

# Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo

Esteban José Domínguez, Julián Ferrer

TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO  
DE VEHÍCULOS



Licenciado a Instituto Superior Tecnoecuatoriano - paulmerino@hotmail.com

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

  
EDITEX

# Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo

Esteban José Domínguez - Julián Ferrer



**ACCESO**

**Test de autoevaluación interactivos**



Licenciado a Instituto Superior Tecnoecuatoriano - paulmerino@hotmail.com

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

# ÍNDICE

## 1. Conductores e instalaciones

### eléctricas . . . . . 6

- 1 Conceptos básicos . . . . . 8
- 2 Instalación eléctrica . . . . . 9
- 3 Magnitudes y unidades eléctricas en corriente continua . . . . . 19
- 4 Características de los conductores eléctricos . . . . . 23
- 5 Protección de los circuitos. Fusibles . . . . . 26
- 6 Terminales y conectores . . . . . 27
- 7 Localización de averías en circuitos eléctricos . . . . . 30
- 8 Polímetro digital . . . . . 34
- 9 Seguridad en los circuitos eléctricos-electrónicos . . . . . 37

### Actividades finales . . . . . 38

### Evalúa tus conocimientos . . . . . 39

### Práctica profesional: Manejo del multímetro digital . . . . . 40

**Mundo técnico:** Investigadores del departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Málaga estudian la viabilidad de utilizar el cableado eléctrico de los vehículos para transmitir otro tipo de datos, audio o vídeo. . . . . 42

## 2. Esquemas y componentes

### de los circuitos . . . . . 44

- 1 Esquemas de circuitos eléctricos . . . . . 46
- 2 Componentes de los circuitos eléctricos . . . . . 54

### Actividades finales . . . . . 64

### Evalúa tus conocimientos . . . . . 65

### Práctica profesional: Localización de componentes de un esquema en un vehículo o maqueta . . . . . 66

Cambiar la caja de la mariposa de gases con motor eléctrico . . . . . 67

**Mundo técnico:** Las innovaciones de los vehículos actuales están basadas en la gestión electrónica. . . . . 68

## 3. Redes de comunicación de datos . . . 70

- 1 Principios básicos de la electrónica digital . . . . . 72
- 2 Estructura de los sistemas de control electrónico . . . . . 77
- 3 Evolución de las redes en el automóvil . . . . . 80
- 4 Transmisión de datos . . . . . 82
- 5 Red VAN . . . . . 87
- 6 Red CAN . . . . . 88
- 7 Red LIN . . . . . 97
- 8 Red MOST . . . . . 99

9 Red FlexRay . . . . . 104

10 Sistema de comunicación Bluetooth . . . . . 107

### Actividades finales . . . . . 108

### Evalúa tus conocimientos . . . . . 109

### Práctica profesional: Comprobación de la red CAN con el equipo de diagnóstico KTS de Bosch . . . . . 110

Medición de las resistencias de terminación de la red CAN IS (Intersistema) sobre la toma de diagnóstico . . . . . 111

**Mundo técnico:** Vehículos eléctricos . . . . . 112

## 4. Diagnóstico de circuitos electrónicos . . 114

1 Diagnóstico de circuitos electrónicos . . . . . 116

2 Funcionamiento del autodiagnóstico . . . . . 117

3 Equipos de diagnóstico . . . . . 118

4 Diagnóstico de un vehículo con el equipo de diagnóstico . . . . . 126

5 Estrategia de localización de averías . . . . . 127

### Actividades finales . . . . . 128

### Evalúa tus conocimientos . . . . . 129

### Práctica profesional: Localización de averías en un vehículo y borrado de la memoria de averías. . . 130

**Mundo técnico:** Vehículos híbridos . . . . . 132

## 5. Técnica de alumbrado y lámparas . . 134

1 Alumbrado . . . . . 136

2 Principios luminotécnicos . . . . . 137

3 Principios luminotécnicos relativos a los faros . . . . . 142

4 Lámparas utilizadas en los vehículos automóviles . . . . . 143

5 Tablas de características para lámparas . . . . . 148

6 Cuadro resumen de unidades . . . . . 151

### Actividades finales . . . . . 152

### Evalúa tus conocimientos . . . . . 153

### Práctica profesional: Comprobación de la resistencia de los filamentos de una lámpara halógena H4 . . . . . 154

Sustituir dos lámparas fundidas de un cuadro de instrumentos . . . . . 155

**Mundo técnico:** Nueva generación de faros con iluminación LED . . . . . 156

## 6. Mantenimiento del sistema de alumbrado . . . . . 158

1 El circuito de posición . . . . . 160

2 Luces de gálibo y luces especiales . . . . . 164



3 El circuito de alumbrado (cruce, carretera y ráfaga) . . . . .	165
4 Reglaje de los faros. . . . .	183
5 Diagnóstico de circuitos de alumbrado con gestión electrónica . . . . .	188
6 Faros antiniebla . . . . .	190
7 Faros de luz día. . . . .	192
8 Averías en los circuitos de alumbrado. . . . .	193
<b>Actividades finales</b> . . . . .	194
<b>Evalúa tus conocimientos.</b> . . . . .	195
<b>Práctica profesional:</b> Localización guiada de averías en los circuitos de alumbrado . . . . .	196
<b>Mundo técnico:</b> Mercedes-Benz lanza el sistema de «luces inteligentes», adaptables a la conducción la meteorología. . . . .	198

## 7. Mantenimiento de los sistemas de señalización . . . . .200

1 El circuito de intermitencias. . . . .	202
2 El circuito de emergencias . . . . .	208
3 El circuito de luz de frenado . . . . .	210
4 Circuito de luz de marcha atrás . . . . .	211
5 Circuitos eléctricos centralizados e interconectados con la red CAN-Bus . . . . .	213
<b>Actividades finales</b> . . . . .	218
<b>Evalúa tus conocimientos.</b> . . . . .	219
<b>Práctica profesional:</b> Reparar la avería del circuito de intermitentes y sustituir el relé de intermitencias . . . . .	220
Montaje de gancho y conector para un remolque, 12N 7 polos con centralita . . . . .	222
<b>Mundo técnico:</b> Presentación del Volkswagen Eos descapotable. . . . .	224

## 8. Sistema de señalización acústico . . .226

1 Sistema de señalización acústico . . . . .	228
2 Normativa aplicable . . . . .	228
3 Principios físicos del sonido . . . . .	229
4 Funcionamiento del circuito . . . . .	230
5 Características y funcionamiento de los componentes . . . . .	232
6 Avisador acústico gestionado electrónicamente . . . . .	236
7 Montaje de bocinas o cláxones y averías más frecuentes . . . . .	236
8 Avisador acústico de marcha atrás . . . . .	237
<b>Actividades finales</b> . . . . .	238
<b>Evalúa tus conocimientos.</b> . . . . .	239

<b>Práctica profesional:</b> Localización de averías en el circuito acústico de la bocina de un automóvil. . . . .	240
<b>Mundo técnico:</b> Ensayo de resistencia del avisador acústico . . . . .	242

## 9. Circuitos del cuadro de instrumentos . . . . .244

1 Cuadro de instrumentos. . . . .	246
2 Sistemas de medición de los relojes del cuadro de instrumentos . . . . .	251
3 Principios luminotécnicos relativos a los faros. . . . .	252
4 Cuentarrevoluciones. . . . .	255
5 Indicadores ópticos del cuadro . . . . .	257
6 Circuito indicador de presión de aceite. . . . .	259
7 Circuito indicador de temperatura del motor. . . . .	260
8 Circuito indicador de combustible. . . . .	261
9 <i>Check-control</i> . . . . .	262
10 Instrumentos del cuadro utilizados por vehículos híbridos o eléctricos . . . . .	262
11 Desmontaje y montaje del cuadro de instrumentos . . . . .	263
12 Operaciones de mantenimiento del cuadro. . . . .	264
<b>Actividades finales</b> . . . . .	270
<b>Evalúa tus conocimientos.</b> . . . . .	271
<b>Práctica profesional:</b> Comprobar una avería en circuito indicador de combustible . . . . .	272
Resetear los intervalos de mantenimiento del cuadro de instrumentos . . . . .	273
<b>Mundo técnico:</b> Control de velocidad de crucero . . . . .	274

## 10. Circuitos auxiliares. . . . .276

1 Limpiaparabrisas y lavaparabrisas . . . . .	278
2 Limpiafaros o lavafaros . . . . .	290
3 Limpialuneta trasera. . . . .	291
4 Luneta térmica trasera . . . . .	292
5 Retrovisores térmicos . . . . .	295
6 Alumbrado interior. . . . .	296
7 Encendedor de cigarrillos. . . . .	299
8 Elevalunas eléctrico . . . . .	300
9 Cierre centralizado . . . . .	302
<b>Actividades finales</b> . . . . .	304
<b>Evalúa tus conocimientos.</b> . . . . .	305
<b>Práctica profesional:</b> Comprobación de la luneta térmica trasera . . . . .	306
Reparación de una avería en el limpiaparabrisa trasero de un vehículo . . . . .	307
<b>Mundo técnico:</b> Algunas preguntas y respuestas sobre el cierre centralizado . . . . .	308

# CÓMO SE USA ESTE LIBRO

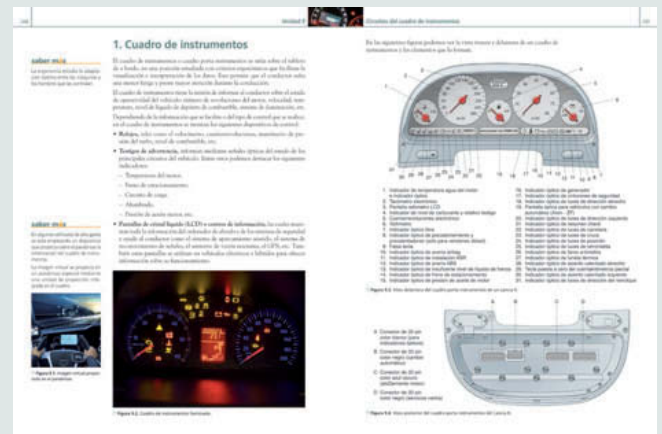
Cada unidad de este libro comienza con un **caso práctico inicial**, que plantea una situación relacionada con el ejercicio profesional y vinculado con el contenido de la unidad de trabajo. Pretende que comprendas la utilidad de lo que vas a aprender. Consta de una situación de partida y de un estudio del caso, que o bien lo resuelve o da pistas para su análisis a lo largo de la unidad.

El caso práctico inicial se convierte en **eje vertebrador de la unidad** ya que se incluirán llamadas que hagan de referencia a ese caso concreto, a lo largo del desarrollo de los contenidos.

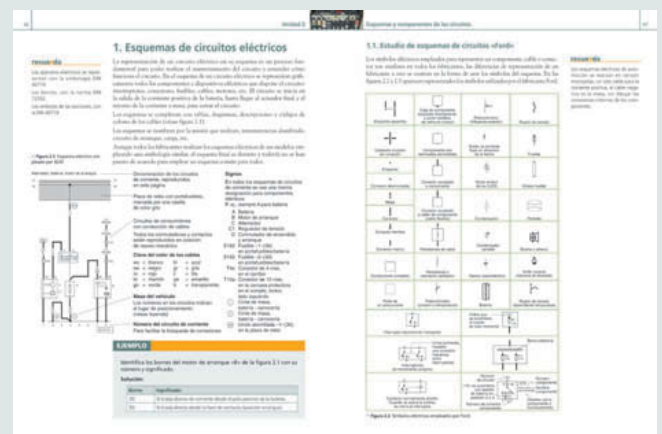


El desarrollo de los contenidos aparece ordenado en epígrafes y subepígrafes y acompañado de numerosas ilustraciones, seleccionadas de entre los equipos y herramientas más frecuentes que te vas a encontrar al realizar tu trabajo.

En los márgenes aparecen textos que amplían los contenidos y llamadas al caso práctico inicial.



A lo largo del texto se incorporan **actividades** propuestas y **ejemplos**, con numerosas actividades planteadas y desarrolladas que ayudan a asimilar los conceptos tratados y por otra parte, a aprender a realizar ciertos cálculos teóricos necesarios para conocer el funcionamiento y las características técnicas de los circuitos eléctricos auxiliares del vehículo.



# IMPORTANTE

Todas las actividades propuestas en este libro deben realizarse en un cuaderno de trabajo, nunca en el propio libro.

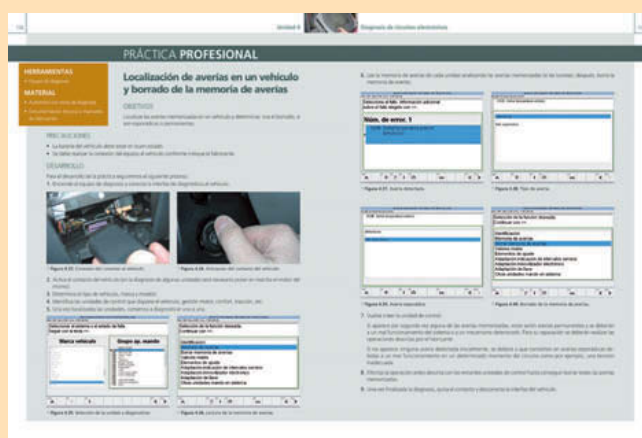
Como cierre de la unidad se proponen una serie de **actividades finales** para que apliques los conocimientos adquiridos y, a su vez, te sirvan de repaso.

El apartado **evalúa tus conocimientos** consiste en una batería de preguntas que te permitirán comprobar el nivel de conocimientos adquiridos tras el estudio de la unidad.



En la sección **práctica profesional** se plantea el desarrollo de un caso práctico, en el que se describen las operaciones que se realizan, se detallan las herramientas y el material necesario, y se incluyen fotografías que ilustran los pasos a seguir.

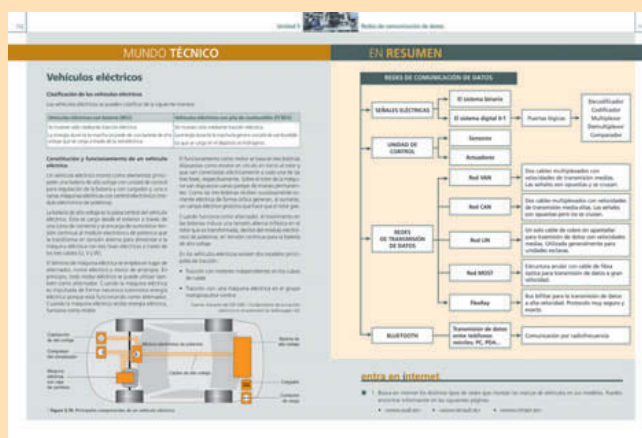
Estas prácticas profesionales representan los resultados de aprendizaje que debes alcanzar al terminar tu módulo formativo.



La sección **mundo técnico** versa sobre información técnica de este sector y vinculada a la unidad. Es importante conocer las últimas innovaciones existentes en el mercado y disponer de ejemplos en la vida real de las aplicaciones de los contenidos tratados en la unidad.

La unidad finaliza con el apartado **en resumen**, mapa conceptual con los conceptos esenciales de la unidad.

Además, se incluyen en el apartado **entra en internet** una serie de actividades para cuya resolución es necesario consultar diversas páginas web sobre componentes y equipos.



# 1

# Conductores e instalaciones eléctricas

## vamos a conocer...

1. Conceptos básicos
2. Instalación eléctrica
3. Magnitudes y unidades eléctricas en corriente continua
4. Características de los conductores eléctricos
5. Protección de los circuitos. Fusibles
6. Terminales y conectores
7. Localización de averías en circuitos eléctricos
8. Polímetro digital
9. Seguridad en los circuitos eléctricos-electrónicos

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Manejo del multímetro digital

### MUNDO TÉCNICO

Investigadores del departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Málaga estudian la viabilidad de utilizar el cableado eléctrico de los vehículos para transmitir otro tipo de datos, audio o vídeo



## y al finalizar esta unidad...

- Conocerás las características más relevantes de los conductores.
- Aprenderás a diferenciar los distintos tipos de cableados, conectores etc.
- Habrás aprendido a interpretar los esquemas eléctricos.
- Aprenderás a calcular la sección mínima de los conductores.
- Conocerás los distintos tipos de unión entre conductores y aparatos.

## situación de partida

Juan es un gran aficionado a las motos y dispone de varios modelos, una de sus motos favorita es la BMW R80GS por su sencillez y su fiabilidad.

La BMW R80GS es una motocicleta con dos cilindros opuestos tipo bóxer, refrigerada por aire, dos carburadores de difusor variable y apertura de la campana por la depresión en la membrana superior, el encendido es de chispa perdida con dos cables de alta y dos bujías.

Circulando por ciudad, Juan nota que la moto falla y se queda sin potencia, la primera impresión es que parece que falla un cilindro y piensa que puede ser un fallo de encendido.

Circulando despacio se lleva la moto a su garaje y comienza a realizar las comprobaciones que considera básicas para localizar la avería, en la BMW se puede acceder con facilidad a todos los componentes sin necesidad de desmontar carenados.

Lo primero es localizar qué cilindro falla; para ello, desconecta el capuchón de la bujía del cilindro derecho, la bobina trabaja con chispa perdida y se puede realizar sin problemas eléctricos, y comprueba que al desconectar el capuchón del cable de alta tensión el motor se para. Conecta el capuchón y realiza la misma operación el cilindro izquierdo, al desconectar el capuchón el motor sigue funcionando igual, lo que indica que ese cilindro no funciona bien.

Lo primero que piensa es en un fallo de la bujía, al quitarla se observa que está bien, la rosca no está engrasada, el color del aislante es bueno, los electrodos no están gastados no tiene carbonilla, la cambia al otro cilindro y funciona con normalidad.

Para descartar averías mecánicas decide comprobar la compresión del cilindro que falla con un manómetro, desmonta la bujía y rosca el manómetro comprobando que efectivamente el cilindro está bien de compresión  $\pm 12$  bar.

Para asegurarse, comprueba que al carburador le llega gasolina y que la membrana y la campana están bien. Descartando problemas mecánicos y de alimentación el fallo se debe encontrar en el circuito de encendido.

La siguiente comprobación se centra en comprobar la resistencia del cable de alta tensión y el capuchón que alimenta la bujía desde la bobina, al medir la resistencia del cable con el óhmetro comprueba que efectivamente el cable está cortado no tiene continuidad, la resistencia que debe tener son  $4\,700\ \Omega$ .



↑ BMW R80 GS.

## estudio del caso

*Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.*

1. ¿Qué importancia crees que tiene el valor óhmico de cada cable de alta tensión de las bujías?
2. ¿Crees que los dos cables de alta tensión deben tener el mismo valor óhmico?
3. ¿Cómo comprobarías con un óhmetro el estado de los cables de alta tensión?
4. ¿Crees que con un sencillo multímetro se pueden localizar averías eléctricas?

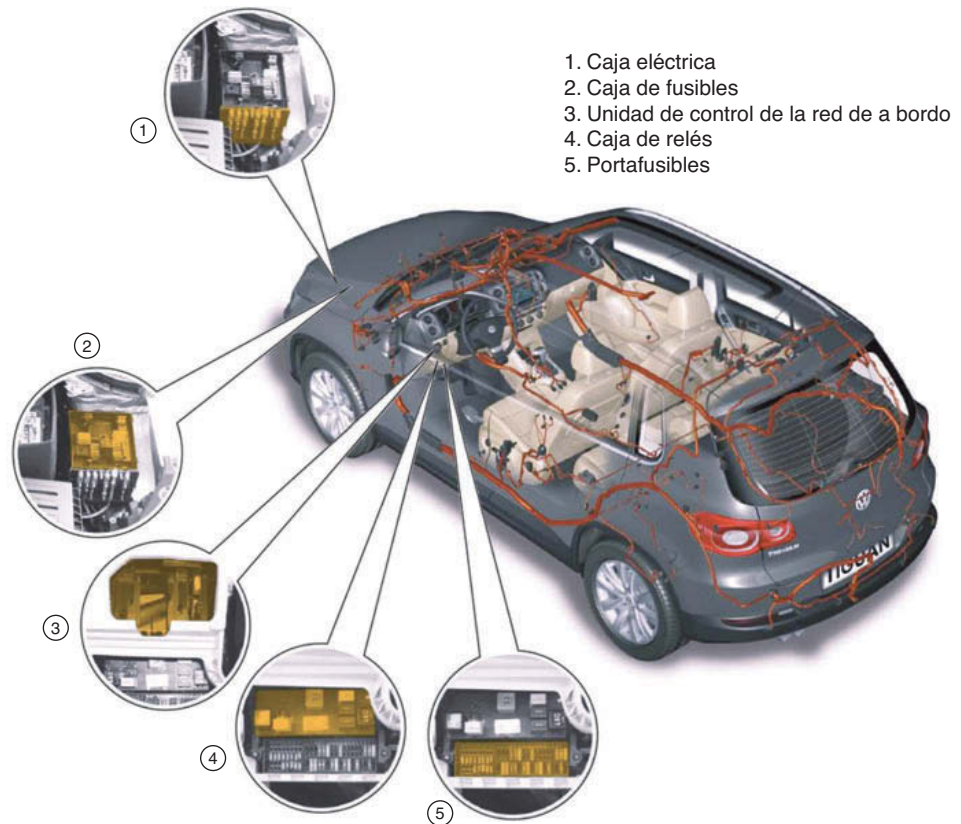


# 1. Conceptos básicos

## caso práctico inicial

Los cables de alta tensión de las bujías de la BMW RG80 conducen la corriente eléctrica de alta tensión desde la bobina hasta las bujías.

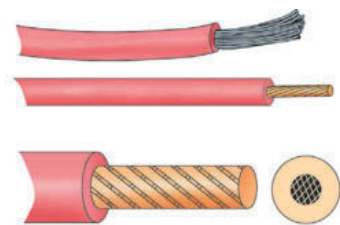
Los vehículos son autónomos eléctricamente, la electricidad se genera en el alternador, se acumula en la batería y se consume en los actuadores, lámparas, motores, etc. La corriente eléctrica circula por el cableado desde la batería por los fusibles, interruptores, relés, módulos de gestión, etc. (figura 1.1) hasta llegar a los actuadores y ponerlos en funcionamiento.



↑ **Figura 1.1.** Cableado y componentes eléctricos de un Tiguan. (Fuente Volkswagen).

## recuerda

El cobre es el metal más empleado en la fabricación de cables eléctricos para automoción.



↑ **Figura 1.2.** Cable unifilar.

Los cables para poder conducir la corriente eléctrica tienen que ser de un metal con una buena conductividad eléctrica. Los metales disponen de electrones libres en su orbital más externo (electrones de conducción) y son buenos conductores de la electricidad. Cuando en un cable de un material conductor (cobre) se aplica una diferencia de potencial (tensión), los electrones libres del metal se dirigen al polo positivo generándose una corriente eléctrica y calor.

Los metales con mejor conductividad eléctrica son: la plata, el cobre, el aluminio y sus aleaciones.

La conductividad de los metales (conductores) disminuye conforme aumenta la temperatura a que son sometidos.

Los cables se recubren con un material aislante (figura 1.2) tipo PVC, silicona, etc., y se agrupan formando mazos.

Los cables de alta tensión de los vehículos híbridos y eléctricos se recubren con fundas especiales de color rojo muy llamativo, el color rojo se asocia a peligro.

## 2. Instalación eléctrica

### 2.1. Cableados

La automatización de circuitos con componentes eléctricos es cada vez mayor en los vehículos actuales, e incluso en algunos eléctricos, techos solares eléctricos, puertas y portones con cierre eléctrico son claros ejemplos. El cableado entre los componentes de un circuito se realiza agrupando los cables en un conjunto conocido como «mazo» (figura 1.3).

Los mazos de cables se recubren con un material aislante, se colorean y marcan para poder identificarlos con facilidad. Los mazos se colocan por toda la carrocería y sobre los conjuntos mecánicos, motor, cambio, etc. La colocación se realiza siguiendo estos principios:

- **Seguridad**, alejarlos de zonas excesivamente calientes y con vibraciones.
- **Fácil acceso en las reparaciones**.
- **Mínima distancia entre componentes**, la resistencia eléctrica aumenta con la longitud de los cables, a mayor longitud de cables mayor caída de tensión en el circuito.

La instalación eléctrica necesita un mantenimiento, para realizar la sustitución de las lámparas fundidas, bornes sulfatados, puntos de masa defectuosos, terminales y conectores dañados, etc. Es necesario conocer la posición del componente en el vehículo, los fabricantes informan sobre la posición de cada componente en sus esquemas eléctricos y emplean componentes desmontables, terminales tipo «Faston», bornes de batería, conectores desmontables, etc. (figura 1.4).

Los fabricantes emplean dos sistemas de localización:

- Por su ubicación física:
  - Cableado de la zona del motor.
  - Cableado de la zona delantera.
  - Cableado del habitáculo o zona de pasajeros.
  - Cableado del tablero de abordo y salpicadero.
  - Cableado de la zona trasera.
- Por la función del circuito al que pertenecen:
  - Circuitos del alumbrado.
  - Circuito de señalización y maniobra.
  - Circuitos auxiliares.
  - Circuito de carga.
  - Circuito de arranque.
  - Circuitos del motor.
  - Circuito de instrumentación y fusibles.
  - Circuitos de climatización y aire acondicionado.
  - Circuito de alta tensión (vehículos híbridos y eléctricos).
  - Circuitos de equipos opcionales.



↑ **Figura 1.3.** Mazos de cables y conector.



↑ **Figura 1.4.** Cables, borne y conector.

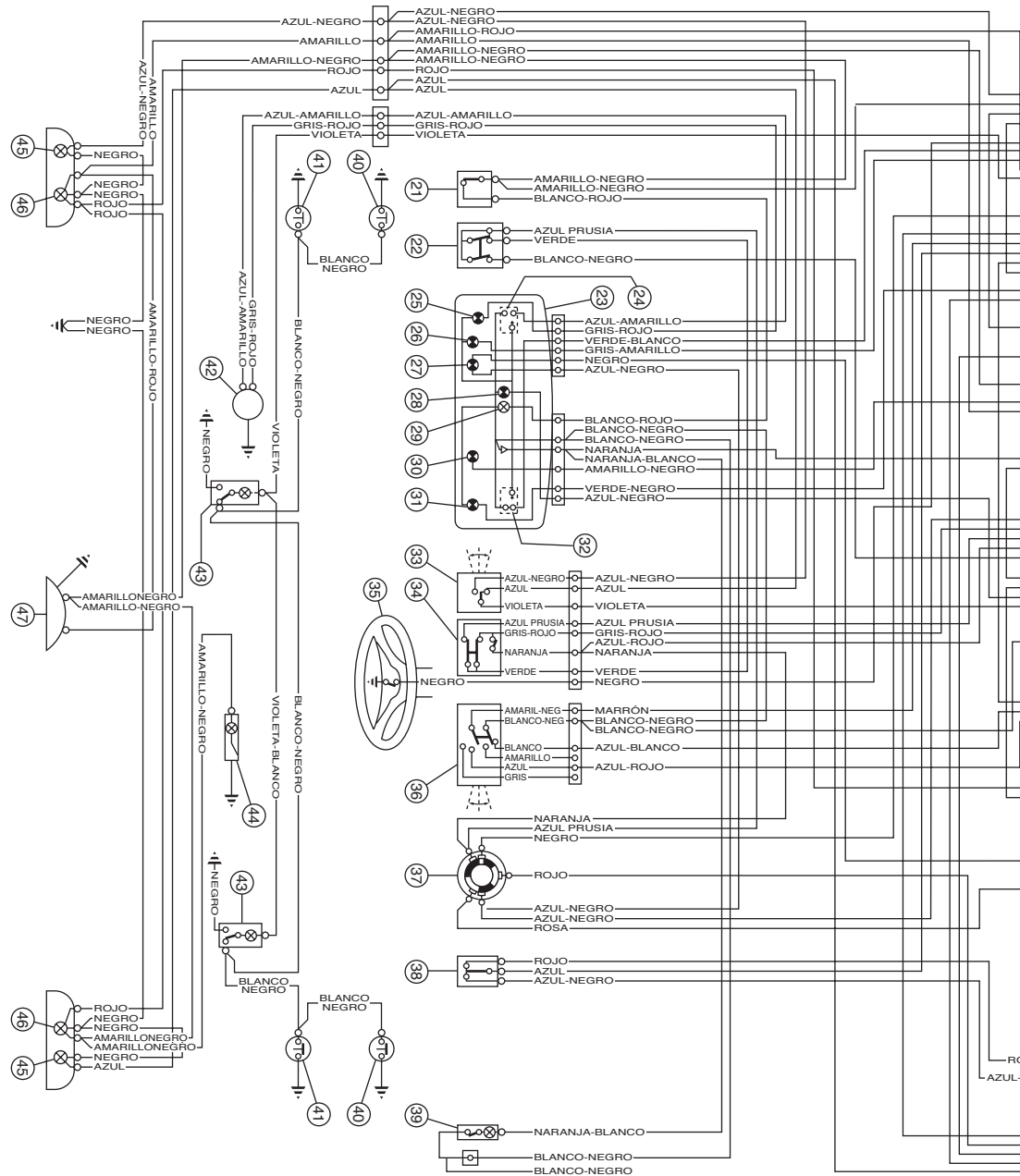
#### caso práctico inicial

La BMW RS80 dispone de unos circuitos eléctricos sencillos. El fabricante proporciona los esquemas eléctricos para poder realizar el mantenimiento y la localización de averías de la moto.

## 2.2. Tipos de representación

### Instalación completa de cableado-unifilar

Se emplea en las instalaciones de vehículos clásicos que no disponen de módulos de gestión electrónica, la figura 1.5 representa el conjunto de elementos que componen la instalación completa del vehículo, con su situación concreta sobre un plano.



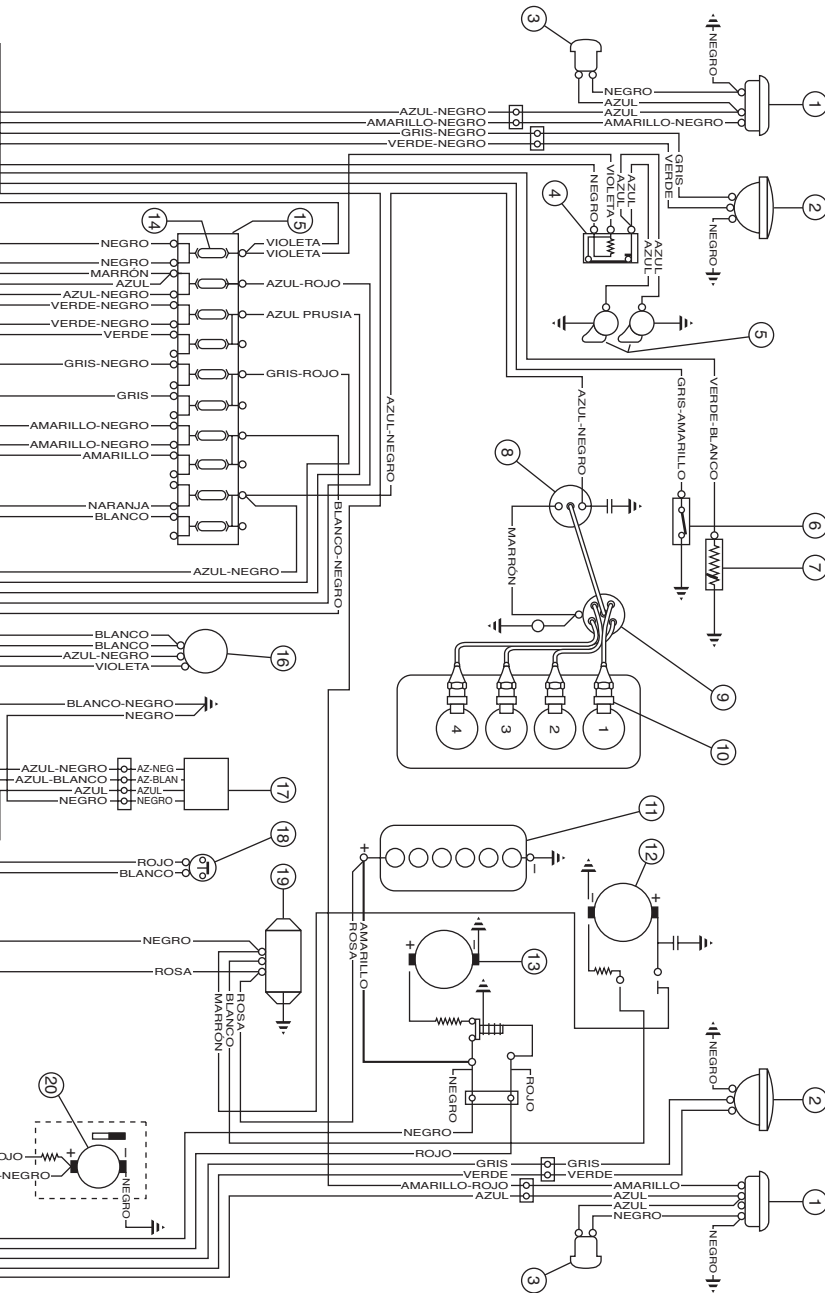
### recuerda

En las instalaciones de los vehículos solamente se emplea un cable (unifilar); el retorno del circuito se realiza a través de la masa (parte metálica del vehículo).

↑ **Figura 1.5.** Instalación completa de un automóvil, representación unifilar.

La representación unifilar representa el circuito completo desde la batería hasta el componente final o actuador, las líneas sustituyen a los cables uniendo todos los componentes eléctricos entre sí. Esta representación es la más intuitiva y fácil de seguir.

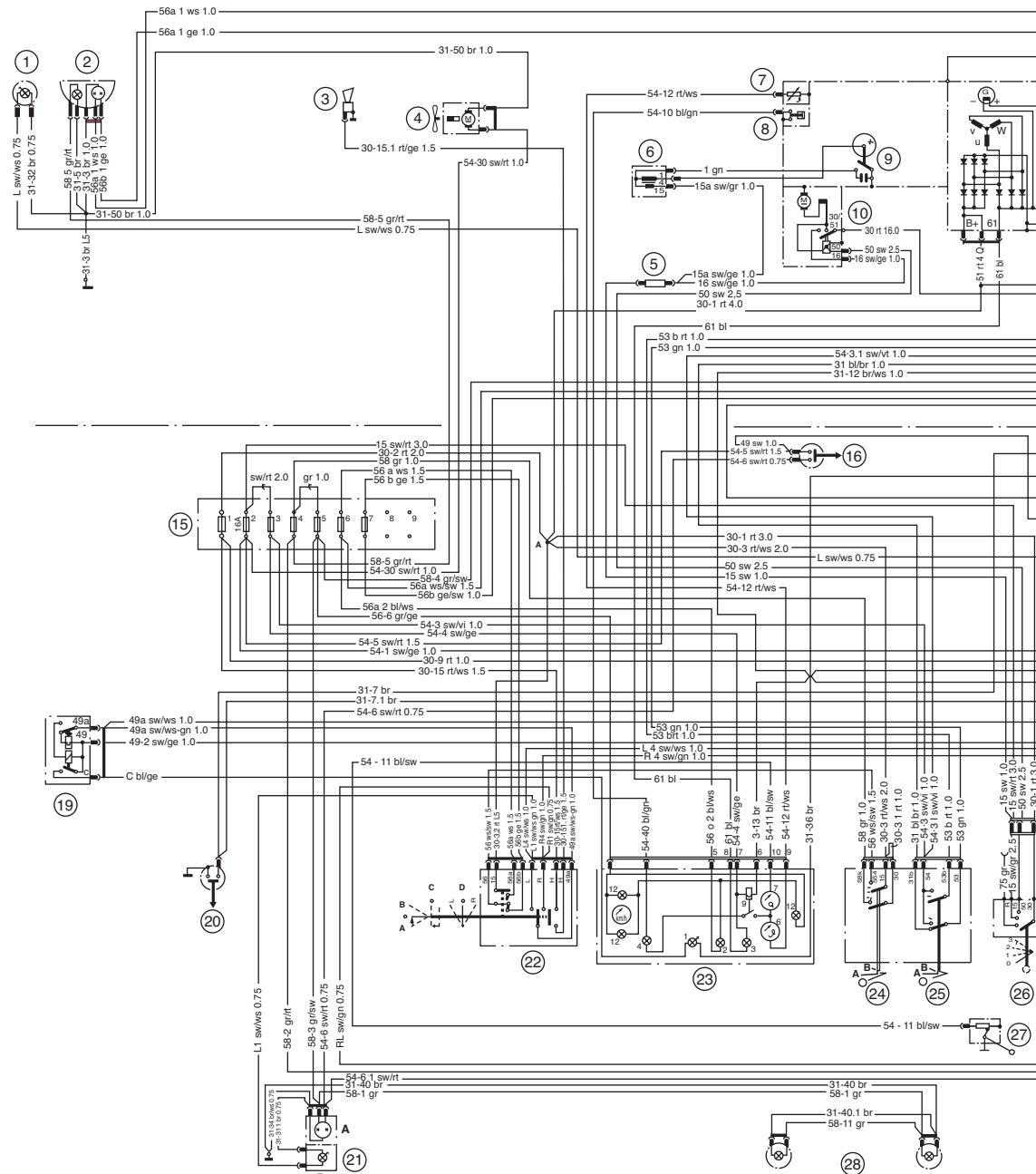
En los vehículos actuales, la representación unifilar se emplea en los circuitos independientes (gestión de motor, cambio automático, climatización, etc.). En estos modelos la representación unifilar completa de todo el vehículo no se suele emplear debido a que la gran cantidad de componentes eléctricos, sensores y actuadores complica el circuito.



**ESQUEMA ELÉCTRICO**

1. Indicadores anteriores de posición y dirección
2. Faros de carretera y cruce
3. Indicadores laterales de dirección
4. Telerruptor para avisadores acústicos
5. Avisadores acústicos
6. Interruptor para indicador óptico de insuficiente presión de aceite
7. Transmisor para termómetro de temperatura agua
8. Bobina de encendido
9. Distribuidor de encendido
10. Bujías
11. Batería
12. Dinamo
13. Motor de arranque
14. Fusible 16 A
15. Fusible de 8 A
16. Intermitente
17. Motor de limpiaparabrisas
18. Interruptor de luces de pare
19. Grupo de regulación
20. Motor para electroventilador de dos velocidades
21. Interruptor de la luz del cuadro de instrumentos
22. Interruptor para luces exteriores
23. Cuadro de instrumentos
24. Indicador del nivel de combustible
25. Indicador óptico de la reserva de combustible (color rojo)
26. Indicador óptico de insuficiente presión del aceite (color rojo)
27. Indicador óptico insuficiente tensión de la dinamo (color rojo)
28. Indicador óptico de las luces de dirección (color verde)
29. Lámpara iluminación cuadro de instrumentos
30. Indicador óptico de las luces de posición (color verde)
31. Indicador óptico de las luces de carretera (color azul)
32. Termómetro para la temperatura de agua
33. Conmutador de las luces de dirección
34. Conmutador de las luces de carretera y ráfagas de las luces de cruce
35. Pulsador de los avisadores acústicos
36. Interruptor para el limpiaparabrisas
37. Conmutador de encendido con dispositivo antirrobo
38. Interruptor de tres posiciones para el motor del electroventilador
39. Lámpara luz guantera, con interruptor incorporado
40. Pulsadores entre montantes y puertas anteriores
41. Pulsadores entre montantes y puertas posteriores
42. Mando indicador del nivel de combustible
43. Lámpara interiores
44. Lámpara del portamaletas
45. Luces de dirección posteriores
46. Luces de posición y pare
47. Luz matrícula

El esquema unifilar de la figura 1.5 pertenece a un vehículo de gasolina con los símbolos de los componentes del fabricante. En la representación del circuito unifilar cada componente del circuito se le asigna un número para su identificación en una tabla a modo de leyenda que acompaña a cada esquema en concreto. Los cables se identifican con códigos de colores, por ejemplo, rojo, amarillo, azul, verde, etc., que se corresponden con los colores reales de los cables.

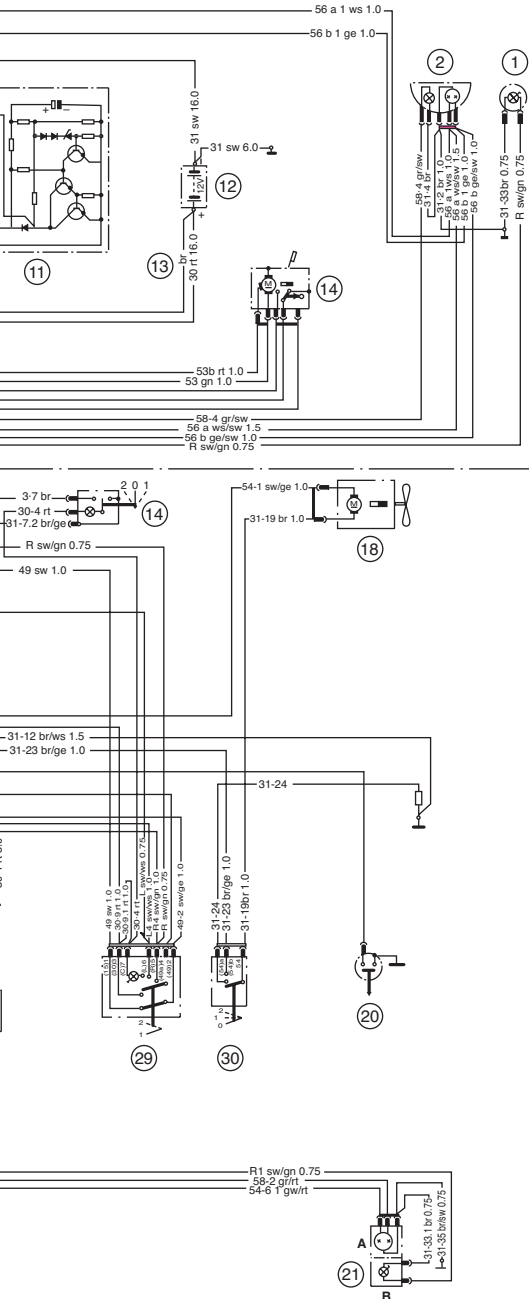


↑ Figura 1.6. Esquema eléctrico unifilar.

Para ayudar en el seguimiento de los cables en una posible avería, sobre el esquema eléctrico se representan los códigos de colores en las uniones con los componentes y entre conectores. Una variante de este tipo de esquemas lo tenemos representado en la figura 1.6. Cada cable está identificado por un número de orden, la clave de color que le corresponde en el vehículo, y la sección del conductor, en mm<sup>2</sup>. Actualmente solamente se emplea en las instalaciones eléctricas de motocicletas y vehículos con una instalación de pocos componentes.

**recuerda**

Un esquema eléctrico de conexiones es la representación gráfica de los componentes eléctricos mediante símbolos de conexión.



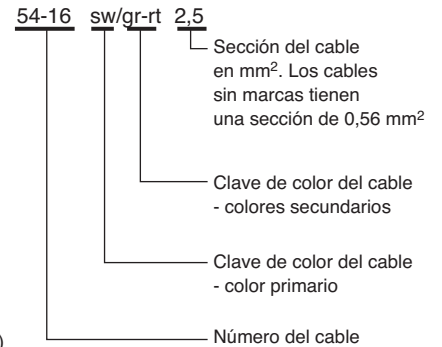
**EQUIPO NORMAL**

1. Intermitentes delanteros
2. Conjunto de luces de faros/posición
3. Bocina
4. Motor de soplante de refrigeración del radiador
5. Resistencia autorreguladora (bobina encendido)
6. Bobina
7. Unidad transmisora del indicador de temperatura del agua
8. Unidad transmisora de manómetro de aceite
9. Distribuidor
10. Motor de arranque
11. Alternador
12. Batería
13. Elemento fusible
14. Motor del limpiaparabrisas
15. Caja de fusibles
16. Interruptor de luz de pare
17. Luz interior
18. Motor de soplante del calefactor
19. Unidad intermitente
20. Interruptor de luz de cortesía
21. Conjuntos combinados de luces de cola
  - A — Luces de cola/pare
  - B — Intermitentes
22. Interruptor de usos múltiples
  - A — Ráfaga de faros
  - B — Luces largas
  - C — Bocina
  - D — Intermitente
23. Grupos de instrumentos
  - 1 — Luz de aviso de intermitente (verde)
  - 2 — Luz de aviso de luces largas (azul)
  - 3 — Luz de aviso de corriente de carga (roja)
  - 4 — Luz de aviso de presión de aceite (naranja)
  - 6 — Indicador de temperatura del agua
  - 7 — Indicador de nivel de gasolina
  - 8 — Reductor de voltaje
  - 12 — Iluminación de panel
24. Interruptor de alumbrado
  - A — Luz de posición
  - B — Rápido
25. Interruptor del motor del limpiaparabrisas
  - A — Lento
  - B — Rápido
26. Seguro dirección/interruptor encendido
  - O — Desconectado
  - 1 — Accesorios
  - 2 — Encendido conectado
  - 3 — Arranque
27. Unidad transmisora de indicador de combustible
28. Luces de matrícula
29. Interruptor de luces de emergencia
30. Interruptor de motor del soplante de calefacción

**ABREVIATURAS DE COLORES DEL CABLEADO**

Clave	Color del cableado
bl	Azul
br	Marrón
ge	Amarillo
gr	Gris
gn	Verde
rs	Rosado
rt	Rojo
sw	Negro
vi	Violeta
ws	Blanco

**CLAVES DE LOS CABLES**



### caso práctico inicial

La motocicleta BMW emplea un esquema normalizado muy sencillo, solamente dispone de cinco fusibles.

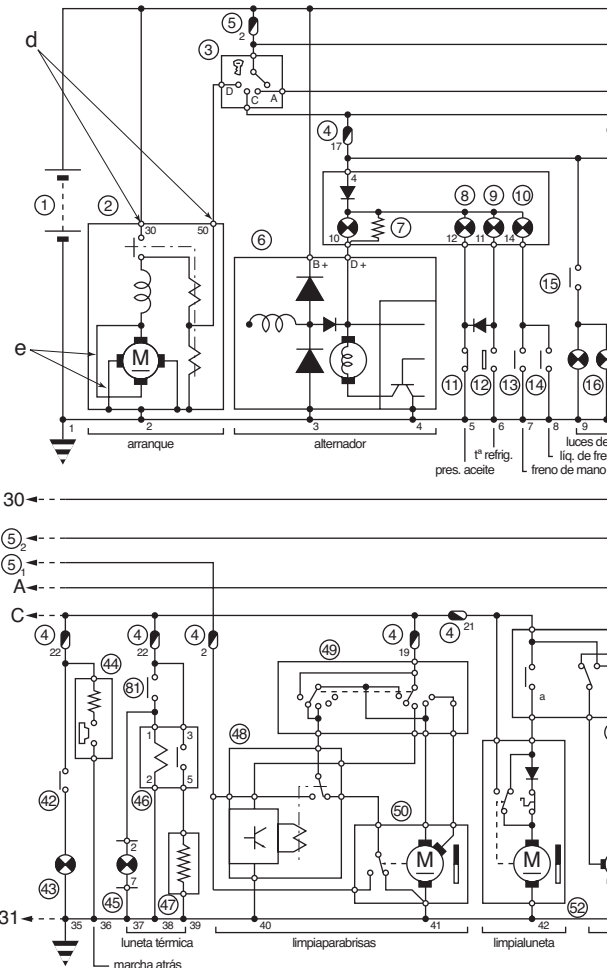
## Esquema de cableado general normalizado «amperimétrico»

El esquema de cableado completo (unifilar) con componentes, códigos de cables y simbología eléctrica normalizada, se conoce como esquema amperimétrico. La figura 1.7 representa un esquema normalizado de un automóvil. El esquema de la instalación eléctrica se agrupa en torno a un componente o zona y a cada zona se le asigna un circuito concreto según aparece en la figura 1.8 (batería, arranque, alternador, presión de aceite, iluminación interior, etc.). Las líneas rectas y paralelas de la parte superiores del circuito señaladas con la letra (a), son las alimentaciones principales de corriente. Los números encerrados en un círculo indican el componente; 1 batería, 2 motor de arranque, 3 conmutador de encendido, etc.

1. Batería
2. Motor de arranque
3. Conmutador de encendido y arranque
4. Portafusibles en el habitáculo
5. Portafusibles en el vano motor
6. Alternador
7. Testigo de carga del alternador
8. Testigo de presión mínima de aceite del motor
9. Testigo indicador de exceso de temperatura del líquido refrigerante
10. Testigo de nivel mínimo de líquido de freno o freno de establecimiento accionado
11. Manocontacto de presión mínima de aceite
12. Sensor de temperatura del líquido refrigerante
13. Pulsador para el testigo de freno de mano accionado
14. Sensor de nivel del líquido de frenos
15. Pulsador de las luces de freno
16. Luces de freno
17. Radiocasete
18. Conmutador de luces e iluminación interior
19. Pulsador para iluminación interior
20. Botón de selección de función de visualización
21. Cuadro de indicadores, que comprende:
  - Lámparas de iluminación (disminuyen de tensidad con las luces de cruce conectadas)
  - Avisador acústico de olvido de luces encendidas
  - Indicador numérico de velocidad del vehículo
  - Cuentakilómetros total
  - Cuentakilómetros parcial
  - Indicador de nivel de combustible
  - Reloj digital
22. Sensor de nivel de combustible
23. Sensor de velocidad del vehículo (en el cambio de velocidades)

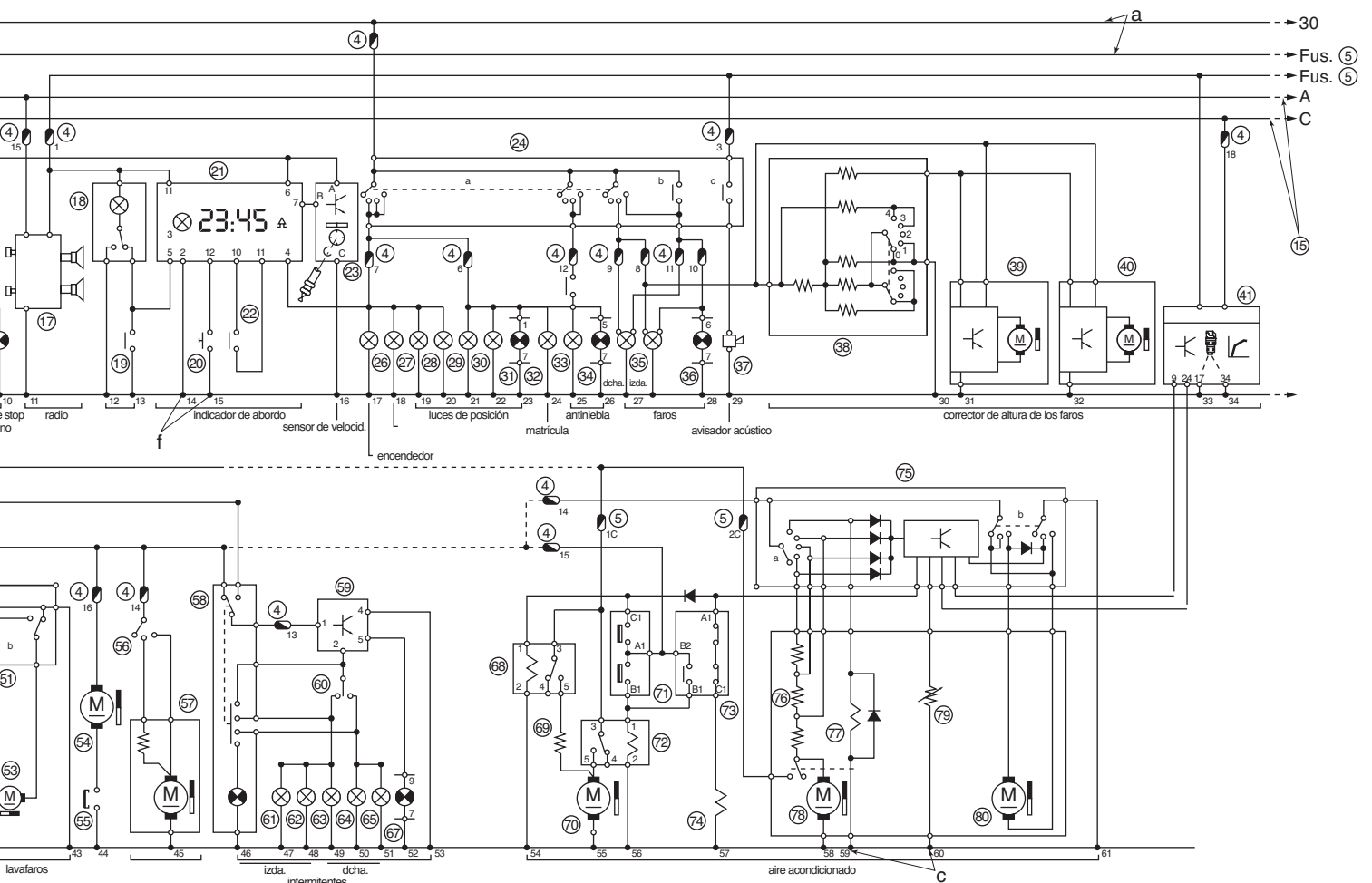
24. Conmutador combinado:
  - a) Luces de posición/cruce/carretera (con testigo de conexión)
  - b) Ráfagas
  - c) Avisador acústico
25. Iluminación del encendedor
26. Iluminación de los mandos del sistema de calefacción
27. Luz de posición delantera derecha
28. Luz de posición trasera derecha
29. Luz de posición trasera izquierda
30. Luz de posición delantera izquierda
31. Testigo de conexión de las luces de posición
32. Luz de matrícula
33. Luz antiniebla trasera
34. Testigo de conexión de la luz antiniebla trasera
35. Faros delanteros
36. Testigo de conexión de las luces de carretera
37. Avisador acústico
38. Mando de regulación de altura de los faros
39. Motor de regulación de altura de los faros, izquierdo
40. Motor de regulación de altura de los faros, derecho
41. Sistema de inyección y encendido
42. Interruptor de las luces de marcha atrás
43. Luces de marcha atrás
44. Encendedor eléctrico
45. Testigo de conexión de la luneta térmica
46. Relé de conexión de la luneta térmica
47. Luneta térmica
48. Relé temporizador del limpiaparabrisas
49. Conmutador del limpiaparabrisas
50. Limpiaparabrisas

51. Conmutador
  - a) Limpialuneta
  - b) Lavaparabrisas y lavaluneta
52. Limpialuneta
53. Electrobomba lavaparabrisas y lavaluneta
54. Electroventilador de refrigeración del radiador
55. Termocontacto del electroventilador de refrigeración del radiador
56. Termocontacto de dos velocidades para electroventilador de refrigeración del radiador
57. Electroventilador de refrigeración del radiador
58. Conmutador de luces de emergencia
59. Relé de intermitencia
60. Conmutador de los intermitentes de dirección
61. Intermitente trasero, izquierdo



↑ Figura 1.7. Esquema de conexión eléctrica normalizado.

Los números sin ningún tipo de enmarcado, indican líneas de corriente: 30 línea de positivo directa de batería sin fusible, 15 corriente positiva con el contacto puesto, en la parte inferior del esquema aparece la línea 31, que es el punto de masa de todos los circuitos (cada masa tiene su número, desde el 1 que es la masa de batería, 2 masa del alternador, hasta la 61). Las líneas (b) A, B, etc., indican que las líneas o cables continúan en otra página. Los números pequeños dentro de los aparatos, por ejemplo (d), indican puntos de conexión. Los indicadores con (e), líneas internas. La caja portafusibles aparece marcada con el número 4 dentro de un círculo, al lado del 4 aparece el número indicativo de cada fusible.



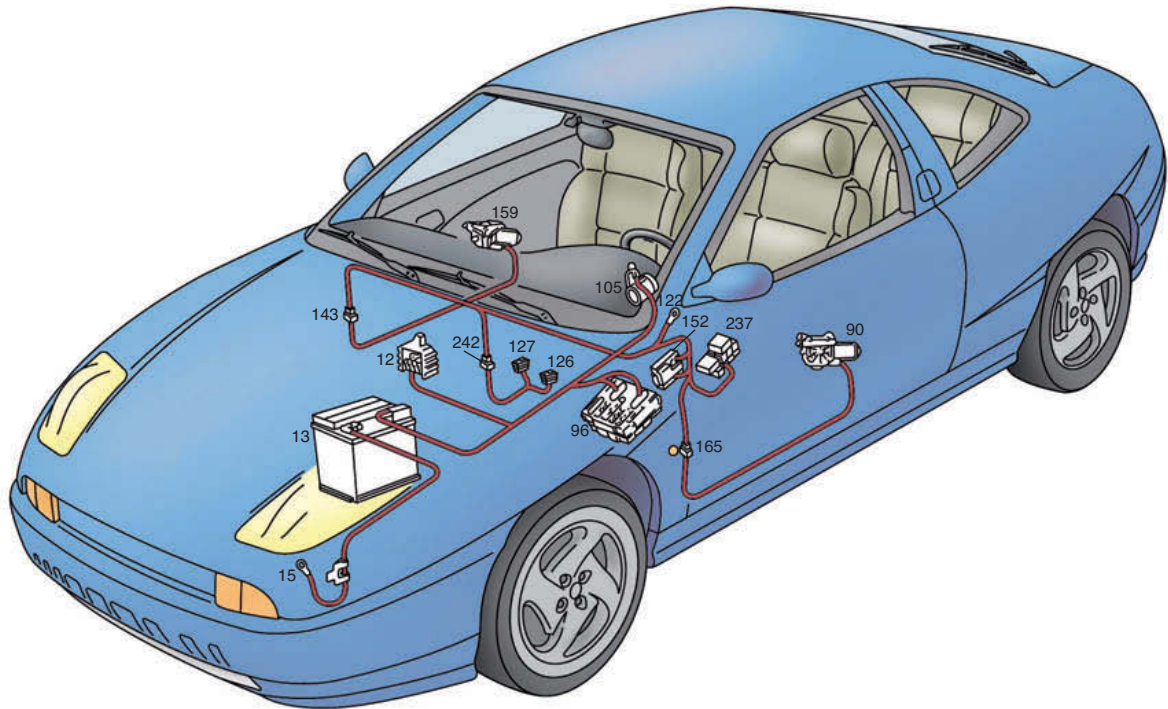
- |  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| <p>62. Intermitente delantero, izquierdo</p> <p>63. Intermitente lateral, izquierdo</p> <p>64. Intermitente trasero derecho</p> <p>65. Intermitente delantero derecho</p> <p>66. Intermitente lateral, derecho</p> <p>67. Testigo de funcionamiento de los intermitentes</p> <p>68. Relé de conexión de 1.ª velocidad del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo</p> | <p>69. Resistencia limitadora de corriente para 1.ª velocidad del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo</p> <p>70. Ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo</p> <p>71. Termocontacto doble</p> <p>72. Relé del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo</p> | <p>73. Presostato de tres vías</p> <p>74. Embrague electromagnético del compresor del sistema de aire acondicionado</p> <p>75. Mando combinado:<br/>a) Ventilación<br/>b) Recirculación de aire</p> <p>76. Grupo de resistencias para variación de velocidad del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo</p> | <p>77. Relé del ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo</p> <p>78. Ventilador de calefacción/ventilación del habitáculo</p> <p>79. Sensor de temperatura exterior</p> <p>80. Actuador de cierre de la trampilla de entrada de aire exterior (recirculación de aire)</p> <p>81. Interruptor de la luneta térmica</p> |
|--|--|---|--|



## Esquemas eléctricos por funciones

El esquema eléctrico agrupado por funciones se emplea en la representación de la instalación de un circuito (gestión de motor, cierre centralizado, elevalunas, etc.). El fabricante emplea tres representaciones:

En la primera representación se muestra el circuito con los componentes numerados y mazos de cables situados en el vehículo (figura 1.8).



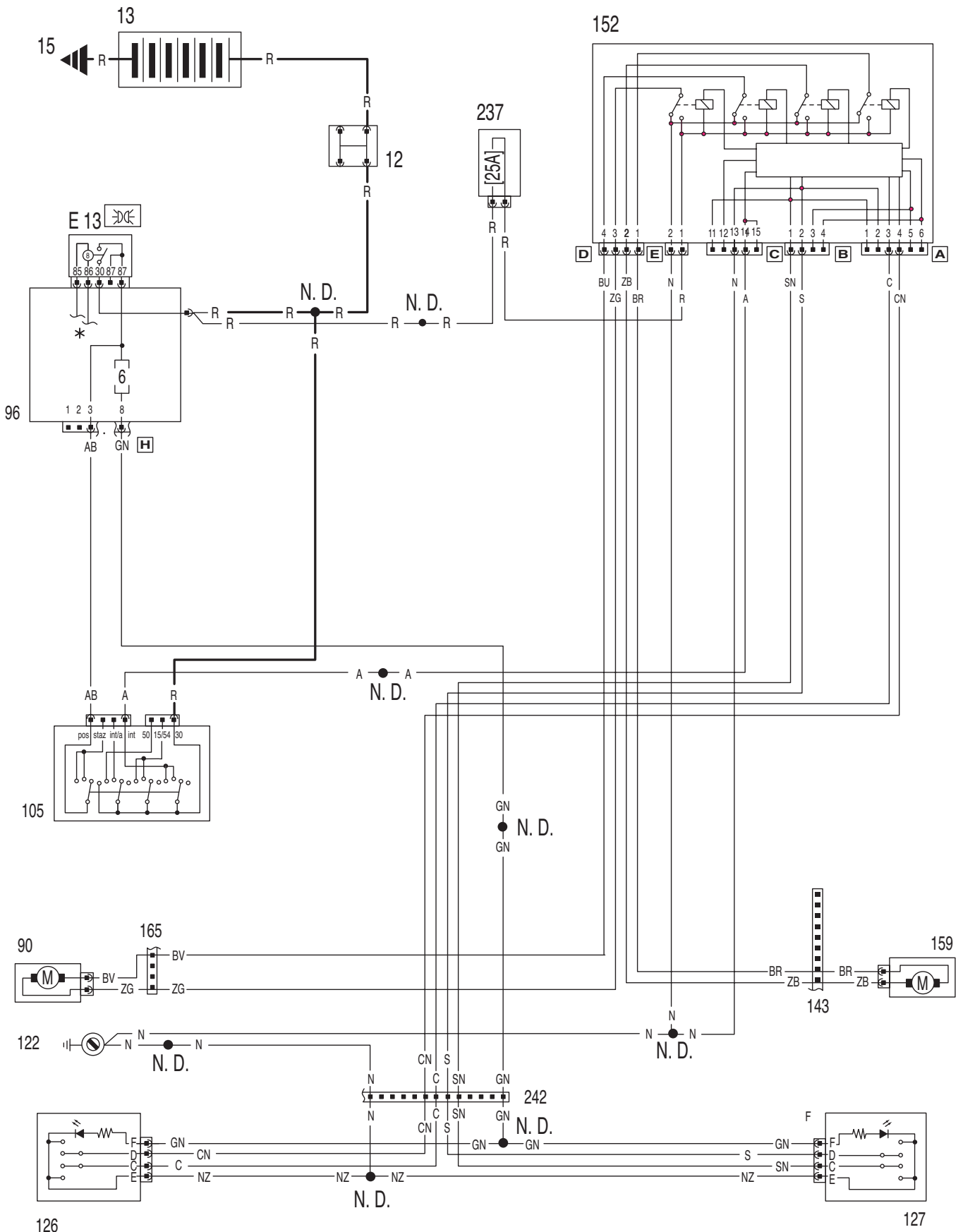
↑ **Figura 1.8.** Representación del esquema de funciones (fuente Fiat).

La segunda representación nos muestra la posición exacta de los componentes (figura 1.9).



↑ **Figura 1.9.** Esquema de la situación de los componentes eléctricos en el vehículo.

La tercera es una representación unifilar (figura 1.10) muestra todos los componentes del circuito desde la batería, fusibles, conductores con sus códigos de colores, las clemas de conexión, los pins de cada componente, puntos de masa y toda la información necesaria para seguir el circuito. La numeración de todos los componentes coincide en los tres esquemas de representación por ejemplo el interruptor del elevalunas izquierdo componentes 126 aparece en los tres sistemas.

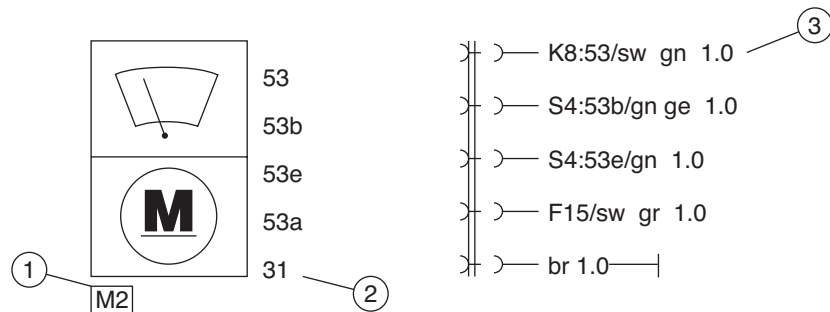


↑ **Figura 1.10.** Esquema eléctrico por funciones de los elevalunas (fuente Fiat).

## Esquemas en representación separada

La representación de esquemas separada se emplea para simplificar los circuitos que tienen mucha complejidad. En estos esquemas (figura 1.11) no se representa el cableado de conexión entre las distintas piezas. Los componentes se representan empleando códigos y símbolos según normas ISO o DIN (ISO 2575). Los terminales se identifican empleando designaciones normalizadas. Los conductores que salen de una pieza o componente tienen un código formado con letras y números, que indican el destino final de ese cable.

El código alfanumérico de cada cable está formado por las siguientes indicaciones: símbolo del aparato de destino, símbolo o código de la conexión de destino y en algún caso color y sección del cable.



↑ **Figura 1.11.** Ejemplo esquema en representación separada, representación del aparato e identificación del destino.

## Interpretación del esquema

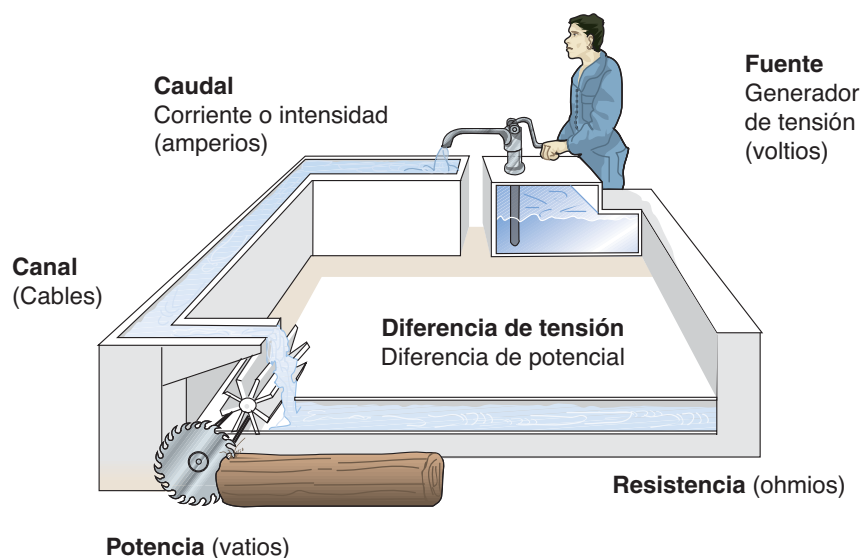
1. Código de componente. La letra indica la función del componente, el número corresponde al orden que ocupa (M2 motor del limpia).
2. Bornes del componente (53, 53b, 53e, 53 a, 31). Indican dónde se conecta cada conductor. Las conexiones múltiples se reflejan con números consecutivos y con letras.
3. Código de destino de cada cable. Indica el aparato o componente del que procede el cable o donde se envía un conductor, el punto de conexión del conductor, el color y/o sección de este, por ejemplo el 31 se conecta a masa.



↑ **Figura 1.12.** Interpretación del código de dirección.

### 3. Magnitudes y unidades eléctricas en corriente continua

El comportamiento de los circuitos eléctricos es similar al funcionamiento de los circuitos hidráulicos y es muy apropiada su comparación para entender las principales magnitudes eléctricas en los circuitos con corriente continua (figura 1.13).



↑ **Figura 1.13.** Simulación entre un circuito hidráulico y las magnitudes eléctricas.

La corriente eléctrica, al igual que el agua, circula a través de unos canales o tuberías; son los cables conductores y por ellos fluyen los electrones hacia los elementos consumidores (motores, lámparas etc.).

En el circuito hidráulico, la diferencia de altura entre los niveles superior e inferior proporciona una presión (tensión en el circuito eléctrico medido en voltios), la diferencia de alturas ayuda y contribuye a la circulación del líquido (intensidad eléctrica medida en amperios).

La longitud y la sección del canal ofrecen un freno al paso del caudal (resistencia eléctrica al paso de los electrones medida en ohmios).

De modo análogo, en el circuito eléctrico la corriente que fluye por un conductor depende de la diferencia de potencial aplicada a sus extremos (tensión de la batería o fuente de alimentación) y la resistencia que oponga el material conductor; cuanto menor sea la resistencia mejor circulará la corriente.

En los circuitos eléctricos intervienen tres magnitudes:

- Voltaje o diferencia de potencial (voltios).
- Corriente o intensidad (amperios).
- Resistencia (ohmios).

La ley de Ohm demuestra la dependencia entre estas tres unidades eléctricas (voltio, amperio y ohmio), de tal modo que puede definirse cada una de ellas con la combinación de las otras dos, así por ejemplo puede decirse que:

Un amperio es la corriente que circula por un conductor de un ohmio de resistencia cuando se aplica un voltio de tensión.

#### caso práctico inicial

Muchas motocicletas y ciclomotores no disponen de batería. Como fuente de tensión, se emplea la magneto.

#### recuerda

La ley de Ohm demuestra lo siguiente:

- Aumentando la resistencia de un circuito disminuye la intensidad en amperios que circula por él.
- Aumentando la tensión de un circuito aumenta la corriente que circula por él.

Esta definición expresada matemáticamente es:

intensidad = tensión / resistencia; amperios = voltios / ohmios

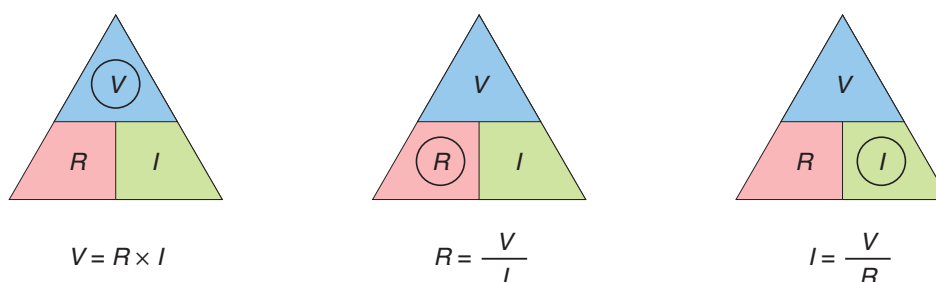
**La intensidad que circula por un circuito es igual a la tensión aplicada partido por la resistencia.** Despejando de la ecuación principal se puede calcular cualquier magnitud siempre que conozcamos dos términos de la ecuación:

tensión = intensidad · resistencia; voltios = amperios · ohmios

La resistencia de un cuerpo es la medida de la oposición al paso de la corriente, en el Sistema Internacional la unidad de medida es el ohmio.

resistencia = tensión / intensidad; ohmios = voltios / amperios

Para calcular cualquiera de las incógnitas se puede emplear el triángulo de la ley de Ohm. Tapando la incógnita que queremos conocer aparece el resultado de la ecuación ( figura 1.14).



↑ **Figura 1.14.** Triángulos de la ley de Ohm.

### 3.1. Potencia eléctrica

#### recuerda

Todos los actuadores de los circuitos eléctricos, motores, lámparas etc., tienen indicada su potencia en vatios. Por ejemplo, en una lámpara H7 aparece indicada la tensión 12 V y la potencia 55 W.

La **potencia** se define como la energía o trabajo desarrollado en la unidad de tiempo.

La potencia eléctrica de un circuito es el resultado de multiplicar la tensión del circuito por la intensidad que circula por él.

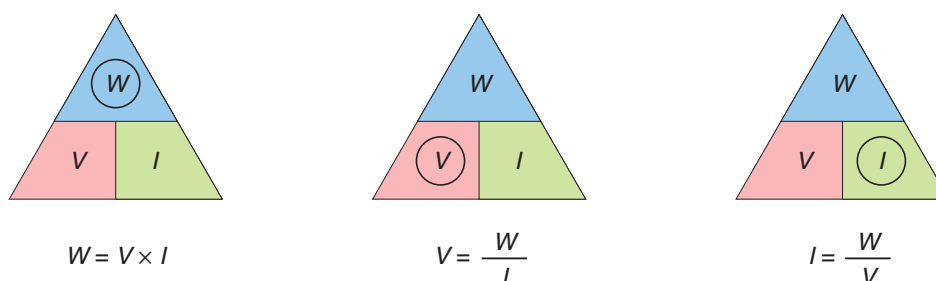
En los circuitos eléctricos la unidad de potencia es el vatio (W) y su definición está relacionada con la tensión aplicada y la intensidad

Un vatio es la potencia que desarrolla un aparato eléctrico al transformar la energía de un julio en cada segundo.

Puede expresarse con una fórmula:

potencia = tensión · intensidad; W = voltios · amperios

Para realizar los cálculos y despejar las unidades se emplea el triángulo de la potencia.



↑ **Figura 1.15.** Triángulos de potencia.

### 3.2. Resistencia de los conductores

La resistencia de un conductor eléctrico es directamente proporcional al coeficiente ( $\rho$ ) del material que está fabricado, denominado resistividad (inversa de la conductividad ( $c$ )) y a la longitud del conductor, e inversamente proporcional a la sección del mismo conductor.

$$\rho = \frac{1}{c}; R = \rho \frac{l}{s};$$

$c$ : conductividad

$\rho$ : resistividad o resistencia específica

$l$ : longitud del conductor

$s$ : sección transversal del conductor

Teniendo en cuenta que la longitud ( $l$ ) se mide en m, la sección ( $s$ ) en  $\text{mm}^2$ , la resistencia ( $R$ ) en  $\Omega$ , la resistividad ( $\rho$ ) vendrá determinada en  $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ .

En la tabla 1.1 se anotan una lista de materiales conductores empleados en circuitos con sus correspondientes resistividades a 20 °C.

RESISTIVIDADES, A 20 °C, DE DIFERENTES MATERIALES	
Material	$\rho$ ( $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ )
Plata	0,016
Cobre	0,018
Aluminio	0,028
Cinc	0,061
Níquel	0,072
Estaño	0,12
Hierro	0,13
Plomo	0,20

↑ **Tabla 1.1.**

### 3.3. Calor generado al circular la corriente

El calor generado al circular la corriente en un conductor es una pérdida de energía que se tratará de aminorar reduciendo al máximo la resistencia del conductor que se emplee en la instalación, es decir, colocando cables de una sección mínima y suficiente para poder funcionar. El calor en los conductores se genera por el efecto Joule y se determina por la ley siguiente:

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

$Q$ : cantidad de calor (calorías)

$R$ : resistencia del conductor, en ( $\Omega$ )

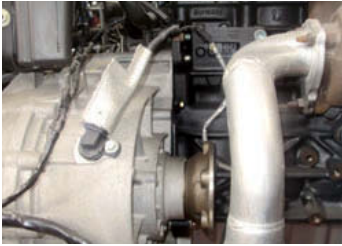
$I$ : intensidad de la corriente, en (A)

$t$ : tiempo transcurrido, en segundos

#### caso práctico inicial

Los cables de alta tensión y el capuchón empleados para distribuir la corriente desde la bobina hasta las bujías tienen una resistencia de 4.700 ohmios y aparece marcado en el capuchón.

### 3.4. Variación de la resistencia de un conductor al aumentar la temperatura



↑ **Figura 1.16.** Cables de un captador protegidos del calor del escape.

La circulación de la corriente en los conductores genera calor en el conductor elevando su temperatura hasta alcanzar un equilibrio, con el calor que es capaz de evacuar por transmisión de calor (conducción.). La elevación de la temperatura en el conductor provoca el aumento de su resistencia, según la siguiente ley:

$$R_1 = R_0 [1 + \alpha (T_1 - T_0)]$$

siendo:

$R_1$ : resistencia después del incremento de temperatura.

$R_0$ : resistencia inicial antes del incremento de temperatura.

$T_1$ : temperatura final.

$T_0$ : temperatura inicial.

$\alpha$ : coeficiente de temperatura (cobre = 0,004).

Los cables que se encuentran cerca de focos de calor se protegen con aislantes especiales anticalóricos (figura 1.16).

#### EJEMPLOS

- Calcula la resistencia de un cable de cobre de 600 cm de longitud y 1,5 mm<sup>2</sup> de sección.

**Solución:**

Tomando el valor de resistividad del cobre  $\rho = 0,018 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$

Transformando los metros en centímetros:  $l = 600 \text{ cm} = 6 \text{ m}$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s} = 0,018 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{6 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = 0,072 \Omega$$

- Calcula el calor que desprende el cable del ejemplo anterior, en media hora de funcionamiento. La intensidad que circula por el circuito son 10 A.

**Solución:**

El calor viene determinado por

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I^2 \cdot t = 0,24 \cdot 0,072 \Omega \cdot 10^2 \text{ A} \cdot 1.800 \text{ s} = 3.110 \text{ calorías} = 3,11 \text{ kcal}$$

- ¿Qué resistencia tendrá el cable del ejemplo si con el calor generado se logra una temperatura de equilibrio de 50 °C?

**Solución:**

Aplicando la ley enunciada, tomando como temperatura de partida 20 °C y un coeficiente de temperatura del cobre  $\alpha = 0,004$  tendremos:

$$R_1 = R_0 (1 + \alpha (T_1 - T_0)) = 0,072 \Omega (1 + 0,004 \cdot 30) = 0,080 \Omega$$

# 4. Características de los conductores eléctricos

Los conductores empleados en las instalaciones de vehículos están constituidos por un alma o cuerda compuesta por un número determinado de hilos de cobre, según su sección (de 10 en adelante). El cobre electrolítico recocido es el metal más empleado en su fabricación, el cobre tiene una resistividad de  $0,018 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$ , en muchos circuitos los cables se bañan en estaño. Los cables se recubren con material aislante, plástico o PVC.

Esta configuración les proporciona a los conductores una gran flexibilidad y permite adaptar el grupo de cables «mazo» a los contornos de la carrocería a la cual van fijados por medio de abrazaderas o grapas (figura 1.17).



↑ **Figura 1.17.** Mazo de cables con abrazaderas.

## 4.1. Sección del conductor y su corriente admisible

La principal característica de un conductor eléctrico es la intensidad que es capaz de soportar sin calentarse. Es imprescindible en el diseño de un circuito eléctrico conocer la sección mínima que necesita el cable para aguantar los amperios que circularán por él. Los conductores unifilares (figura 1.18 A) no se emplean en los vehículos, el cable unifilar es más difícil doblar y ajustar en los mazos y se puede romper con más facilidad con las continuas vibraciones. Los conductores que se emplean están formados por un número determinado de hilos o cables de menor diámetro (figura 1.18 B). La forma de calcular la sección nominal en milímetros cuadrados de un cable unifilar es aplicando la formula siguiente:

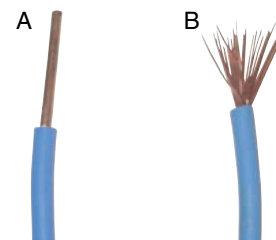
$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

En los cables con mazo de hilos, el cálculo de la sección total ( $S_t$ ) se realiza calculando la sección de cada hilo y multiplicando por el número de hilos que dispone el conductor.

$$S_t = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \times n^\circ \text{ de hilos del conductor.}$$

En la tabla 1.2 puedes encontrar las secciones nominales en milímetros cuadrados de distintos cables y la corriente máxima admisible en amperios.

Sección normal mm <sup>2</sup>	Designación del cable	Corriente máxima A	Formación de la cuerda	
			Número de hilos	Diámetro del hilo
0,5	0,5	6	10	0,25
0,63	0,63	6,8	13	0,25
0,80	0,80	7,2	16	0,25
1	1	8	21	0,25
1,6	1,6	13	34	0,25
2,5	2,5	18	51	0,25
4	4	25	84	0,25
6,3	6,3	32	126	0,25
10	10	43	7 × 29	0,25
25	25	100	19 × 27	0,25
40	40	136	19 × 42	0,25



↑ **Figura 1.18.**

A. Cable unifilar.

B. Cable con mazo de hilos.

↑ **Tabla 1.2.** Tabla de secciones y corriente admisible en distintos cables.



## 4.2. Sección mínima y caída de tensión admisible en un conductor

La sección mínima de un conductor se calcula partiendo de la corriente en amperios que circula a través del conductor. Este cálculo se realiza en las nuevas instalaciones o ampliación de un circuito con más componentes. En la instalación del vehículo lo más frecuente es que los fabricantes adopten unas secciones estándar, en función de la potencia de cada elemento o aparato al que suministra corriente.

La tabla 1.3 está confeccionada a partir de las secciones de cables, que normalmente son empleadas por los fabricantes de vehículos. La columna «sección mm<sup>2</sup>» corresponde al cable positivo del circuito. La caída de tensión total del circuito, comprende además de los cables: los fusibles, contactos, conmutadores, pulsadores, etc., y por tanto no sirven para el cálculo de conductores. En el cable del motor de arranque se permite de forma general una caída de tensión del 4%; si el cable de retorno está aislado de masa, se permite para el circuito completo el 8% de la tensión nominal.

Los datos de la tabla 1.3 están referidos a tensiones de batería de 12 V.

Destino del conductor	Sección (en mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión cable positivo (en V)	Caída de tensión total circuito (en V)
Luz testigo, piloto	0,5	0,1	0,6
Luz interior	0,5	0,1	0,6
Luz de posición	0,75 – 1,5	0,3	0,6
Luz de cruce	1 - 1,5	0,3	0,6
Luz intensiva (largas)	1,5	0,3	0,6
Faros antiniebla	1,5	0,3	0,6
Luz de intermitentes	1,5	0,3	0,6
Luz trasera	1,5	0,3	0,6
Alternador-batería	4 – 6	0,4	
Batería- motor arranque	25 – 30	0,5	
Mando relé arranque	2,5 – 4	1,4	1,7
Motor elevavinas	0,5 - 1	0,5	1,5

↑ **Tabla 1.3.** Tabla de secciones y caídas de tensión en un automóvil.

### EJEMPLO

Empleando las tablas 1.2 y 1.3, indica qué tipo de cable se empleará para sustituir el cable del alternador con la batería que pueden circular 30 amperios.

#### Solución:

En la tabla 1.3 el fabricante recomienda una sección de 4 a 6 mm<sup>2</sup>, empleamos la de 6 mm<sup>2</sup> y buscamos en la tabla 1.2 el número de cables de 0,25 mm de diámetro que tiene un cable para una sección de 6 mm<sup>2</sup> y encontramos que tiene 126 hilos.

### 4.3. Cálculo de la sección de un conductor

Para calcular la sección de un conductor empleado en un circuito:

- Primero partimos de la potencia instalada en el circuito en vatios (W), que se calcula sumando la potencia de todos los componentes. La potencia partido por la tensión del circuito nos da como resultado la intensidad que circula por el circuito, la fórmula es la siguiente:

$W = U \cdot I$ , de donde  $I = \frac{W}{U}$  es la intensidad que soporta el conductor y  $U$  la tensión nominal (12 V).

- Segundo, se debe tener en cuenta la caída de tensión admisible en el cable  $U_0 = I \cdot R$  (tabla 1.3).
- La resistencia del cable se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

- Sustituyendo en la fórmula anterior la  $R$  se obtiene la siguiente fórmula:  $R = \frac{U_0}{I}$   
 $U_0 = I \cdot \rho \frac{l}{s}$  y despejando se obtiene la sección  $s = \frac{I \cdot \rho \cdot l}{U_0}$ , medida en  $\text{mm}^2$

$I$ : intensidad (A)

$l$ : longitud (m)

$U_0$ : caída de tensión admisible en el circuito (V)

$$\rho = \text{resistividad} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

- Una vez calculada la sección se debe comprobar que efectivamente el cable admite la densidad de corriente que aparece en la tabla del apartado 1.19; de no ser así, deberemos tomar una sección inmediatamente superior.

#### EJEMPLO

Calcular la sección del conductor en la instalación de un faro de iluminación trasera de un tractor, con los siguientes datos: lámpara de alumbrado de 55 W / 12 V, conductor de cobre, longitud del cable entre el interruptor y la lámpara, 3 m.

#### Solución:

Determinamos la sección del cable positivo; el negativo es la masa del vehículo (carrocería).

Aplicando las fórmulas y despejando, se calcula la intensidad, partiendo de la potencia y la tensión:

$$I = \frac{W}{U} = \frac{55 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 4,58 \text{ A}$$

Consultando la tabla 1.3 se localiza la caída de tensión admisible en el circuito 0,3 V. Aplicando la fórmula se calcula la sección del cable para 0,3 V de caída de tensión.

$$s = \frac{l \cdot \rho \cdot I}{U_0} = \frac{3 \text{ m} \cdot 0,018 \Omega \cdot 4,58 \text{ A}}{0,3 \text{ V}} = 0,8 \text{ mm}^2, \text{ redondeamos al alza } s = 1 \text{ mm}^2$$

Consultamos la tabla 1.3, para  $s = 1 \text{ mm}^2$ , y comprobamos que permite una densidad de corriente de 8 A/mm<sup>2</sup>, lo que nos indica que soporta sobradamente la intensidad prevista.

#### recuerda

La caída de tensión en un conductor es la tensión que se pierde o absorbe el conductor, desde la fuente de alimentación o interruptor hasta que la corriente llega al actuador. Por ejemplo, medimos la tensión en dos puntos del circuito, 1ª medida en borne positivo batería 13,5 V.

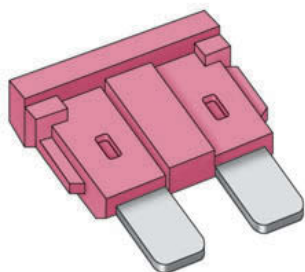
2ª Terminal positivo de la lámpara H7, 13 V. La caída de tensión en este circuito es de 0,5 V, provocado por la resistencia de los cables, interruptores etc.

#### recuerda

Si la lámpara de la actividad resuelta se montase en el circuito de un camión que dispone de una tensión de trabajo de 24 V la intensidad sería la mitad y la sección del conductor también.



## 5. Protección de los circuitos. Fusibles



↑ **Figura 1.19.** Fusible enchufable.

Los circuitos eléctricos de corriente continua se protegen de los cortocircuitos y del exceso de calor empleando fusibles.

Los fusibles son los elementos de protección imprescindibles y necesarios en cualquier circuito de corriente continua. Los fusibles están formados por un conductor con menor sección que el resto del conductor, la sección del fusible siempre es inferior pero suficiente para permitir el paso de la corriente para que el circuito funcione con normalidad; por ejemplo, en un circuito alimentado a 12 V con dos lámparas de 55 W la intensidad que circula son aproximadamente 9.2 A se puede proteger con un fusible de 10 A. El fusible de 10 A cubre el factor de seguridad del circuito de un 10% y permite la circulación de la corriente necesaria, sin ningún problema ni calentamiento, si por alguna circunstancia en el circuito la corriente aumenta por un consumo excesivo o un cortocircuito, el fusible se funde e interrumpe el paso de la corriente protegiendo el circuito.

Los fusibles más empleados en la actualidad son los del tipo enchufables, de la figura 1.19. Para localizarlo con facilidad los fusibles de más intensidad, tipo lámina, se colocan cerca de la batería (figura 1.20) y los fusibles enchufables se montan en las cajas de fusibles, ubicada normalmente en el vano motor o cerca del tablero de instrumentos (figura 1.21).



↑ **Figura 1.20.** Fusibles de lámina planos de gran intensidad.

DESIGNACIÓN DE LOS FUSIBLES ENCHUFABLES PARA AUTOMOCIÓN	
Intensidad nominal (en A)	Color del fusible
3	violeta
4	rosa
5	beige
7,5	marrón
10	rojo
15	azul
20	amarillo
25	blanco
30	verde

↑ **Tabla 1.4.** Tabla de fusibles enchufables, color e intensidad.

### Cálculo de fusibles

Para calcular la intensidad en amperios de un fusible, se tiene en cuenta el material de que está fabricado (cobre, plomo, etc.) el coeficiente del material  $K$ , y la intensidad que el fusible debe soportar, que es la intensidad del circuito, más un factor de seguridad que se puede aplicar. El diámetro del hilo del fusible o la intensidad se calculan aplicando la siguiente fórmula:

$$D = K\sqrt[3]{I^2}$$

$D$ : diámetro del hilo del fusible.

$K$ : coeficiente del material (cobre 0,06; plomo 0,25).

$I$ : intensidad del circuito con el factor de seguridad de las instalaciones, si lo tiene.



↑ **Figura 1.21.** Caja de fusibles colocada entre el lado del salpicadero y la puerta del conductor.

## 6. Terminales y conectores

### 6.1. Terminales

Los terminales se emplean para unir el cable al componente eléctrico del circuito.

La unión o fijación del terminal al cable se puede realizar de dos formas:

Engatillando mediante un terminal y las tenazas de engatillar o soldando el cable al terminal con soldadura blanda de plomo-estaño.

En la figura.1.22 se representan los terminales macho y hembra más empleados en los circuitos eléctricos de automóviles.

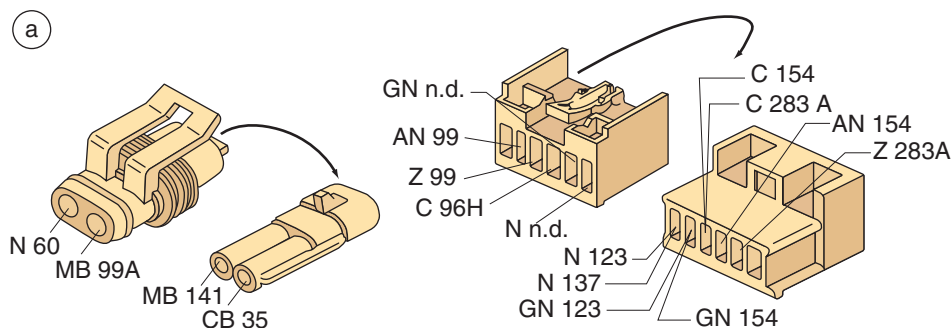


↑ Figura 1.22. Terminales.

### 6.2. Conectores

Los conectores se emplean para unir cables y mazos de cable entre sí o el cable con los componentes.

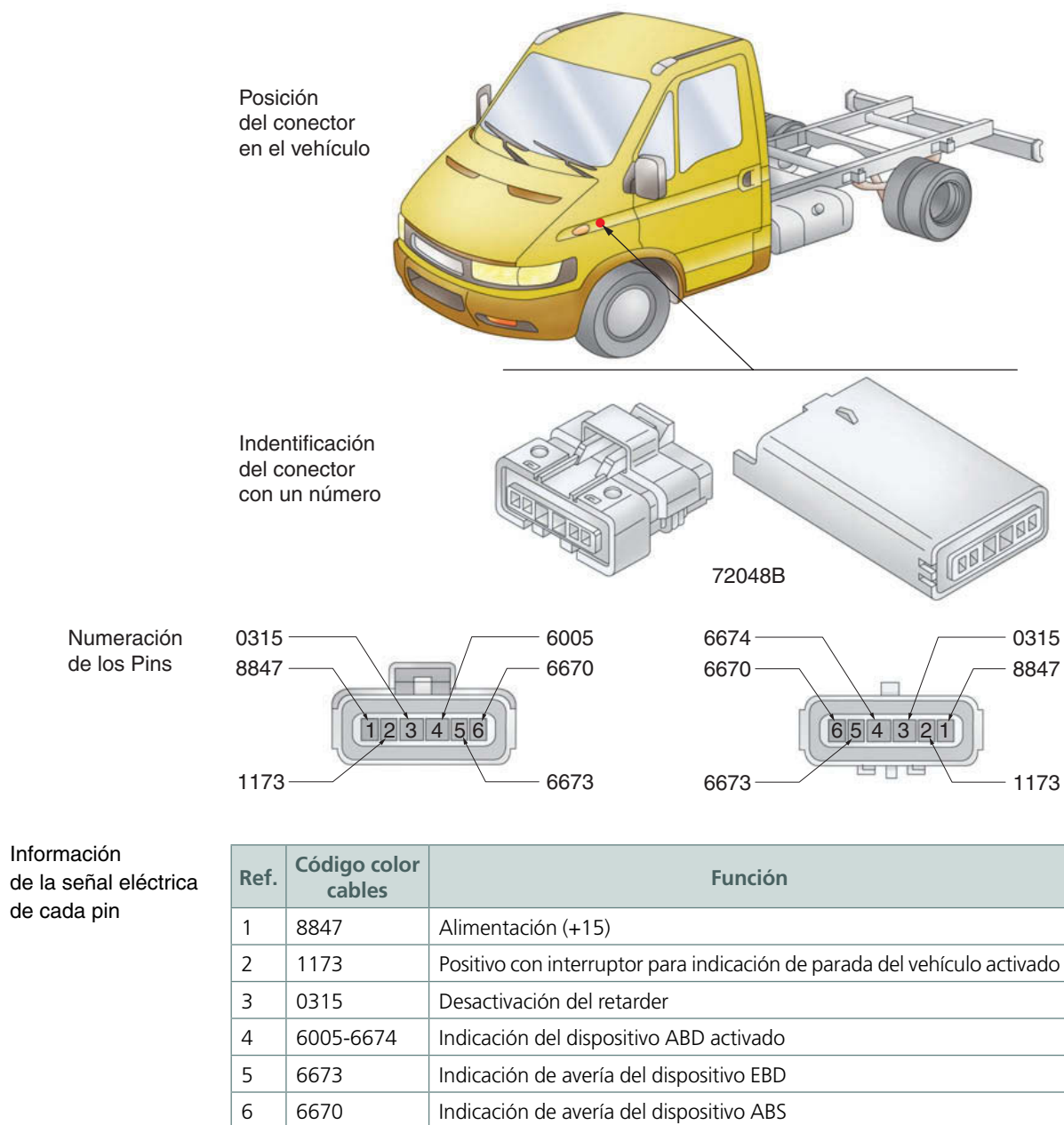
En los conectores múltiples empleados para unir mazos de cables, cada vía está designada por un número que corresponde a un cable; a cada punto de contacto del conector lo denominamos PIN. Esta numeración se emplea para localizar los cables y facilitar así la localización de averías (figura 1.23).



↑ Figura 1.23. a) Conectores. b) Conector de seguridad de un airbag.

Los conectores empleados en circuitos de seguridad, airbag, pretensores etc., no se permite pinchar con las puntas del polímetro para realizar mediciones. Los conectores son de color anaranjado indicativo de peligro (figura 1.23b).

En la figura 1.24 se muestra un ejemplo de localización del conector 72048B con su código de colores de los cables y la situación en el vehículo.



↑ **Figura 1.24.** Conector del cable de la cabina/capó y el cable del ABS (Iveco Daily).

## recuerda

La mayoría de fallos en los circuitos eléctricos se producen en los conectores y terminales por falta de continuidad o excesiva resistencia al paso de la corriente. Es importantísimo localizar la posición exacta del conector o «clema» para poder realizar las comprobaciones con el polímetro.

## EJEMPLO

Calcula el diámetro del hilo empleado como fusible, en un circuito con una tensión de 12 V por el que circula una corriente con una intensidad de 15 A. El material del fusible es cobre y la instalación tiene un factor de seguridad del 50%.

### Solución:

1. Calcula la intensidad con el factor de seguridad:  $I = 15 \text{ A} \cdot 1,50 = 22,5$  amperios
2. Aplicar la fórmula:

$$D = K \sqrt[3]{I^2} = 0,06 \sqrt[3]{(22,5)^2} = 0,06 \cdot 7,96 = 0,47 \text{ mm}$$

### 6.3. Soldadura y engatillado de terminales

El soldeo de terminales con los cables se realiza empleando la soldadura blanda (heterogénea) con aportación de material. Como material de aportación en las soldaduras de cobre se emplea una aleación de plomo (Pb) al 40% y estaño (Sn) al 60% con alma de ácido o resina y una temperatura de fusión de 185 °C aproximadamente. El calor necesario en la soldadura lo aporta un soldador eléctrico con electrodos intercambiables (figura 1.27.). Para realizar una buena soldadura las dos superficies a unir, terminal y cable, tienen que estar limpias de impurezas y lijados.

Cuando el electrodo del soldador alcanza la temperatura de soldeo, se pone en contacto con las dos piezas a soldar para calentarlas. Con las piezas calientes se aproxima al electrodo el estaño, en forma de hilo con alma de resina, el estaño se queda adherido en forma de gota a la punta del electrodo y también sobre las piezas. Al separar el soldador el estaño se queda depositado en las dos piezas realizándose la soldadura. La resina o ácido del interior del estaño es imprescindible en el proceso de soldeo, puesto que facilita la unión entre el metal del terminal y el estaño.

En las instalaciones cada vez más se emplean los manguitos termosoldables con capsulas de estaño y resinas aislantes (figura 1.25).



↑ Figura 1.25. Manguito termosoldable.



↑ Figura 1.27. Soldadores de estaño.

En la figura 1.26, se muestran dos soldadores empleados en electricidad y electrónica para quitar soldaduras de estaño. Los soldadores funcionan por absorción y soplado del material de aportación previamente calentado hasta el punto de fusión. Los soldadores disponen de un dispositivo manual para generar una corriente de aire que se lleva el estaño fundido de la soldadura.

El **engatillado** se emplea para unir los terminales y los cables, empleando unos terminales especiales (faston) y los alicates de engatillar. Los alicates de terminales permiten también: cortar, pelar los cables y engatillar (apretar el terminal sobre el conductor). La figura 1.28, muestra dos ejemplos de este tipo de alicates.



↑ Figura 1.26. Soldador con soplador.



↑ Figura 1.28. Alicates para engatillar terminales faston.



## 7. Localización de averías en circuitos eléctricos

### 7.1. Conceptos

#### caso práctico inicial

Las motocicletas clásicas emplean baterías de 6 V. Es muy importante conocer la tensión de la fuente de alimentación 6 V o 12 V para seleccionar la escala adecuada en el voltímetro.

En la localización de las averías en los circuitos eléctricos es importante seguir un proceso ordenado y guiado, basado en el funcionamiento eléctrico y en las magnitudes del circuito.

Las tres magnitudes que intervienen en un circuito eléctrico son las siguientes:

- Tensión de alimentación en voltios.
- Intensidad que circula en amperios.
- Resistencia de componentes en ohmios.

El valor de cada magnitud se puede medir individualmente y diagnosticar fallos o averías con cada valor.

La medida de la intensidad se realiza con un amperímetro colocado en serie en el circuito o bien con pinzas amperimétricas.

La resistencia se mide desconectando el componente y midiendo su valor óhmico, en muy empleado para medir el valor de bobinados y captadores. Si el componente está bien, el valor óhmico coincide con el valor indicado en el manual del fabricante.

La medida más empleada por su sencillez es la medida de los valores de tensión, la medida de tensión en un circuito responde a las siguientes preguntas:

- ¿Llega tensión al punto en que se mide?
- ¿Cuál es el valor de la tensión?
- ¿Cuál es la tensión disponible?
- ¿Cuál es la caída de tensión a través de un componente o un conector?

La presencia de tensión en el circuito indica que se está suministrando electricidad al componente o punto del circuito que se está midiendo.

La lectura de tensión también indica si llega el voltaje correcto al componente. Midiendo la tensión disponible en un componente, se puede determinar si la tensión que llega es la adecuada.

La caída de tensión a través de un componente indica cuánta tensión se pierde en ese componente.

Por ejemplo, si un relé recibe 13,5 V en la entrada y solo 10 V en la salida, existe caída de tensión es de 3,5 V por una resistencia excesiva de los contactos en el relé o en los terminales de conexión.

## ACTIVIDADES

1. Explica qué misión realiza los fusibles en los circuitos eléctricos.
2. Explica qué es un esquema eléctrico por funciones.
3. ¿Cómo se realiza la soldadura de dos cables con un soldador y estado?
4. Realiza medidas de tensión en circuitos eléctricos sobre una maqueta o en un vehículo. Anota la medida de tensión en la salida de la batería y en diferentes puntos de cada circuito y determina la caída de tensión.

## 7.2. Caída de tensión

Para medir las caídas de tensión en los circuitos, se debe seleccionar en el polímetro la función voltios en corriente continua V-DC y una tensión superior a la que se desee medir, por ejemplo para medir 12 V seleccionar la escala de 20 V. Primero se mide la tensión del circuito con el motor parado (tensión de batería) o la tensión de carga con el motor en marcha. Conocida la tensión del circuito, por ejemplo 13,5 V, se mide la tensión en el punto donde se quiere conocer la caída de tensión. La medida se realiza conectando la punta de medida positiva (color rojo) en el terminal o punto del circuito que se quiere medir. La punta de medida negativa (color negro) se conecta a masa. Si la medida obtenida son 13 V, la caída de tensión en el circuito son 0,5 V. La caída de tensión es mayor cuanto mayor sea la resistencia en el circuito.

Las caídas de tensión excesivas provocan fallos de funcionamiento (por ejemplo, cuando una lámpara luce de forma tenue). Un aumento en la resistencia eléctrica de los conductores puede ser debido a un contacto flojo o un terminal sulfatado.

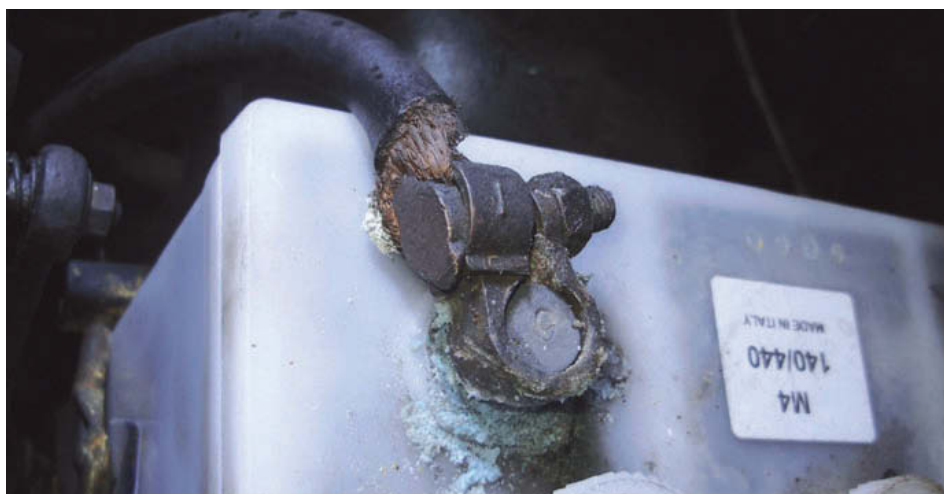
## 7.3. Conexiones a masa en mal estado

Una elevada resistencia entre el terminal de masa y el chasis suele ser uno de los fallos eléctricos más comunes en los circuitos eléctricos. La principal causa del fallo puede ser por óxido o por falta de apriete del tornillo o tuerca de fijación de la masa al chasis. Los síntomas que provoca una masa deficiente son: lámparas que se lucen de forma débil o que lo hacen cuando deberían encenderse otras distintas; instrumentos cuyas indicaciones cambian al encender los faros, fallos en la gestión de módulos etc.

Una elevada resistencia en un conector o en la conexión a masa de un componente o sensor pueden provocar fallos eléctricos en los circuitos gestionados por centralitas electrónicas. Estas averías se quedan memorizadas en la centralita y se pueden leer empleando un equipo de diagnosis.

Los terminales de masa que se encuentran próximos a la batería se deben proteger del ácido, que provoca la sulfatación de los bornes (figura 1.29). Puede suceder que un cable que está corroído a excepción de algunos filamentos y se produce el mismo síntoma que una conexión a masa defectuosa.

Para asegurarse que las conexiones que se realizan en un conector son buenas, se deben separar los dos conectores y frotar con lija las superficies de contacto de los terminales y aplicar un lubricante dieléctrico de silicona para evitar el riesgo de corrosión.



### recuerda

Si conocemos la caída de tensión en un componente de 3 V y la intensidad que circula por el circuito, 1,25 A, se puede calcular la resistencia del componente que produce la caída de tensión.

$$I = \frac{U}{R}; \frac{3 \text{ V}}{1,25 \text{ A}} = 2,4 \Omega$$

### recuerda

La manera más sencilla de comprobar un punto de masa es medir su resistencia con un óhmetro. El valor se debe aproximar lo máximo posible a 0 Ω.

### saber más

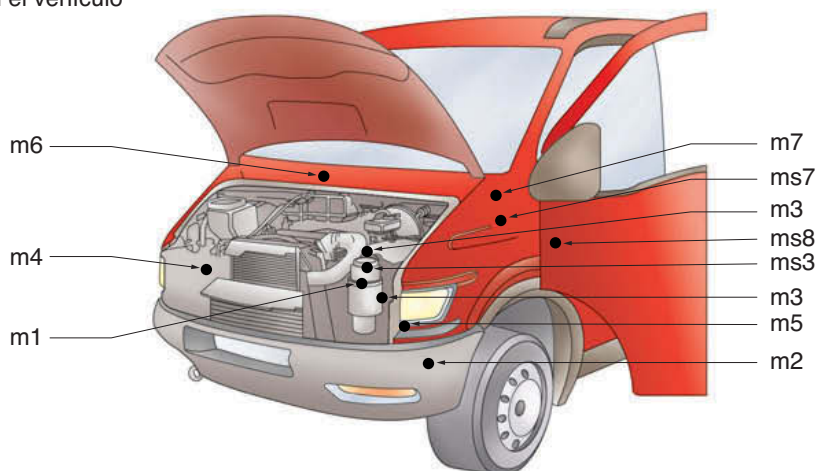
En muchos circuitos de señalización gestionados con módulos de gestión, las señales que reciben de los mandos indicadores son señales de masa.



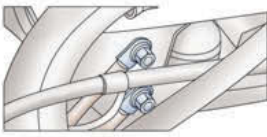



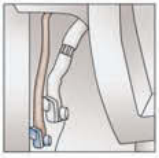

← Figura 1.29. Borne sulfatado.





## Puntos de masa en el vehículo



Conexión de masa	Ubicación	Componentes afectados
m1 	Bloque izquierdo del motor	Terminal negativo de la batería - conexión a los puntos de masa m2 y m3
m2 	Parte delantera del larguero izquierdo	Conexión al punto de masa m1
m3 ms3 	Parte inferior del capó (bajo la servodirección de depresión)	Conexión al punto de masa m1 - componentes en el bastidor y motor - centralita electrónica ABS
m4 m5 	Capó (cerca del faro lateral de dirección derecho e izquierdo)	Resistencia de la calefacción de gasóleo - interruptor de indicación del filtro del aire obstruido - grupos ópticos delantero y lateral - electrobomba del lavacrystal
m6 	Lado derecho del interior de la cabina	Conmutador de mando de las luces - grupo de mando del desescarchador eléctrico del parabrisas - encendedor - iluminación del cenicero - interruptor de las luces de emergencia - equipo radioreceptor
m7 	Lado izquierdo del interior de la cabina	Tablero de instrumentos con testigos indicadores - faros de gálibo delantero - mando geometría faros - telerruptores en el soporte de los telerruptores/fusibles - iluminación interior
ms7 	Lado izquierdo del interior de la cabina	Tablero de instrumentos con testigos indicadores - conmutador de mando de las luces - mando indicador del nivel del líquido refrigeración motor insuficiente - transmisor para velocímetro electrónico
ms8 	Parte central de la plataforma	Centralita electrónica del airbag

↑ Figura 1.30. Situación de las masas en un Iveco Daily.

## 7.4. Localización de drenajes de corriente

Las principales causas del consumo excesivo de corriente con el motor parado son circuitos que siguen consumiendo corriente a pesar de parar el motor y desconectar el contacto. A menudo no parece existir relación entre el síntoma y el origen de la avería, pero con ayuda del multímetro digital (en amperímetro) se podrá localizar la causa del drenaje.

Un drenaje de corriente superior a 0,25A descarga la batería, aunque el vehículo se encuentre parado en el garaje.

Las fugas o drenajes de corriente que agotan la batería se asocian siempre a un cortocircuito, aunque no siempre lo son.

En los vehículos actuales existe un consumo de corriente que los módulos de gestión necesitan para mantener los datos almacenados en la memoria.

Los cortocircuitos normales que provocan que salte el fusible pueden localizarse por los mismos métodos que se utilizan para diagnosticar los drenajes de corriente, aunque los síntomas sean distintos. Los fabricantes tienen cada uno su propio procedimiento para la localización de drenajes o fugas de corriente. Para asegurarse de utilizar el procedimiento adecuado se debe consultar al fabricante del vehículo.

En muchos vehículos, sin módulos de gestión electrónica, se coloca un desconector de baterías en el borne negativo de batería para evitar la descarga de la batería por drenajes de corriente, cuando el vehículo se encuentra parado.

## 7.5. Consumidores furtivos

Los consumos secretos, o furtivos son los consumos eléctricos de pequeña magnitud que se producen cuando el vehículo se encuentra parado y con el contacto quitado.

Los consumos furtivos con el tiempo descargan la batería e imposibilitan el arranque del vehículo.

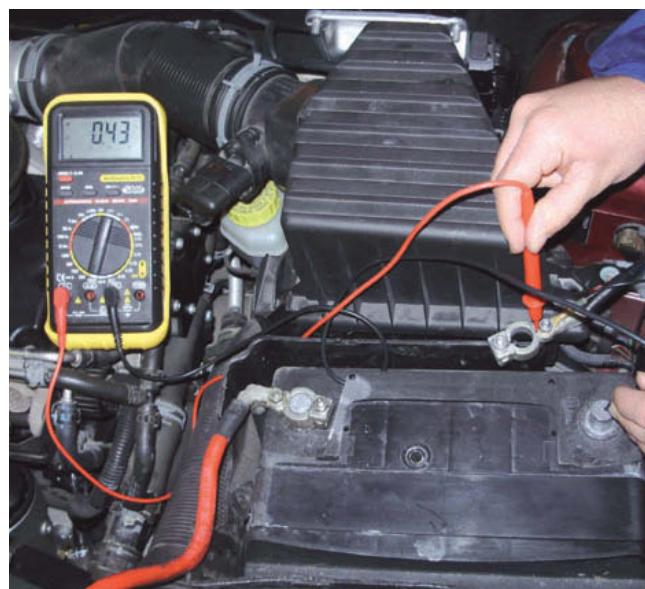
Los consumos secretos se originan al quedarse conectados y consumiendo componentes eléctricos que se deberían desconectar al quitar el contacto, y pueden ser debidos a averías de relés o interruptores que no funcionan bien, por ejemplo interruptor de luz de la guantera, asientos eléctricos etc.

La causa también puede ser de algún equipamiento no original montado en el vehículo, alarmas, antenas eléctricas, equipos de sonido, etc.

La manera de comprobar que el circuito tiene un consumidor furtivo es extrayendo el fusible que protege el circuito (figura 1.32) y comprobar si desciende el consumo en el amperímetro colocado en serie entre un borne de la batería y su terminal (figura 1.31).

### saber más

Los módulos de gestión o centralitas tienen dos alimentaciones con corriente positiva de batería, una alimentación es permanente y directa sin pasar por el contacto (mantener la memoria de la centralita) y la segunda alimentación, se realiza con corriente desde la llave de contacto, borne 15.



↑ Figura 1.31. Colocación de un amperímetro en serie para medir el consumo en amperios por drenajes de corriente.



↑ Figura 1.32. Caja de fusibles del Seat Ibiza.

## 8. Polímetro digital

### saber más

#### Seguridad y tratamiento de residuos

Las pilas de los polímetros gastadas se deben depositar en un contenedor de pilas usadas.



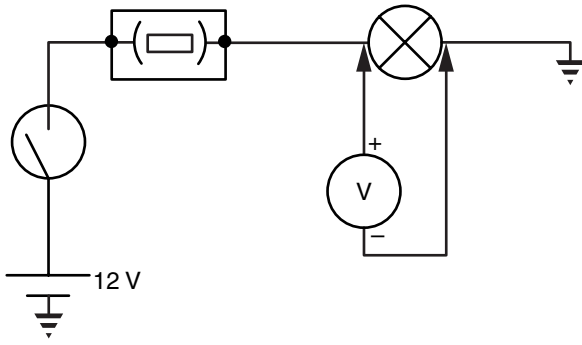
↑ **Figura 1.33.** Polímetro digital.

### Manejo del polímetro

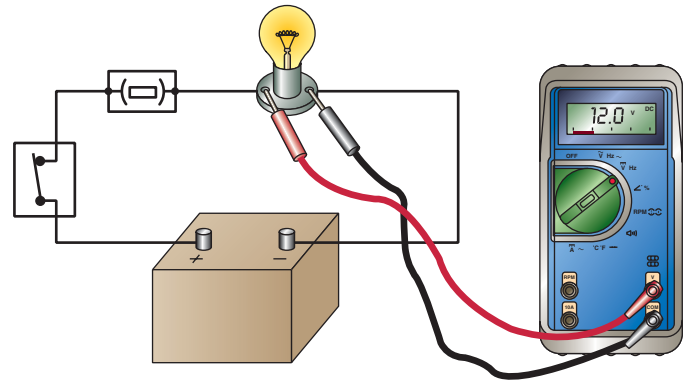
- Conectar las puntas de prueba en sus correspondientes terminales según la magnitud a medir, la negra al conector común y la punta roja, en el conector de voltios y resistencia o en amperios, si se desea medir intensidad.
- Seleccionar el rango apropiado antes de efectuar las mediciones de voltios o amperios (algunos polímetros actuales realizan esta operación automáticamente).
- Seleccionar una escala superior a la medida, por ejemplo 20 V para medir tensiones de 12 V.
- No aplicar más voltaje o intensidad de lo permitido en el rango seleccionado. El polímetro digital no permite realizar medidas de intensidad superiores a 10 A. El polímetro dispone de un fusible de protección.
- Colocar el polímetro sobre bancos de trabajo donde no existan vibraciones y protegerlo de golpes y caídas.
- Seguir las recomendaciones específicas del fabricante.

### Medición de tensión (en voltios)

En la medición de tensiones se colocan las puntas de prueba del polímetro en paralelo con los puntos o aparato sobre el cual deseamos medir su diferencia de potencial (tensión).



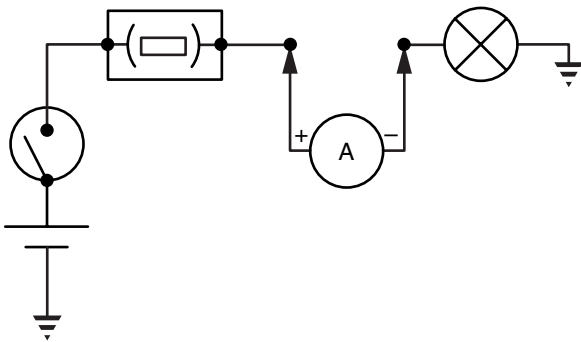
↑ Figura 1.34. Esquema de conexión del voltímetro.



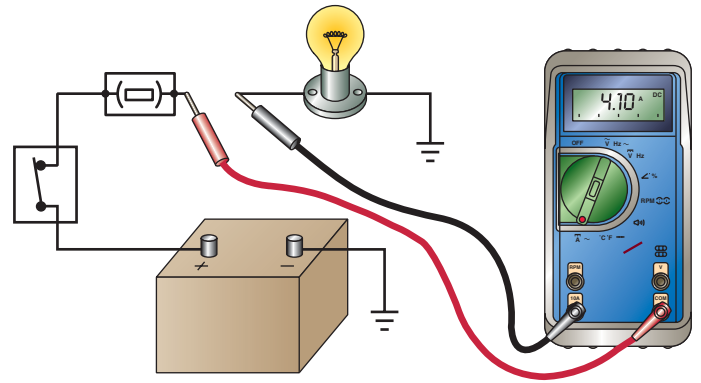
↑ Figura 1.35. Medida de la tensión.

### Medición de intensidad (en amperios)

La intensidad que circula por un circuito se mide con un amperímetro conectado en serie, para lo cual se debe abrir el circuito, conectar el amperímetro y cerrar el circuito para que la corriente circule por el circuito y por el amperímetro (figura 1.37). La intensidad también se puede realizar sin necesidad de intercalar el amperímetro empleando una pinza amperimétrica que abraza el cable de alimentación.



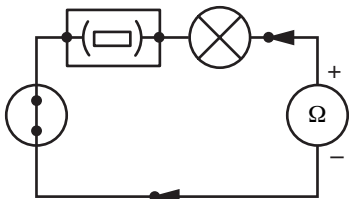
↑ Figura 1.36. Esquema de conexión del amperímetro.



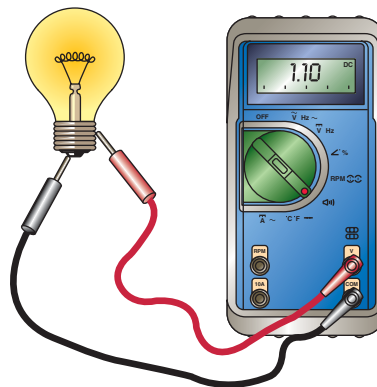
↑ Figura 1.37. Medida de la intensidad.

### Medición de resistencia (en ohmios)

La resistencia de un componente se mide una vez desconectado el componente del circuito, dejándolo sin tensión. El polímetro emplea la tensión de sus pilas para cerrar el circuito y medir su resistencia total en ohmios.



↑ Figura 1.38. Esquema de conexión de un óhmetro.



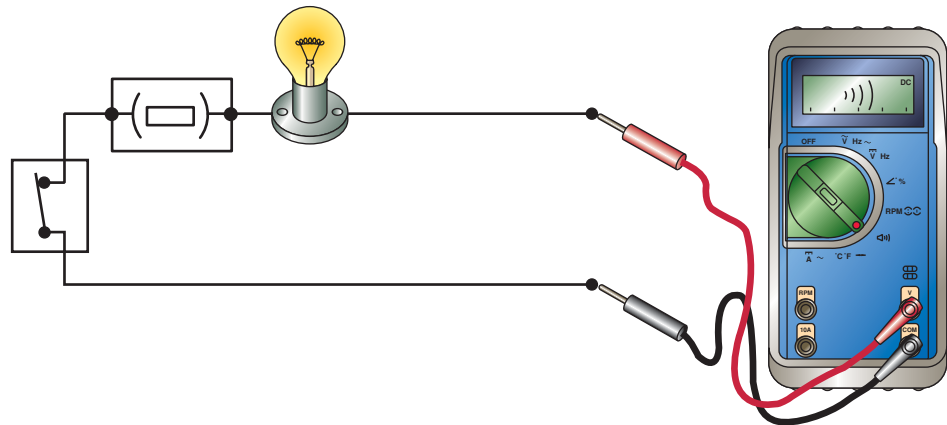
↑ Figura 1.39. Medición de resistencia, continuidad.

#### caso práctico inicial

Empleando el polímetro en posición de ohmios y con la escala superior a 5 KΩ, se mide la resistencia interna del cable con el capuchón, para comprobar si su valor es correcto.

## Prueba de continuidad (sonora)

Si el circuito que crea el polímetro y la resistencia a medir está abierto, el polímetro no emite sonido, resistencia infinita, si existe continuidad (la resistencia no está cortada) emite un pitido.



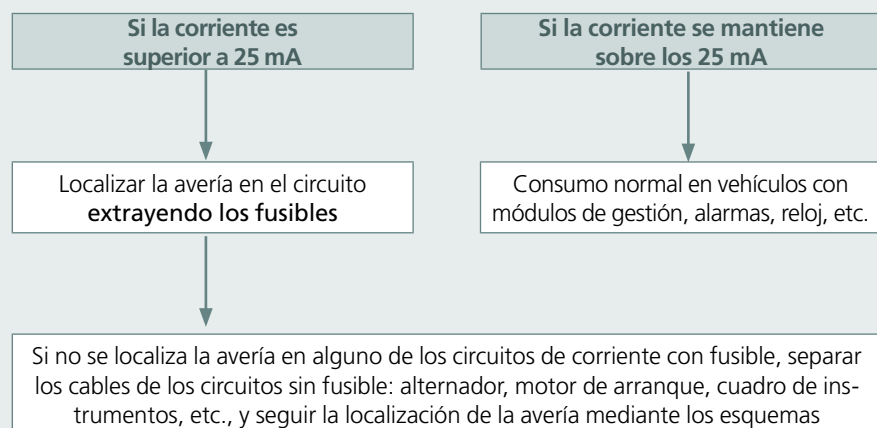
↑ **Figura 1.40.** Prueba sonora de continuidad.

## EJEMPLO

### Detección de corrientes de fuga (consumos secretos)

Estas corrientes pueden ser debidas por interruptores y relés averiados, contactos corroídos o sucios, cables en mal estado o rozados y conexiones internas a masa de los componentes. Proceso para la localización de estas corrientes (con la batería en perfectas condiciones):

- Desembornar el cable a masa de la batería.
- Conectar el amperímetro en serie (medición de amperios, máximo rango) entre el polo negativo de la batería y el cable de masa.
- Desconectar todos los consumidores de corriente (radio, luz interior, etc).
- Reducir el rango de medición en el polímetro hasta que el valor sea legible y del orden de los mA.



## 9. Seguridad en los circuitos eléctricos-electrónicos

Los trabajos de mantenimiento que se realizan en los vehículos se tienen que realizar cumpliendo dos normas fundamentales:

- La seguridad personal del técnico electromecánico.
- La seguridad de los equipos eléctricos-electrónicos de que dispone el vehículo.

El mantenimiento eléctrico se debe realizar siguiendo estas indicaciones:

- Desconectar el encendido del vehículo. Es aconsejable, y en algunos casos imprescindible, desembornar el cable de masa de la batería. Pueden producirse picos de tensión (sobre tensiones transitorias) al desenchufar o enchufar los conectores del mazo de cables de las unidades de mando, perjudiciales para los equipos electrónicos.
- Al desenchufar los conectores, hay que asegurarse de que las lengüetas de bloqueo estén sueltas, y tirar del propio conector, nunca del cable.
- No es recomendable emplear lámparas de prueba, o polímetros analógicos en las comprobaciones de los módulos electrónicos.

**En los vehículos híbridos y eléctricos que emplean alta tensión trifásica:**

Emplear guantes aislantes para realizar las desconexiones de la tensión. Los circuitos de alta tensión disponen de un desconectador extraíble (figura 1.42) que es necesario extraer y guardar en un bolsillo, una vez desconectado es necesario esperar cinco minutos para que se descarguen los condensadores de alta tensión.

**Pautas a seguir al sustituir las baterías o al realizar trabajos sobre estas:**

- No invertir su polaridad al conectarla y asegurarse de que los terminales están bien apretados. No desmontar la batería con el motor en marcha o con el contacto puesto. Emplear un estabilizador de tensión antes de quitar la batería.
- Cargar la batería fuera del vehículo. Si no fuese posible, es conveniente desconectar el borne negativo para realizar la carga.
- Para arrancar el motor, con ayuda de una batería o equipo de arranque externo, asegurarse que es de la tensión adecuada (idéntica a la del vehículo) y que no hay circuitos eléctricos conectados. Se conecta primero el polo positivo de la batería externa, o equipo, al polo positivo de la batería del vehículo, después el negativo de la batería externa a un punto de masa situado como mínimo a 40 cm de la batería, para evitar explosiones si saltase alguna chispa. Una vez arrancado el motor, activar un consumidor (luneta térmica o luces de cruce) para reducir el pico de tensión que se produce al retirar los cables auxiliares.
- En caso de realizar trabajos de soldadura eléctrica sobre el vehículo, se debe desconectar el borne negativo de la batería. Para ello, desconectaremos las uniones de enchufe de todos los aparatos electrónicos de mando y retiraremos las unidades de mando próximas al área de reparación.
- Si tras una reparación se precisa la utilización de una cámara de secado, no superar los 50 °C.
- En trabajos relacionados con airbag, los conectores son anaranjados y se encuentran sellados para evitar realizar medidas. Desconectamos la batería y seguiremos los pasos y recomendaciones indicados por el fabricante, sobre todo esperar un tiempo de desactivación antes de realizar los trabajos eléctricos.

### saber más

#### Seguridad

Todos los componentes de alta tensión trifásica de los vehículos híbridos se encuentran identificados por la señal indicadora y las etiquetas de advertencia.



↑ Figura 1.41. Señal indicadora de peligro alta tensión

### saber más

El estabilizador mantiene la tensión de batería en el vehículo y evita que se borren las memorias de los módulos.



↑ Figura 1.42. Desconectador de alta tensión extraíble.



## ACTIVIDADES FINALES

- 1. Desde el punto de vista eléctrico, ¿qué son los metales?
- 2. ¿Cómo podemos clasificar los cableados por el tipo de función que realizan?
- 3. ¿Para qué sirven los números de orden de las vías?
- 4. ¿Cómo se identifican los terminales en los esquemas de representación separada?
- 5. Un conductor de  $1,5 \text{ mm}^2$  de sección, ¿qué corriente admite y qué otras características posee?
- 6. ¿Qué cometido tienen los fusibles en los circuitos eléctricos?
- 7. ¿Se puede comprobar el estado de un cable de bujías empleando un polímetro digital?
- 8. Explica la ley de Ohm.
- 9. Explica qué son la tensión, la intensidad y la resistencia de un circuito eléctrico.
- 10. Realiza un esquema de conexión en un circuito para medir la tensión, intensidad y resistencia. Dibuja el voltímetro, amperímetro y óhmetro.
- 11. Realiza, sobre un panel, la instalación de dos lámparas de 45 W y determina la sección necesaria de los conductores. Nota: la tensión del circuito son 12 V.
- 12. Por medio de un soldador eléctrico, lleva a cabo la unión soldada entre cables de diferente sección y entre estos y sus conectores.
- 13. Realiza el engatillado de terminales preaislados y no aislados a diferentes cables con la herramienta adecuada.
- 14. Del esquema de la figura 1.7, representa en una hoja A4 los circuitos por las funciones siguientes: intermitencias y alumbrado.
- 15. Empleando el polímetro digital realiza medidas de tensión, intensidad y resistencia en un circuito eléctrico.
- 16. Realiza medidas de tensión en los receptores de corriente, lámparas, actuadores, motores etc. Realiza el cálculo de la caída de tensión en el circuito.
- 17. Comprueba el estado de las masas de un circuito que dispongas en el taller, óxido y resistencia.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

- 1. ¿Qué metal tiene mejor conductibilidad eléctrica y es el más empleado en las conducciones eléctricas?**
  - a. El hierro.
  - b. El plomo.
  - c. El cobre.
  - d. El aluminio.
- 2. Los circuitos eléctricos de los vehículos son unificables, ¿qué parte del vehículo actúa como cable del negativo masa?**
  - a. Las partes de cristal.
  - b. Los plásticos de la carrocería.
  - c. Los vehículos no tienen masa.
  - d. La carrocería y sus piezas metálicas.
- 3. ¿Qué sistema de seguridad emplean los vehículos híbridos y eléctricos?**
  - a. Un desconectador extraíble de alta tensión.
  - b. Un regulador de alta tensión.
  - c. No emplean ningún sistema.
  - d. Una toma de tierra especial.
- 4. ¿Cuál de estas mediciones se debe realizar en serie?**
  - a. Resistencia.
  - b. Intensidad.
  - c. Tensión.
  - d. Potencia.
- 5. La resistencia de un conductor se mide en:**
  - a. Amperios.
  - b. Voltios.
  - c. Ohmios.
  - d.  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .
- 6. Para calcular la sección de un cable necesitamos conocer:**
  - a. La intensidad, la longitud, el material del cable y la caída de tensión admisible en el circuito.
  - b. La longitud del cable y la tensión del circuito.
  - c. La longitud del cable y la intensidad que circula.
  - d. El material del cable y la tensión del circuito.
- 7. ¿Qué misión tienen los fusibles en los circuitos eléctricos?**
  - a. Limitar la tensión del circuito.
  - b. Limitar la intensidad que circula por el circuito.
  - c. Evitar caídas de tensión.
  - d. Evitar fugas de corriente.
- 8. ¿Dónde se localizan los puntos de masa de un vehículo?**
  - a. Los puntos de masa están localizados y señalados en planos del fabricante.
  - b. Los puntos de masa están puestos al azar.
  - c. No se conoce la posición de los puntos de masa y hay que buscarlos con un polímetro.
  - d. Los vehículos solo tienen un punto de masa, que es el borne negativo de la batería.
- 9. ¿Es necesario desconectar la batería para realizar trabajos de soldadura eléctrica en su carrocería?**
  - a. No.
  - b. Solamente en trabajos de soldadura blanda.
  - c. Sí, siempre.
  - d. No, solamente desconectamos cuando se sueldan componentes del circuito de refrigeración.



# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Polímetro digital

## MATERIAL

- Maqueta de circuitos de alumbrado
- Vehículo

## Manejo del multímetro digital

### OBJETIVOS

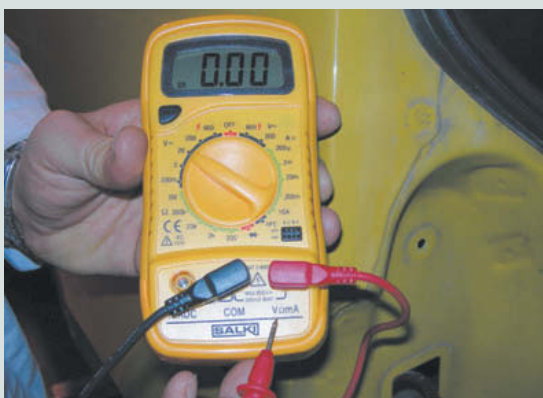
Realizar prácticas reales de medidas de tensión, intensidad y resistencia con multímetro digital.

### PRECAUCIONES

Respetar la polaridad y las escalas de medida.

### DESARROLLO

1. Colocar los cables rojo y negro en las conexiones indicadas para medir la tensión (figura 1.43).
2. Colocar la rueda selectora en la escala de voltios y siempre por encima de la tensión que se debe medir, si medimos 12 V seleccionamos la escala de 20 voltios (figura 1.44).



↑ Figura 1.43. Conectar los cables.

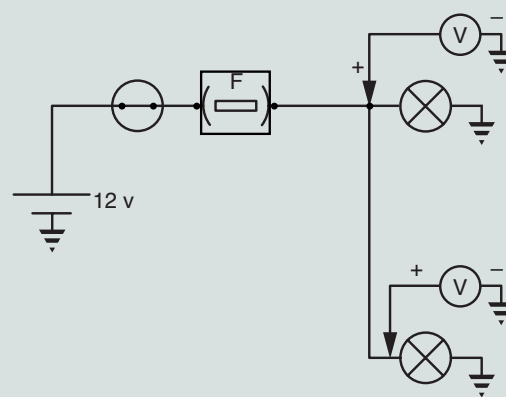


↑ Figura 1.44. Seleccionar la escala adecuada.

3. Localizar en la clema del conector los cables de tensión del circuito y conecta el voltímetro para realizar la medida (figura.1.45). El voltímetro está en paralelo según el esquema de conexión (figura. 1.46).

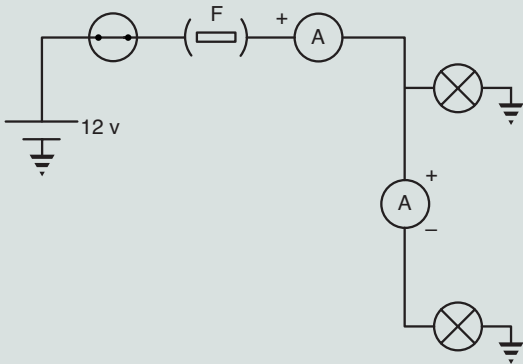


↑ Figura 1.45. Conectar los cables.



↑ Figura 1.46. Esquema de conexión del voltímetro.

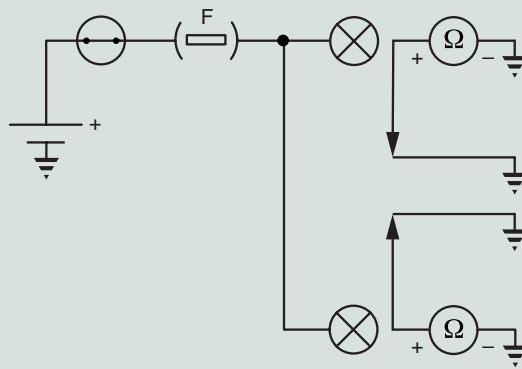
4. Medir la intensidad que circula en dos puntos distintos del circuito (figura 1.47). Para medir la intensidad, es necesario cambiar la conexión de los cables en el multímetro, el cable rojo se debe cambiar a la clavija «10ADC» y colocar la rueda selectora en la escala máxima de medida 10 A (figura 1.48).



↑ **Figura 1.47.** Esquema de conexión.

↑ **Figura 1.48.** Cambio de clavijas y selección de la escala.

5. Medir la resistencia de las masas de las lámparas del circuito.



← **Figura 1.49.** Esquema de conexión del óhmetro.

El óhmetro mide la resistencia óhmica de la masa de las lámparas, para realizar la medida se conecta la punta de medir común con el cable de la masa de la lámpara y la punta roja «+» del óhmetro a una pieza metálica con buena masa (figura 1.50).



← **Figura 1.50.** Medida de la resistencia con el óhmetro.



## MUNDO TÉCNICO

### Investigadores del departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Málaga estudian la viabilidad de utilizar el cableado eléctrico de los vehículos para transmitir otro tipo de datos, audio o vídeo

Carolina Mora Castillo

En los últimos años, el desarrollo tecnológico en automoción se ha orientado hacia la mejora de la seguridad, la fiabilidad y el confort. Para ello, se han ido introduciendo un gran número de sistemas, algunos de seguridad pasiva (como los airbags) y otros de seguridad activa, como el ESP o programa electrónico de estabilidad, un sistema electrónico de reparto de frenada, los sistemas de control de tracción, los radares anticollisión o las cámaras de vídeo para ángulos muertos, entre otros.

Investigadores de la UMA trabajan en este proyecto de excelencia.

Por otra parte, muchas funciones que tradicionalmente se resolvían mediante sistemas mecánicos, empiezan a ejecutarse mediante equipamiento electrónico dotado de cierta inteligencia (por ejemplo la inyección, los climatizadores, los limpiaparabrisas y sistemas de alumbrado automáticos...).

Estos dispositivos han elevado considerablemente el número de sensores y de actuadores, que necesitan estar interconectados entre sí y con un sistema de control central mediante redes de comunicaciones. Para ese propósito, se suelen utilizar cables de pares entrelazados o incluso fibra óptica. Por tanto, los vehículos se sirven de diferentes cables para la distribución de energía y la comunicación de datos.

Frente a esta duplicidad, investigadores del departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Málaga estudian la viabilidad de utilizar el cableado eléctrico de los vehículos para transmitir datos, de control, audio o vídeo, ya que utilizar este único canal supondría eliminar todo el cableado adicional.

El sistema basado en la tecnología de Comunicaciones por redes eléctricas (PLC por sus siglas en inglés Power Line Communications) ya se utiliza, por ejemplo, para

transmitir internet en redes locales domésticas (LAN –Local Area Network–). No obstante, los investigadores malagueños son uno de los grupos pioneros en aplicarla al automóvil.

El experto explica que sistemas actuadores como los elevadores o los climatizadores cuentan con el cable eléctrico que le suministra la energía y otro para enviar las órdenes como «subir» o «bajar». Por ello, ellos proponen un único cable en el que por una frecuencia baja se envía el suministro energético y a otra más alta los datos que induzcan el mecanismo de movimiento. Asimismo, apunta como aplicación futura otros sistemas como los DVD traseros, que podrían conectarse con un único cable con la electricidad, el audio y el vídeo.

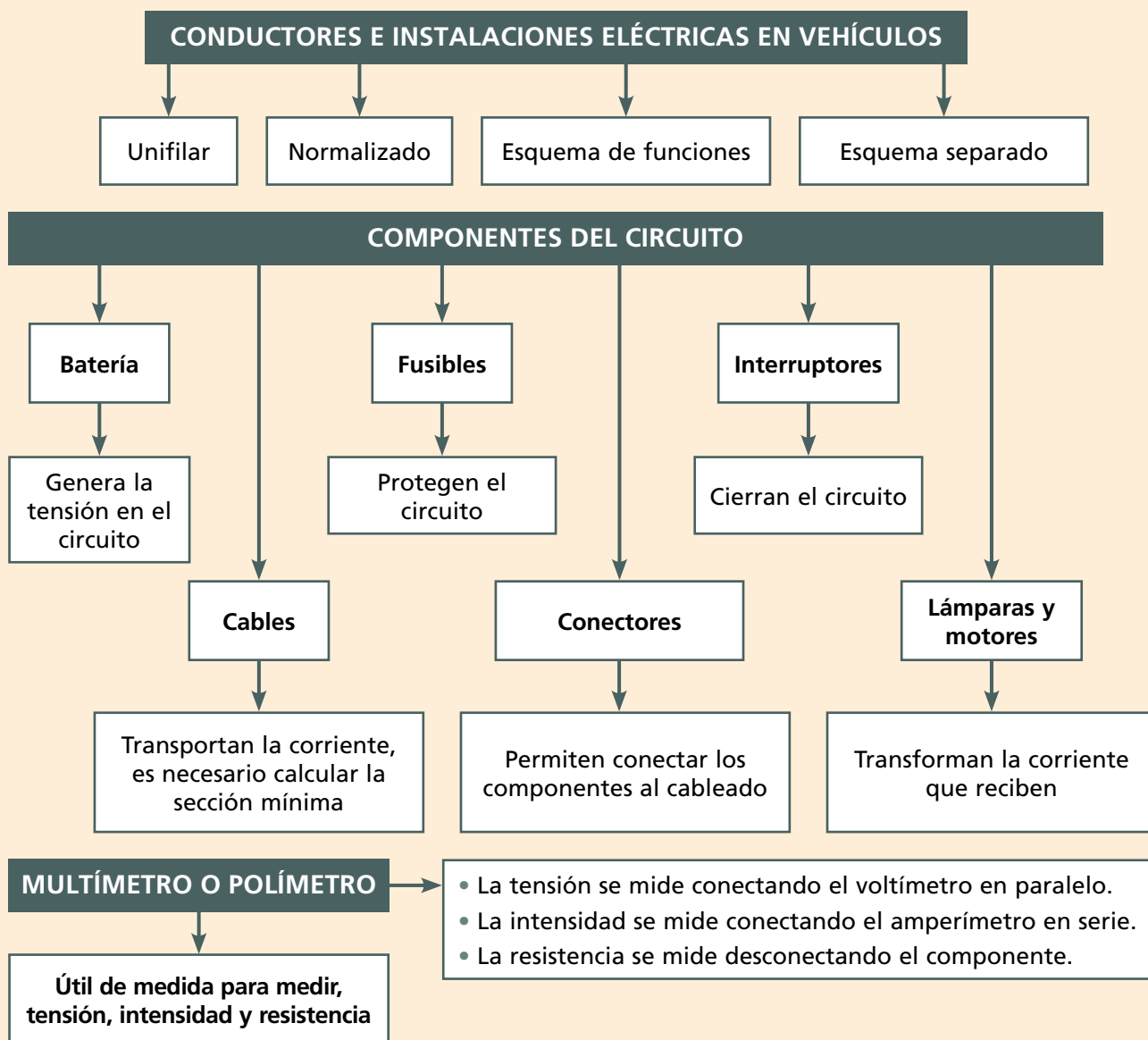
Los investigadores están utilizando en el proyecto vehículos reales, en colaboración con Fiat Málaga. En ellos, han instalado receptores y transmisores conectados a los dispositivos eléctricos como las luces, el mechero o la batería. Para cada uno de los cables, han comprobado parámetros como la resistencia que oponen al paso de la corriente y de los datos o las interferencias que se producen.

Una vez estudiado el medio de transmisión, han diseñado técnicas de modulación que permitan el uso eficaz de este canal de transporte de señal mediante modelos matemáticos.

Tras comprobar la viabilidad, estos ingenieros trabajan ahora en hacer eficiente el sistema. «Hasta el momento el vehículo cuenta con una red redundante. La idea es que la red disminuya su complejidad y abarate sus costes, aunque no recaigan en ella las funciones de seguridad, sino más bien las asociadas al confort. Poco a poco podrá reducirse al mínimo, e incluso eliminarse, todo cableado adicional al eléctrico».

Fuente: <[www.andaluciainvestiga.com](http://www.andaluciainvestiga.com)>

## EN RESUMEN



## entra en internet

1. La página web de **Mecánica virtual** dispone de problemas planteados sobre circuitos eléctricos, cálculos empleando la ley de Ohm etc.
2. En la página web de **Telkon** encontrarás componentes electrónicos.
3. Entra en la plataforma <www.dacarsa.net/>. Dispone mucha información técnica.
4. En la página web de Emagister puedes encontrar cursos de electricidad y electrónica para aumentar tus conocimientos.
5. En la página web de Autocity encontrarás manuales de reparación y artículos técnicos de electricidad del vehículo.

# 2

# Esquemas y componentes de los circuitos

## vamos a conocer...

1. Esquemas de circuitos eléctricos
2. Componentes de los circuitos eléctricos

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Localización de componentes de un esquema en un vehículo o maqueta  
Cambiar la caja de la mariposa de gases con motor eléctrico

### MUNDO TÉCNICO

Las innovaciones de los vehículos actuales están basadas en la gestión electrónica



## y al finalizar esta unidad...

- Entenderás el funcionamiento de los esquemas eléctricos.
- Entenderás la simbología utilizada por los fabricantes en los esquemas eléctricos.
- Conocerás la misión y el funcionamiento de los principales componentes montados en los circuitos eléctricos.

## situación de partida

En los motores de gasolina con carburador, la apertura de la mariposa de gases colocada en el carburador regula las revoluciones del motor. El pedal del acelerador se une mediante un cable al eje de la mariposa de gases del carburador, el conductor al pisar el pedal del acelerador controla la apertura de la mariposa y las revoluciones del motor.

En los motores actuales de gasolina que no disponen de carburador la apertura y cierre de la mariposa de gases del colector de admisión se realiza con un motor eléctrico y dos potenciómetros, denominados EPC (Electronic Power Control), los potenciómetros informan al módulo de la posición exacta de la mariposa, este sistema no dispone de una conexión mecánica con cable de unión, entre el pedal del acelerador y la mariposa.

El pedal del acelerador dispone de un captador (potenciómetro) que informa al módulo de gestión del motor de la posición exacta del pedal. El módulo procesa la señal y teniendo en cuenta el resto de captadores del vehículo; temperatura del motor, pedal del freno, pedal del embrague, temperatura del aire aspirado, etc., determinará la posición exacta que debe abrirse la mariposa de gases, mandando la señal eléctrica pulsada (PWM) para abrir la mariposa.

Este sistema de acelerador con apertura eléctrica permite que en los vehículos equipados con ABS/ESP se pueda controlar el par aportado por el motor, en situaciones límite, en las que es necesario reducirlo aunque el conductor tenga pisado el pedal pidiendo potencia.



↑ Acelerador eléctrico EPC.

## estudio del caso

*Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.*

1. Indica qué ventajas le encuentras al acelerador motorizado, con respecto un acelerador mecanizado de cable.
2. ¿Se puede sustituir el motor eléctrico del acelerador, por un motor paso a paso?
3. ¿Qué misión tiene el potenciómetro que tiene colocado en el eje de la mariposa el acelerador eléctrico?
4. ¿Crees que el motor eléctrico del acelerador eléctrico necesita un módulo de gestión para generar la corriente de excitación?



# 1. Esquemas de circuitos eléctricos

## recuerda

Los aparatos eléctricos se representan con la simbología DIN 40719.

Los bornes, con la norma DIN 72552.

Los símbolos de las secciones, con la DIN 40719.

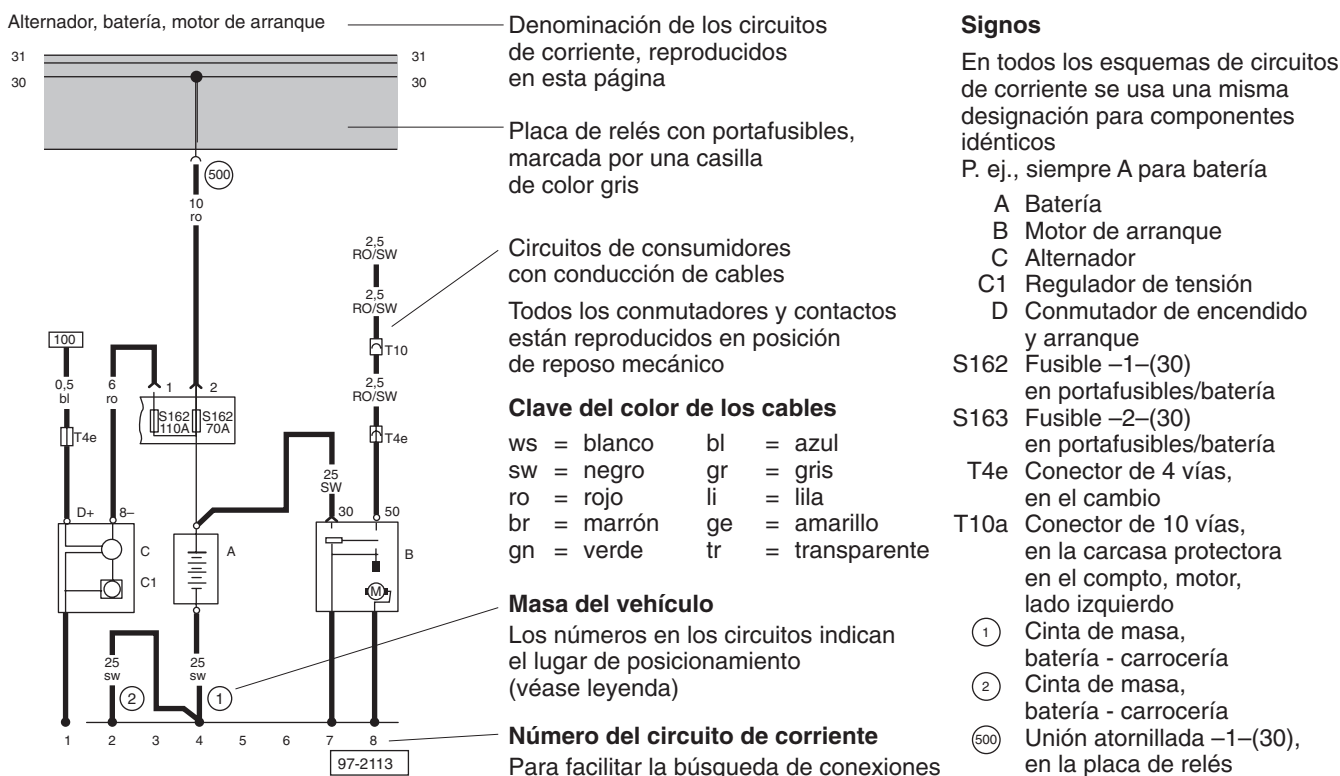
La representación de un circuito eléctrico en su esquema es un proceso fundamental para poder realizar el mantenimiento del circuito y entender cómo funciona el circuito. En el esquema de un circuito eléctrico se representan gráficamente todos los componentes y dispositivos eléctricos que dispone el circuito: interruptores, conectores, fusibles, cables, motores, etc. El circuito se inicia en la salida de la corriente positiva de la batería, hasta llegar al actuador final y el retorno de la corriente a masa, para cerrar el circuito.

Los esquemas se completan con tablas, diagramas, descripciones y códigos de colores de los cables (véase figura 2.1).

Los esquemas se nombran por la misión que realizan, intermitencias alumbrado, circuito de arranque, etc.

Aunque todos los fabricantes realizan los esquemas eléctricos de sus modelos empleando una simbología similar, el esquema final es distinto y todavía no se han puesto de acuerdo para emplear un esquema común para todos.

↓ **Figura 2.1.** Esquema eléctrico empleado por SEAT.



## EJEMPLO

Identifica los bornes del motor de arranque «B» de la figura 2.1 con su número y significado.

**Solución:**

Borne	Significado
30	Entrada directa de corriente desde el polo positivo de la batería.
50	Entrada directa desde la llave de contacto (posición arranque).

### 1.1. Estudio de esquemas de circuitos «Ford»

Los símbolos eléctricos empleados para representar un componente, cable o conector son similares en todos los fabricantes, las diferencias de representación de un fabricante a otro se centran en la forma de unir los símbolos del esquema. En las figuras 2.2 y 2.3 aparecen representados los símbolos utilizados por el fabricante Ford.






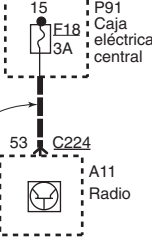




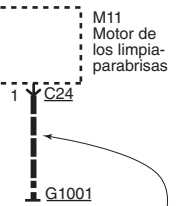

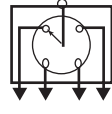

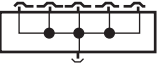



#### recuerda

Los esquemas eléctricos de automoción se realizan en versión monopolar, un solo cable para la corriente positiva, el cable negativo es la masa, sin dibujar las conexiones internas de los componentes.

Empalme repartido	Caja de componente acoplada directamente a parte metálica de vehículo (masa)	Potenciómetro (influencia exterior)	Ruptor de circuito
Cableado cruzado sin conexión	Componente con terminales atornillados	Diodo, la corriente fluye en dirección de la flecha	Fusible
Empalme	Conector acoplado a componente	Diodo emisor de luz (LED)	Enlace fusible
Conexión desmontable	Conector acoplado a cable de componente (cable flexible)	Condensador	Pantalla
Masa	Conector hembra	Condensador variable	Bocina o altavoz
Conector	Conector macho	Resistencia o elemento calefactor	Anillo rozante columna de dirección
Componente completo	Potenciómetro (presión o temperatura)	Batería	Ruptor de circuito dependiente temperatura
Parte de un componente			
Interrupor biposicional monopolar			
Interrupores de movimiento conjunto			
Contacto normalmente abierto. Cuando se activa la bobina, se cierra el interruptor			

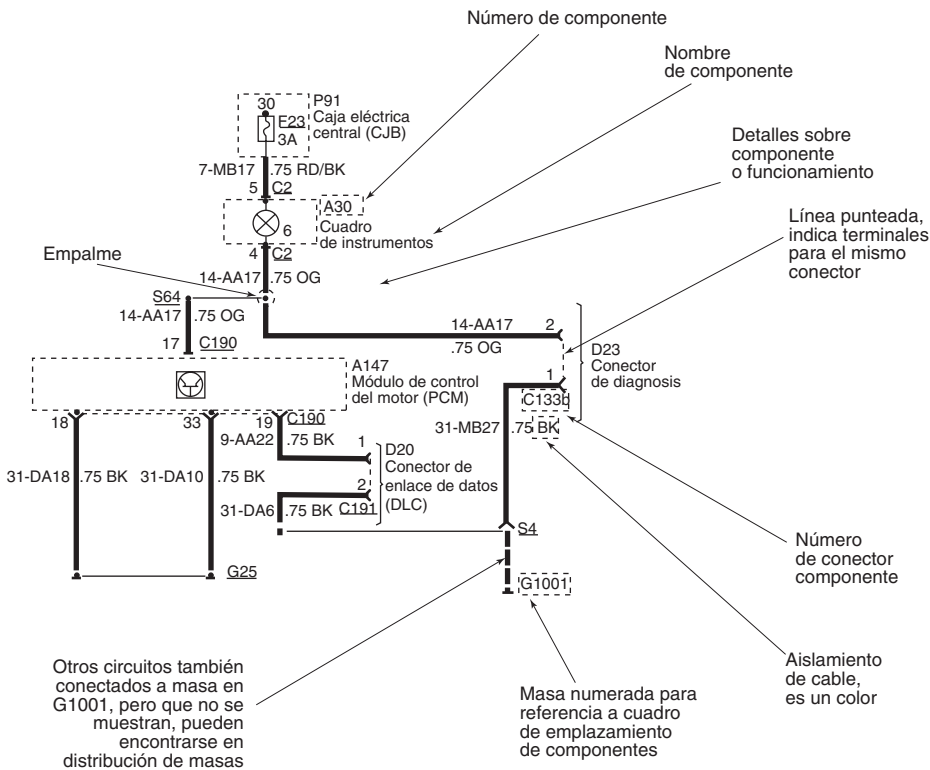
↑ Figura 2.2. Símbolos eléctricos empleados por Ford.



 <p>Bobina</p>	 <p>Símbolo del faro antiniebla delantero</p>	 <p>Línea punteada fina, representa una continuación</p>	<p>Aislamiento del cable; es un color con banda de otro color (verde con blanco)</p> <p>74-NDS <math>\downarrow</math> 1.5 GNMWH 29-01</p> <p>El circuito hace referencia a un cable que conecta otro circuito</p>
 <p>Válvula controlada por solenoide o solenoide de embrague</p>	 <p>Sensor Hall</p>	<p>Aislamiento de cable de un color</p> <p>31-HC7 .5BN 4 C100 31-HC7 .5BN</p> <p>Número de referencia de conector para cuadro de emplazamiento de componentes</p> <p>Número de terminal C24</p>	 <p>15 P91 E18: Caja eléctrica central 3A 53 C224 A11 Radio</p>
 <p>Transistor</p>	 <p>Muelle relojería</p>	<p>Número de circuito</p> <p>31-DA15 .75BN G18</p> <p>Sección de cable, en mm<sup>2</sup></p>	<p>Otros circuitos que comparten el fusible 18, pero que no se muestran, pueden encontrarse en detalles de fusibles</p>
 <p>Lámpara</p>	 <p>Zumbador</p>	<p>Línea punteada, indica terminales para el mismo conector</p> <p>.5 BNURD 9-ND11 .5 GN 4 C103 .5 BNURD 9-ND11 .5 GN</p>	 <p>M11 Motor de los limpiaparabrisas 1 C24 G1001</p>
 <p>Lámpara bifilar</p>	 <p>Distribuidor</p>	<p>Dos conexiones (terminales) en el mismo conector</p>	<p>Otros circuitos también conectados a masa en G1001, pero que no se muestran, pueden encontrarse en detalles de fusibles</p>
 <p>Símbolo de la luz larga</p>	 <p>Conector barra cortocircuito</p>	 <p>Línea punteada gruesa, representa dos o más cables</p>	<p>Un corchete muestra las diferencias del cableado entre modelos, países u opciones</p>
 <p>Símbolo del piloto antiniebla trasero</p>	 <p>Módulo de control ABS</p>	<p>El símbolo indica un dispositivo de estado sólido (consta solamente de componentes electrónicos)</p>	<p>A7 Módulo de control ABS</p>

↑ **Figura 2.3.** Símbolos eléctricos empleados por Ford.

El esquema eléctrico está formado por la representación de todos los componentes dentro de cuadrados o rectángulos, unidos por las líneas continuas o discontinuas, que representan los cables. Los conectores, empalmes y puntos de masa se encuentran señalizados en los esquemas (véase figura 2.4).

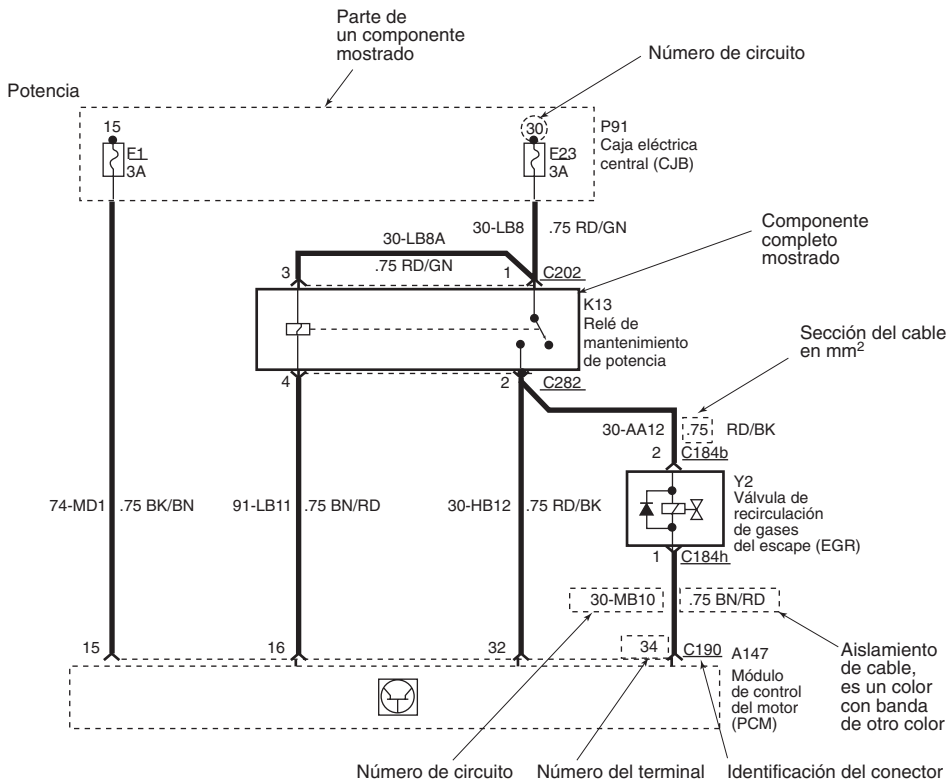


Colores de cables	
BK	Negro
BN	Marrón
BU	Azul
GN	Verde
GY	Gris
LG	Verde claro
NA	Natural
OG	Naranja
PK	Rosa
RD	Rojo
SR	Plateado
VT	Violeta
WH	Blanco
YE	Amarillo

↑ **Tabla 2.1.** Colores de los cables.

↑ **Figura 2.4.** Esquema de componentes eléctricos.

Los cables se representan con líneas continuas y discontinuas, indicando la sección en mm<sup>2</sup>. En el vehículo los cables están coloreados, la indicación del color en el esquema se realiza con las siglas del código de colores que aparecen en la tabla 2.1.



↑ **Figura 2.5.** Esquema de componentes eléctricos.



Los fabricantes proporcionan la información de los circuitos eléctricos en formato papel, CD/ DVD y servidores en RED, los programas interactivos permiten localizar la posición exacta de cualquier componente del circuito, conector, relé, módulo, etc., en el vehículo.

## 1.2. Representación de los esquemas del fabricante Volvo

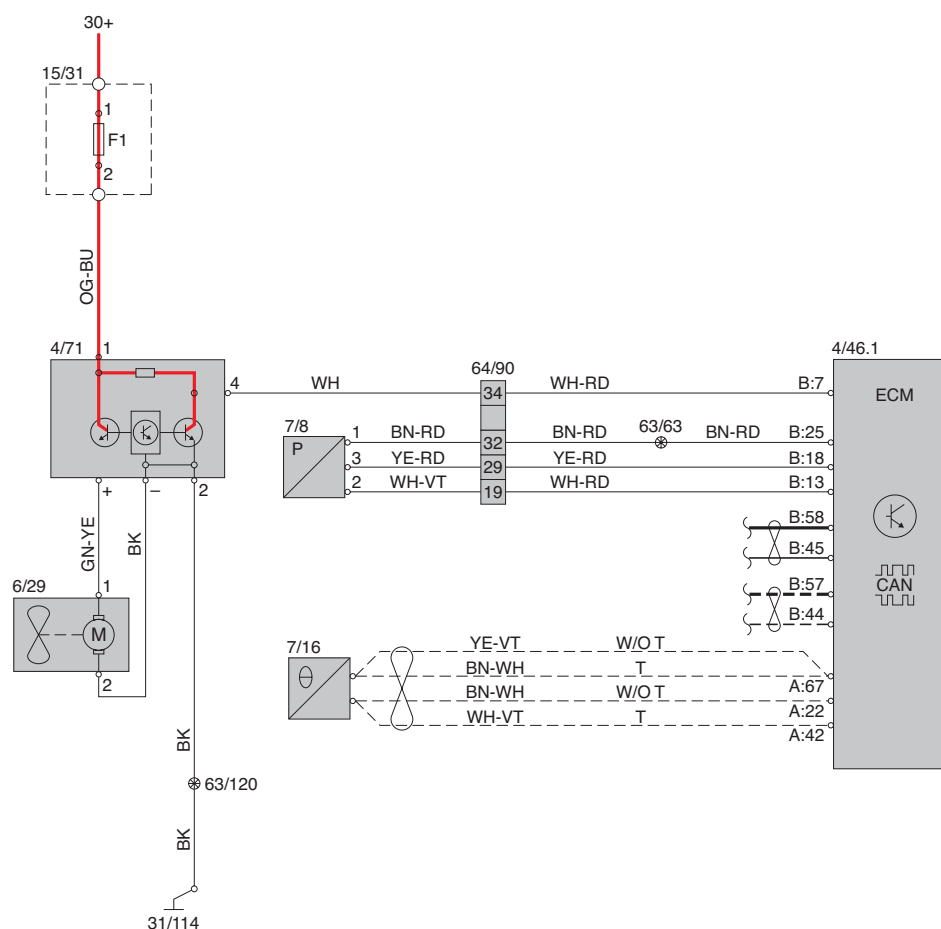
Los esquemas empleados por el fabricante sueco de automóviles Volvo son muy ilustrativos y fáciles de entender. Los esquemas se separan por circuitos, iluminación, gestión de motor, elevelunas, cierre centralizado, etc. En la figura 2.6 aparece representado el esquema eléctrico del electroventilador del circuito de refrigeración del motor.

### recuerda

Los símbolos empleados por Volvo son muy similares al resto de fabricantes con pequeñas diferencias, todos los símbolos se encuentran numerados y dentro de recuadros sombreados con un pictograma que lo representa.

Tabla del grupo de los componentes (primer número de la identificación del componente)	
1	Batería
2	Relé
3	Acoplador eléctrico
4	Unidad de mando
5	Instrumento combinado
6	Motor eléctrico
7	Sensor
8	Actuador
9	Elemento calefactor
10	Lámpara
11	Fusible
15	Barra/caja de distribución eléctrica
16	Audio
17	Servicio/diagnóstico
18	Bobina de conexión
19	Indicador
20	Componente del encendido/Derivación
27	Elemento óptico
31	Conexión a masa
63	Punto de ramificación
64	Conector

↑ **Tabla 2.2.**



↑ **Figura 2.6.** Esquema eléctrico del electroventilador (fuente Volvo).

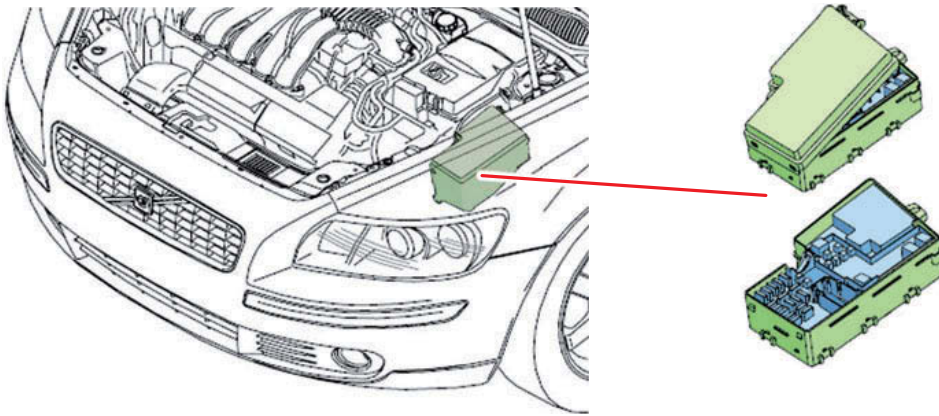
### Designación de componentes

Cada uno de los componentes eléctricos tiene una designación específica que consta de dos partes.

La primera parte se denomina número de tipo y se refiere al tipo al que pertenece el componente, por ejemplo, 2/xx (tabla del margen).

La segunda parte de la designación es un número de serie, por ejemplo, x/2.

El esquema de la figura 2.6 dispone de seis componentes: el 15/31; 4/17; 6/29; 7/8; 7/16; 4/46.1

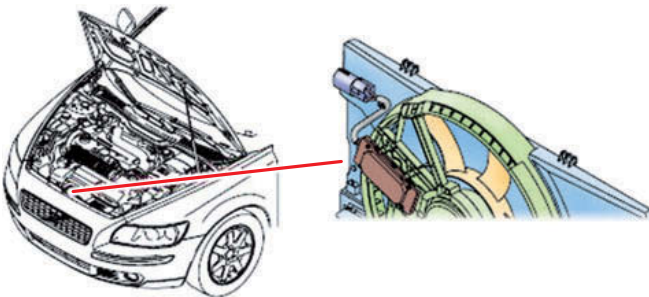


↑ **Figura 2.7.** Situación de la caja de distribución del compartimento del motor 15/31 (fuente Volvo).

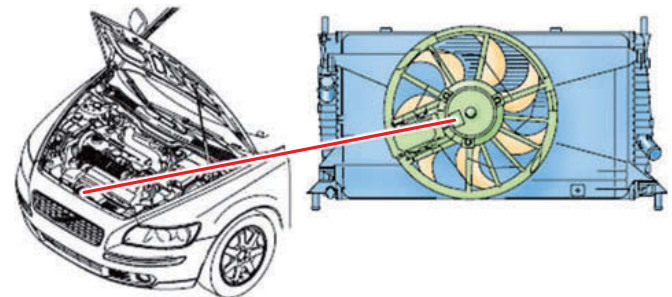
Códigos de colores de Volvo	
BK, SB	Negro
BN	Marrón
BU, BL	Azul
GN	Verde
GY, GR	Gris
LGN	Verde claro
OG, OR	Naranja
PK, P	Rosa
RD, R	Rojo
VT, VO	Violeta
WH, W	Blanco
YE, Y	Amarillo

↑ **Tabla 2.3.**

El circuito eléctricamente funciona del siguiente modo: la caja de distribución del compartimento del motor 15/31 se alimenta de corriente positiva directa 30+, se protege con el fusible F1 y sale por el cable de color OG-BU (Naranja-Azul) hasta el borne 1 del componente 4/71 (unidad de mando del ventilador de refrigeración figura 2.8). La unidad de mando 4/71 se encuentra conectada al motor del ventilador 6/29 con un cable para el positivo y otro para el negativo. La unidad 4/71 toma masa por el terminal 2 en el punto de masa 31/114.

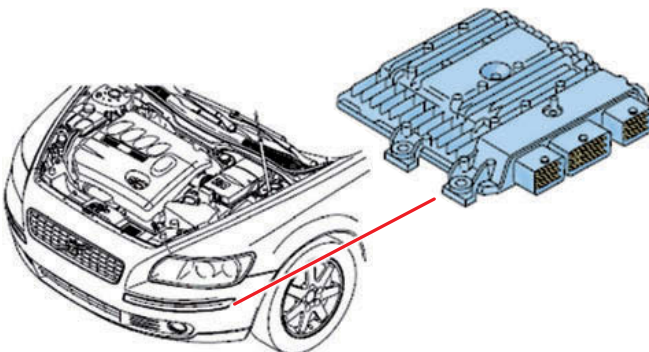


↑ **Figura 2.8.** Unidad de mando del ventilador de refrigeración 4/71.

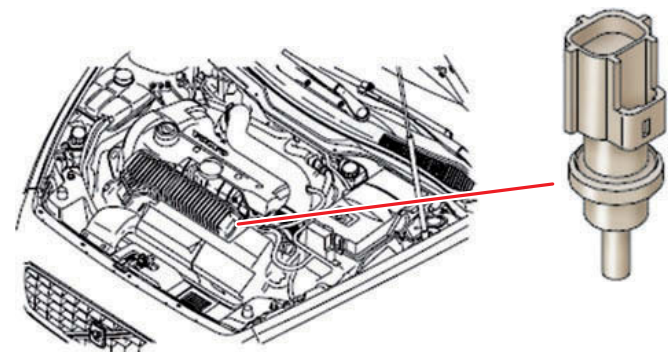


↑ **Figura 2.9.** Motor del ventilador 6/29.

La unidad 4/71 se encuentra pilotada o comandada por el terminal 4, que recibe la señal de puesta en marcha desde la unidad de control del motor 4/61.1 la cual recibe a su vez la señal de dos captadores el 7/8 y el 7/16. El captador 7/16 manda la señal de la temperatura del líquido refrigerante (véase figura 2.11).



↑ **Figura 2.10.** Ubicación de la unidad de control del motor 4/61.1.

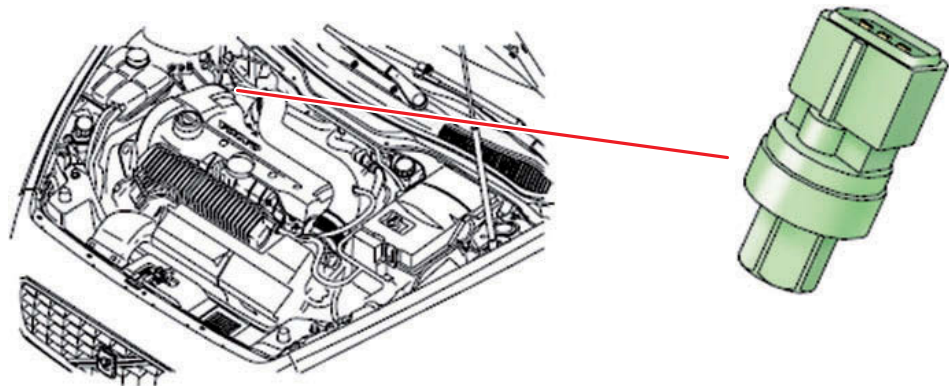


↑ **Figura 2.11.** Ubicación del sensor de temperatura 7/16.



El electroventilador enfría el radiador de la refrigeración y el radiador-condensador del aire acondicionado, el captador de presión 7/8 (figura 2.12) manda la señal sobre la presión del circuito de climatización al módulo 4/46.1 para conectarse y poner en marcha el electroventilador.

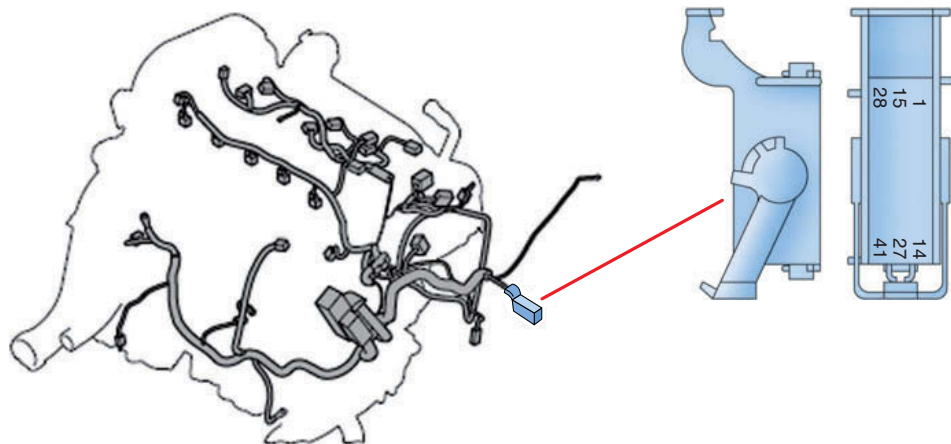
→ **Figura 2.12.** Sensor de presión del circuito de aire acondicionado 7/8.



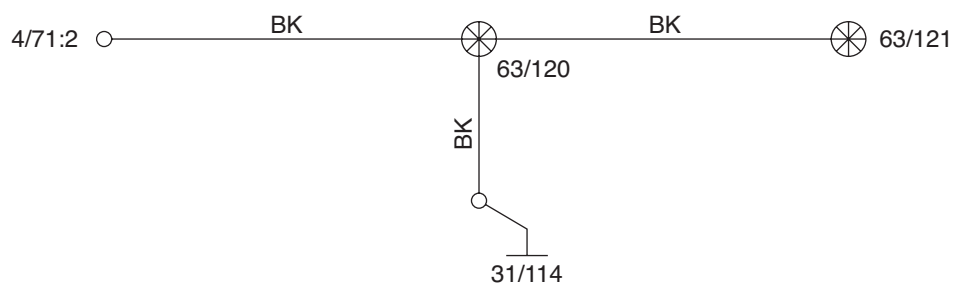
Los conectores o clemas empleadas para unir mazos de cables en el esquema eléctrico se indican con un número/número igual que otro componente, por ejemplo 64/90 y también aparece indicado el lugar aproximado donde se encuentra (figura 2.13).

Los puntos de ramificación o unión de cables están numerados del mismo modo por ejemplo, 63/120 (figura 2.14).

→ **Figura 2.13.** Conector 64/90.

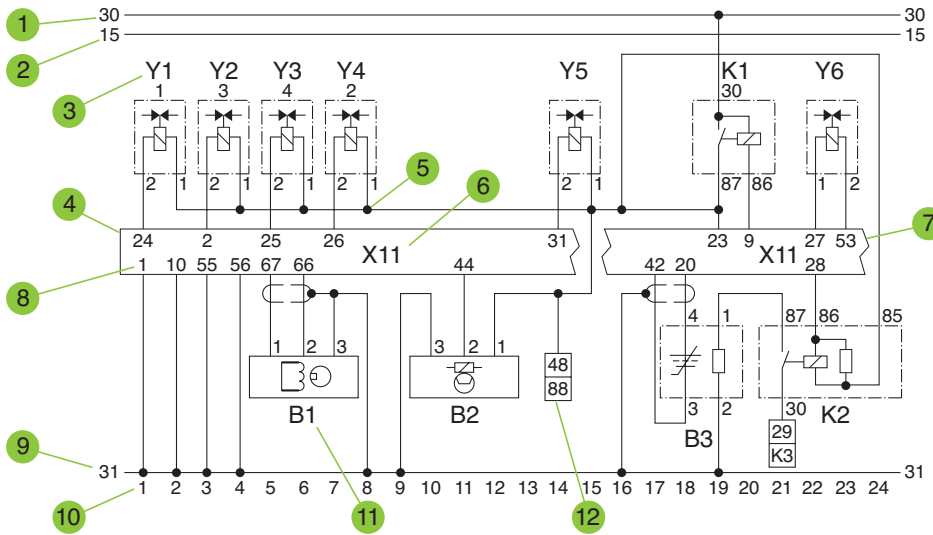


→ **Figura 2.14.** Punto de ramificación 63/120.



### Representación de esquemas del fabricante de componentes BOSCH

Los esquemas empleados por Bosch son del tipo coordenadas, con la parte positiva en la mitad superior y en la mitad inferior la parte negativa, encontrándose en la parte central del esquema el conector del componente que se tiene que verificar. Cada componente se encuentra señalado con una letra que lo identifica.



1	Terminal número 30, línea de positivo directo de batería
2	Terminal número 15, línea de positivo de la llave de contacto
3	Abreviatura del componente, para averiguar a que corresponde hay que ir a la nomenclatura. Y1 = inyector
4	Conector de la unidad de mando
5	Enlace de unión de cables para alimentar a los inyectores
6	Designación del conector de la unidad
7	Continuidad del conector de la unidad en las siguientes hojas
8	Número del terminal en el conector de la unidad de motor
9	Terminal número 31, línea de masa directo de batería
10	Número de coordenadas para poder seguir el esquema con el que se está trabajando
11	Abreviatura del componente B1 = sensor de revoluciones
12	Seguimiento del cable, «viene de otra parte del esquema» ejemplo: 48 arriba nos indica la coordenada a donde se dirige o de donde viene B8 al componente que va dirigido o de donde proviene

↑ Figura 2.15. Esquema eléctrico empleado por Bosch.

Legenda de componentes	
B..	Sensores
E..	Luces
F..	Fusibles
G..	Generadores «batería y alternadores»
H..	Testigos
K..	Relés
M..	Motores
P..	Indicadores
R..	Resistencia
S..	Interruptores
T..	Bobinas de encendido
W..	Antena
X..	Conectores
Y..	Actuadores

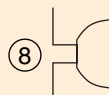
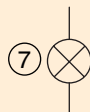
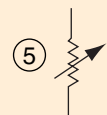
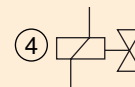
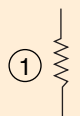
↑ Tabla 2.4.

### caso práctico inicial

El motor eléctrico de la caja de mariposas del caso inicial aparecerá como un actuador conectado con su cablería al módulo de gestión del motor, si se emplea el esquema de Bosch.

## ACTIVIDADES

1. Nombra en tu cuaderno a los siguientes símbolos utilizados en los esquemas eléctricos.





## 2. Componentes de los circuitos eléctricos

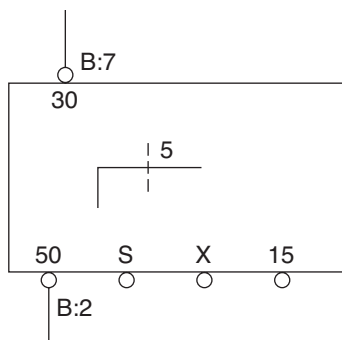
Para estudiar los componentes eléctricos los dividimos en dos grupos:

- Componentes pasivos.
- Componentes activos del circuito.

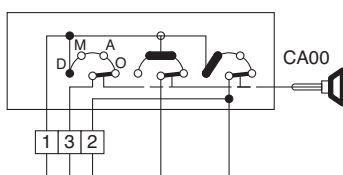
Consideramos como componentes pasivos de un circuito los componentes que actúan como transmisores de la corriente (durante el funcionamiento del circuito siempre funciona del mismo modo, sin cambiar de posición).

En el grupo de componentes pasivos nos encontramos con los siguientes componentes: cables, conectores, puntos de masa, terminales, fusibles, etc.

Los componentes activos son los restantes: los generadores, interruptores y actuadores de un circuito. Los componentes activos por tanto actúan abriendo y cerrando el paso de corriente, pueden generar electricidad y pueden transformar la corriente, en giro o calor. Los componentes activos más empleados son los interruptores, captadores, actuadores, módulos de gestión, relés, motores, etc.



↑ **Figura 2.16.** Esquema de la llave de contacto (Volvo).



↑ **Figura 2.17.** Esquema de la llave de contacto (Citroën).

### 2.1. Interruptores

Los interruptores son los componentes encargados abrir y cerrar el circuito eléctrico. Los interruptores pueden ser de dos tipos: manuales en los que el conductor actúa directamente sobre ellos, y los interruptores automáticos (mecánico, hidráulico neumático, etc.) en los cuales la presión actúa automáticamente en el interruptor, abriéndolo o cerrándolo.

#### Interruptores manuales

Interruptor de encendido o llave de contacto (véase figura 2.16-17) es el interruptor de accionamiento manual más importante del vehículo. El interruptor de encendido tiene la misión de alimentar con tensión al interruptor multifunción y al resto de circuitos que se alimenten desde la llave de contacto (borne 15). También alimenta el borne 50 del relé del motor de arranque para poner en marcha el vehículo.

#### Interruptor multifunción

El interruptor multifunción se encuentra al alcance del conductor debajo del volante o en el cuadro de mandos. Conecta el circuito de posición, las luces de cruce y/o antiniebla. Para ello dispone de varias posiciones (véase figura 2.18).



→ **Figura 2.18.** Interruptor multifunción.

## Conmutador mando de alumbrado (largas/cortas)

La palanca del interruptor de cambio de las luces de carretera y cruce se monta sobre el soporte de la columna de dirección, y se emplea también para el circuito de intermitentes en otros casos, forma un bloque común con el resto de mandos sobre el volante, lo que obliga al desmontaje previo de este para proceder a la extracción del conjunto completo.

Facilita el cambio de luces entre largas y cortas con la opción de ráfaga de luces largas.

El **pulsador-interruptor** es un dispositivo que tiene la misma función del interruptor pero que, a diferencia del interruptor, establece el paso de corriente mientras se actúa en el mismo; si esto no se produce corta el paso de corriente, el pulsador manual más importante es el pulsador de la bocina.

## Pulsador-interruptores de los elevallunas

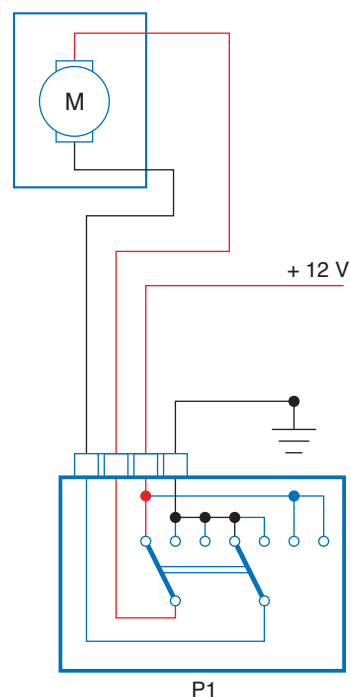
Los pulsadores-interruptores de elevallunas se emplean para alimentar con corriente el motor del elevallunas; disponen de doble contacto (figura 2.19) para invertir la entrada de corriente al motor y permitir el ascenso y descenso del cristal.

## Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos tienen la misma función que los manuales (abrir o cerrar el circuito) la diferencia radica en el tipo de accionamiento que dispone. Los accionamientos automáticos pueden ser de los siguientes tipos:

- Interruptores automáticos accionados mecánicamente.
- Interruptores automáticos accionados hidráulicamente o neumáticamente.
- Interruptores automáticos por temperatura.
- Interruptores automáticos accionados eléctricamente (relés).

Los interruptores automáticos están constituidos por dos contactos que abren y cierran un circuito eléctrico y pueden estar normalmente abiertos o cerrados. Pertenecen a esta categoría los interruptores que se accionan por mecanismos o niveles de líquidos: líquido de refrigeración, líquido de frenos, interruptor del pedal de frenos (figura 2.20), del pedal del embrague, marcha atrás, cierre de puertas, etc.



↑ Figura 2.19. Esquema del interruptor de elevallunas (fuente Fiat).



↑ Figura 2.20. Interruptor del pedal de frenos.



↑ Figura 2.21. A) Interruptor con accionamiento con presión. B) Interruptor por temperatura.

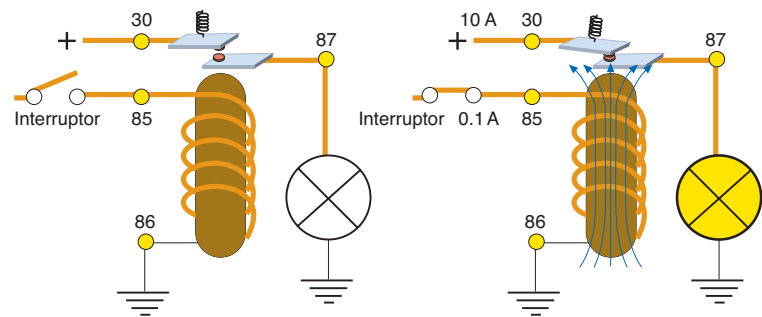
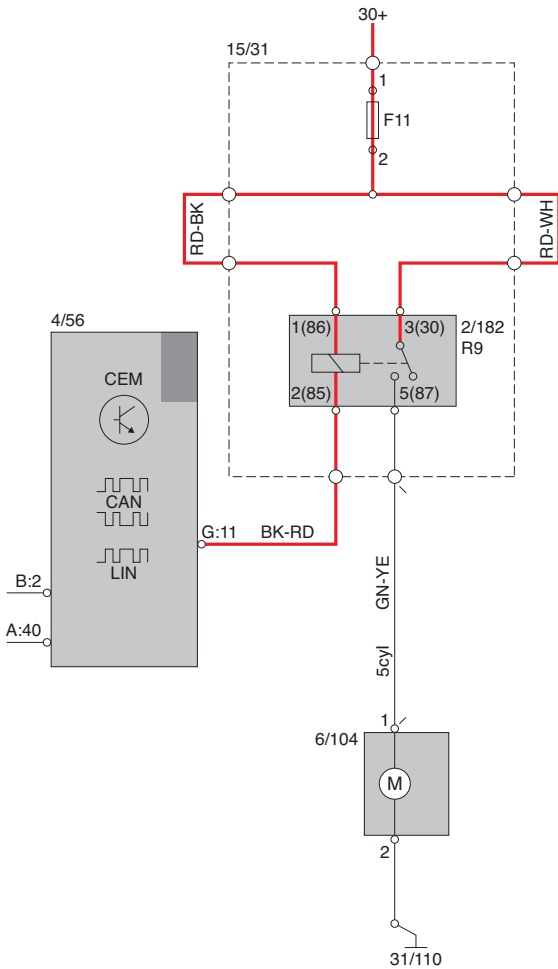


## 2.2. Relés

Los relés son interruptores con accionamiento eléctrico, los relés son muy empleados en los circuitos y se emplean principalmente para comandar y permitir el paso de corriente en los circuitos eléctricos (figura 2.22).

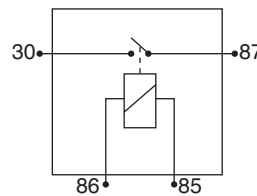
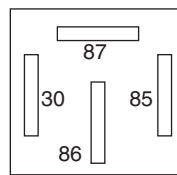
El relé permite alimentar un componente: calentador, lámparas, luzeta térmica, motores, etc., que necesitan mucha potencia eléctrica, sin que toda la intensidad circule por el interruptor o módulo de control, que comanda el circuito. El interruptor manual o el módulo de gestión alimenta el bobinado del relé con una pequeña intensidad, el bobinado crea un campo magnético que atrae el contacto del relé cerrando el circuito de potencia que permite el paso de una elevada intensidad (figura 2.23), protegiendo los interruptores del paso de grandes intensidades, aumentando la vida útil del componente.

Existen varios tipos de relés, dependiendo del conexionado interno y del número de contactos, en la (figura 2.24) aparecen los más empleados.

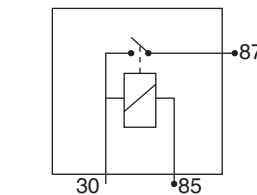
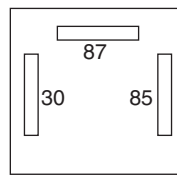


↑ Figura 2.22. Esquema de conexión de un relé.

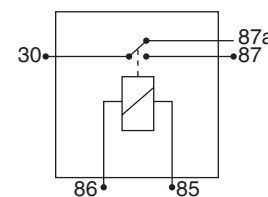
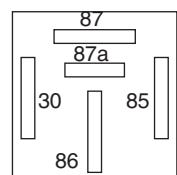
↑ Figura 2.23. Funcionamiento interno de un relé con un contacto.



- 30. Entrada de corriente principal
- 85. Entrada de corriente de mando (negativo)
- 86. Entrada de corriente de mando (positivo)
- 87. Salida de corriente principal



- 30. Entrada de corriente principal
- 85. Salida de corriente de mando
- 87. Salida de corriente principal



- 30. Entrada de corriente principal
- 85. Entrada de corriente de mando (negativo)
- 86. Entrada de corriente de mando (positivo)
- 87. Salida de corriente principal
- 87a. Salida de corriente principal en posición reposo



↑ Figura 2.24. Relé y esquemas internos y bornes de conexión de distintos relés.

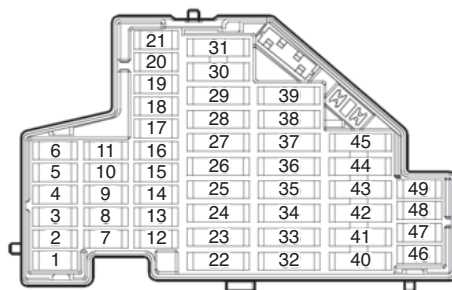
### 2.3. Caja eléctrica distribuidora

En la caja eléctrica central se colocan los principales relés y fusibles de la mayoría de los circuitos del vehículo. Algunos modelos disponen de dos cajas, una colocada en el vano motor (figura 2.25), y otra dentro del habitáculo, guantera, etc. La caja eléctrica distribuidora es la pieza más importante de la instalación eléctrica: recibe las señales de los interruptores, pulsadores, conmutadores, etc. y envía a los elementos receptores o actuadores, resistencias, lámparas, motores, etc.

El volvo S40 dispone de dos cajas eléctricas: una colocada en la guantera (figura 2.26) y la otra en el compartimento del motor (figura 2.7). Cada caja dispone de los fusibles y relés de los componentes más próximos. La colocada en el interior de la guantera dispone de los relés y fusibles de iluminación interior, exterior, climatización, etc., en la colocada en el compartimento del motor, los relés y fusibles de la gestión del motor, dirección, ABS, etc.

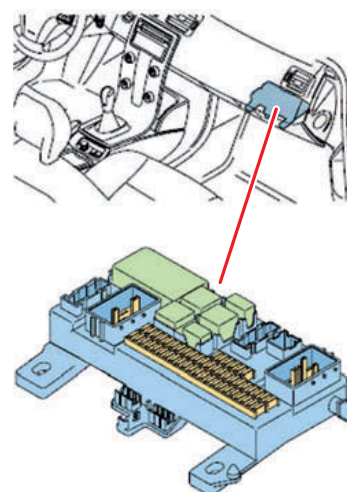


↑ Figura 2.25. Caja eléctrica colocada en el vano motor, BMW 318 tds.



Nº	Consumidor	Amperios
1	Conector de diagnóstico, conmutador de las luces (iluminación de los mandos)	10
2	Frenos (unidad de control), programa electrónico de estabilización (ESP)	5
3	Dirección asistida electromecánica	10
4	Calefacción (mandos), climatizador (sensor de presión, sensor de calidad del aire)	10
5	Conmutador del pedal de embrague, conmutador de la luz de los frenos	5
6	Mando giratorio para navegación, unidad de control para transferencia de datos CAN (gateway)	5
7	Calefacción de los asientos, regulación automática del alcance de las luces	5
8	Ayuda para el aparcamiento, emisor para abrir la puerta del garaje, retrovisor interior con ajuste automático para posición anti-deslumbrante, sistema de navegación	10
9	Sin ocupar	
10	Sin ocupar	
11	Unidad de control del remolque	10
12	Cierre centralizado	10
13	Enchufe para diagnóstico, conmutador de la luz del freno	10
14	Sin ocupar	
15	Luces interiores, luces de lectura	10
16	Calefacción (unidad de control), climatizador (unidad de control)	10
17	Electrónica de confort (unidad de control)	5
18	Ayuda para el aparcamiento, programa electrónico de estabilización (ESP)	5
19	Cierre centralizado	10
20	Sin ocupar	

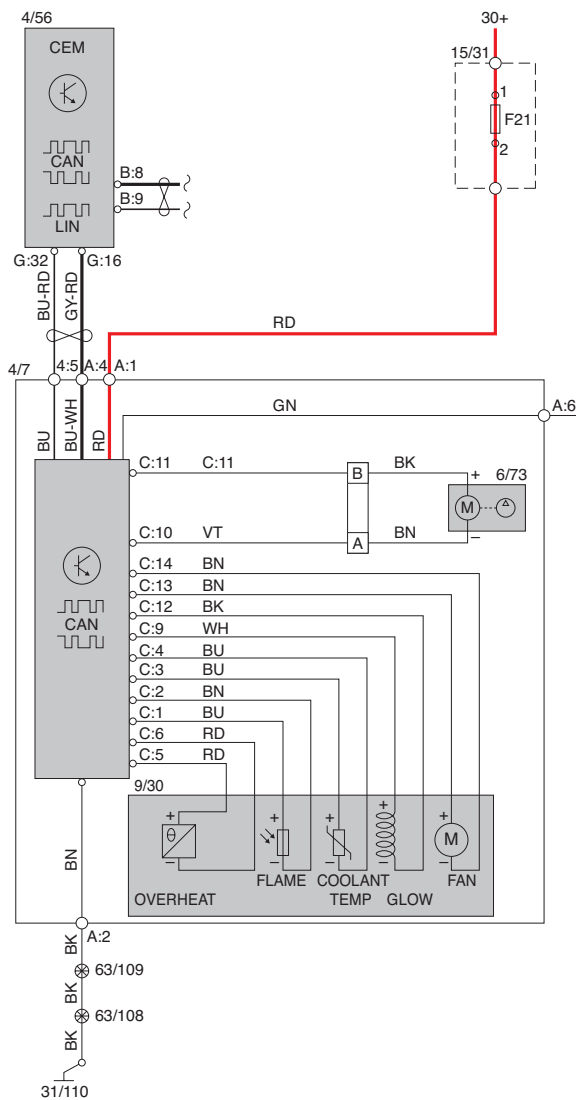
Nº	Consumidor	Amperios
21	Sin ocupar	
22	Climatizador (ventilador)	40
23	Sistema limpiaparos	20
24	Encendedor	20
25	Calefacción de la luneta trasera	30
26	Toma de corriente en el maletero	20
27	Bomba de combustible	15
28	Sin ocupar	
29	Unidad de control del depósito, unidad de control del motor, testigo para aviso de desconexión del airbag	10
30	Sin ocupar	
31	Conmutador para luz de marcha atrás	5
32	Sin ocupar	
33	Techo corredizo/deflector	25
34	Calefacción de los asientos traseros	20
35	Alarma antirrobo	5
36	Apoyo lumbar	10
37	Calefacción de los asientos delanteros	20
38	Sin ocupar	
39	Sin ocupar	
40	Calefacción (ventilador)	40
41	Limpialuneta	15
42	Limpiaparabrisas (bomba de lavado)	15
43	Sin ocupar	
44	Unidad de control del remolque	20
45	Unidad de control del remolque	15
46	Eyectores térmicos del lavaparabrisas, calefacción (unidad de control), climatizador (unidad de control)	5
47	Sin ocupar	
48	Sin ocupar	
49	Sin ocupar	



↑ Figura 2.26. Caja distribuidora (guantera).

↑ Figura 2.27. Caja de fusibles del Audi A3 2005.

## 2.4. Unidades de control



↑ **Figura 2.28.** Circuito de calefacción auxiliar (Volvo).

### caso práctico inicial

La apertura y cierre de la mariposa de gases se realiza con un motor eléctrico alimentado con corriente pulsada (PWM) desde el módulo de gestión del motor.

Las unidades de control «UEC», o «centralitas», disponen de circuitos electrónicos diseñados y programados para recibir las señales de sus captadores, procesar estas señales y emitir una señal al actuador correspondiente.

Todas las unidades de control se encuentran intercomunicadas entre sí con la red de a bordo (Can Bus), la red Can Bus permite a los módulos electrónicos compartir todas las señales que una unidad recibe, con el resto de unidades del vehículo.

En los esquemas eléctricos las unidades de control se representan con un rectángulo en cuyo interior va dibujado el símbolo de un transistor (figura 2.28).

Las unidades de control permiten memorizar las señales que recibe de todos los captadores conectados; cuando un captador emite una señal errónea o fuera de los parámetros normales, el módulo la puede anular y tomar una señal sustitutiva de otro captador similar, señal sustitutiva que permite funcionar en modo de emergencia, evitando que el vehículo quede parado. Las unidades de control memorizan las averías eléctricas de sus circuitos. Las averías memorizadas se pueden chequear y leer empleando un equipo de diagnóstico.



↑ **Figura 2.29.** Equipo de diagnóstico.

## ACTIVIDADES

2. Explica las diferencias entre un interruptor multifunción y un conmutador de mando.
3. Dibuja un esquema eléctrico sencillo utilizando los símbolos empleados por Ford.

## 2.5. Actuadores

Los actuadores son los componentes que reciben la señal o corriente eléctrica y la transforman en un movimiento o giro, luz, calor, etc.

Los actuadores más empleados son los siguientes:

- Motores.
- Pilotos.
- Resistencias y bobinados.

### Motores eléctricos

Los motores eléctricos son actuadores prioritarios en los vehículos, los motores eléctricos transforman la corriente eléctrica que reciben en un giro en su eje. Los motores transforman el giro del eje en el movimiento que se necesite, los motores eléctricos se emplean para poner en marcha el motor de combustión, elevar los cristales de las puertas, girar los electroventiladores del circuito de refrigeración y ventilación, etc.

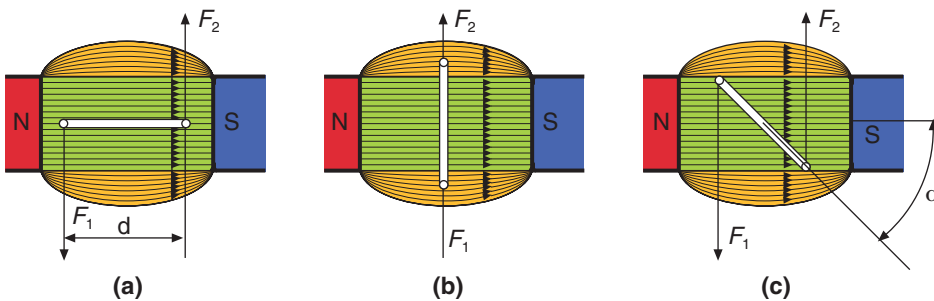
Los motores eléctricos que se emplean en los vehículos son de tres tipos:

- Motores de corriente continua y giro continuo.
- Motores de corriente continua y giro paso a paso.
- Motores de corriente alterna trifásicos.

Los motores de corriente continua con giro continuo funcionan empleando los siguientes principios del electromagnetismo.

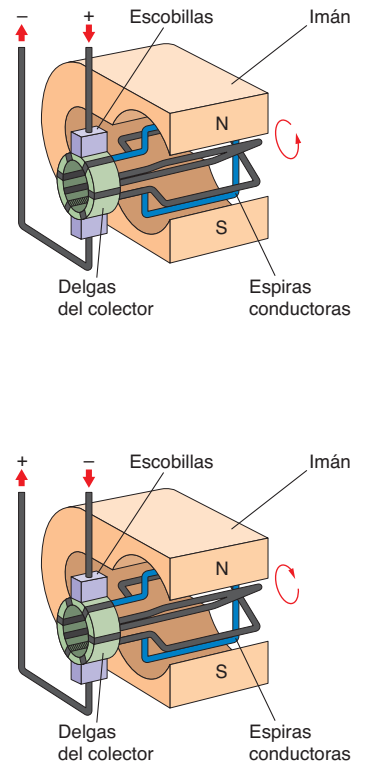
Si un cable conductor es sometido a un campo magnético aparece una fuerza  $F$ . Cuando se introduce una espira, por la que circula una corriente eléctrica, en el interior de un campo magnético, la corriente pasará en un sentido en uno de los lados y en el contrario en el otro. Lo anterior dará lugar a un par de fuerzas iguales y de sentido contrario, una a cada lado de la espira ( $F_1, F_2$ ). Estas fuerzas producen un par de giro, cuyo valor depende de la posición de la espira y de la distancia entre los conductores ( $d$ ).

En la figura 2.30 están representadas diferentes posiciones de una espira respecto al campo magnético, en la posición (a) el par es máximo, mientras que en la posición (b) es mínimo e igual a cero. Es en este momento cuando se produce el cambio de polaridad en los conductores por la posición relativa de las escobillas respecto a las delgas del colector (conmutación), salvada la posición neutra, produciendo de nuevo el giro de la espira.

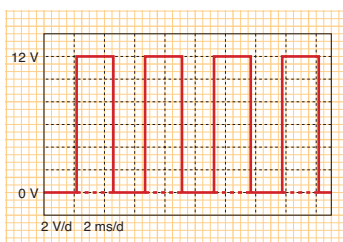


↑ **Figura 2.30.** Par producido por una espira.

Para cambiar el sentido de giro en un motor de corriente continua tan solo es necesario invertir la polaridad de la alimentación del motor (figura 2.31).



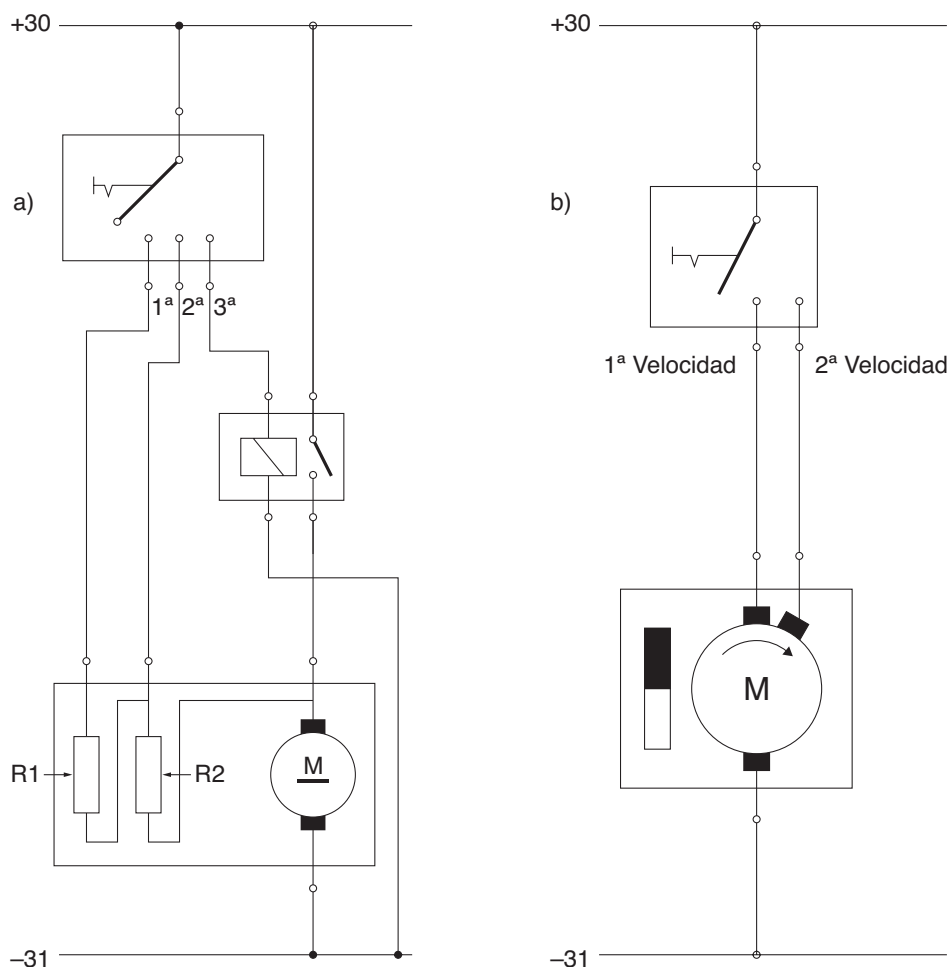
↑ **Figura 2.31.** Giro del motor según la corriente de alimentación.



↑ **Figura 2.32.** Señal (PWM) pulsada empleada para controlar el giro de motores eléctricos.

Para regular la velocidad de giro de los motores de corriente continua y giro continuo se emplean los siguientes sistemas:

- Regulando la entrada de tensión en la alimentación del motor, mediante resistencias (figura 2.33a). En la primera velocidad la tensión de alimentación baja, la corriente circula por las resistencias R1 y R2 que provocarán una caída de tensión, el motor perderá velocidad y también perderá par de giro (fuerza). En la segunda velocidad la corriente solamente circula por la resistencia R2, la caída de tensión es menor que en la velocidad 1<sup>a</sup>. En la tercera velocidad la corriente circula para excitar el bobinado del relé. El relé conduce la corriente directamente del borne 30, alimentando el motor con la máxima tensión posible sin caídas de tensión, y el motor girará a su máxima velocidad.
- Para no perder par en el eje de salida se monta un circuito modulador de anchura de pulsos (PWM) con una salida a transistor adaptado a la potencia del motor. El motor eléctrico de la mariposa del acelerador eléctrico de caso inicial se controla con señales eléctricas pulsadas desde el módulo de gestión. Fig. 2.32.
- Empleando una tercera escobilla, la corriente de entrada y el campo magnético generado en el inducido se desfasa y aumenta la velocidad de giro (figura 2.33b). Este sistema de control se emplea en los motores del limpia, que disponen de dos velocidades.



↑ **Figura 2.33.** Esquemas de regulación: a) De tres velocidades. b) Con tercera escobilla.

### Motores paso a paso

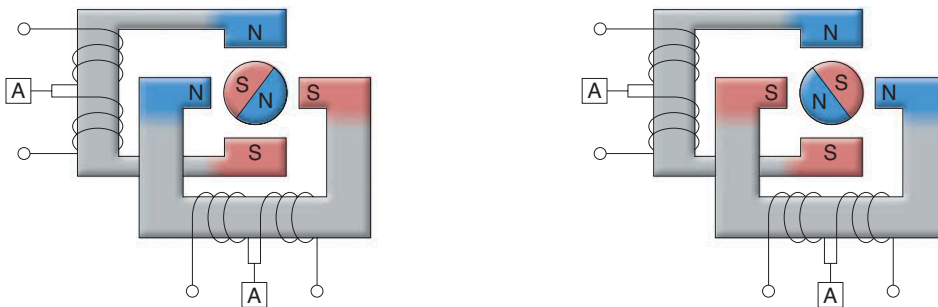
Los motores paso a paso se emplean en dispositivos que necesitan girar con mucha precisión, por ejemplo: motores de los faros bixenon con luz de viraje, estabilizadores de ralentí, trampillas de entrada de aire de la climatización, etc.

La constitución básica de los motores paso a paso la forman dos componentes:

- Un rotor sobre el que van montados los imanes permanentes.
- El estator y sus bobinas excitadoras

Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente controlada por un módulo de gestión.

La característica principal de los motores paso a paso es el hecho de poder mover su eje de forma muy precisa, un paso por cada pulso eléctrico que se aplique en las bobinas correspondientes, Por ejemplo en un motor de cuatro pasos, cada giro del motor son 90° (figura 2.34). En otro motor de 200 pasos, en cada giro el eje se mueve 1.8°, para completar un giro completo de 360°.



↑ Figura 2.34. Constitución básica de un motor paso a paso de cuatro pasos por giro.

### Motores trifásicos de corriente alterna

Los motores trifásicos empleados en los vehículos híbridos y eléctricos son del tipo sincrónico permanentemente excitados y sin escobillas.

Los motores síncronos están constituidos básicamente por dos componentes:

- Un inducido que suele ser fijo, formando por lo tanto el estator, con sus correspondientes bobinas, sobre estos bobinados se aplica la corriente alterna trifásica.
- El inductor o rotor formado por imanes permanentes muy potentes, que contiene un cierto número de pares de polos magnéticos. El campo magnético variable del estator hace girar al rotor a una velocidad fija y constante de sincronismo que depende de la frecuencia alterna aplicada. De ello deriva su denominación de síncronos.

### Pilotos

Los pilotos están formados por tres componentes: tulipa, cuerpo con reflector y portalámparas. Según el sistema de fijación se clasifican en pilotos con tulipa desmontable y pilotos con tulipa fija o soldada. En los pilotos con tulipa desmontable, la tulipa va unida al cuerpo.

En los pilotos con tulipa desmontable, la tulipa va unida al cuerpo mediante tornillos.

El cuerpo está unido al portalámparas formando un conjunto (monoblock), montándose las lámparas directamente sobre el cuerpo, o bien el piloto está dividido en tres partes: cuerpo, portalámparas y tulipa; con este sistema se puede acceder a las lámparas sin desmontar tulipa y cuerpo.

### caso práctico inicial

Todos los motores paso a paso del vehículo se encuentran alimentados eléctricamente desde una unidad de control (centralita), no se pueden alimentar directamente desde relés.

### recuerda

La corriente trifásica empleada en los motores eléctricos de los vehículos eléctricos e híbridos es peligrosa, se encuentra indicado con el triángulo de peligro con el símbolo del rayo, antes de manipular se debe desconectar la corriente y emplear guantes protectores

Grados por impulso de excitación	Nº de pasos por vuelta
0,72°	500
1,8°	200
3,75°	96
7,5°	48
15°	24
90°	4

↑ Tabla 2.5. Tabla de giros de motores paso a paso.

### saber más

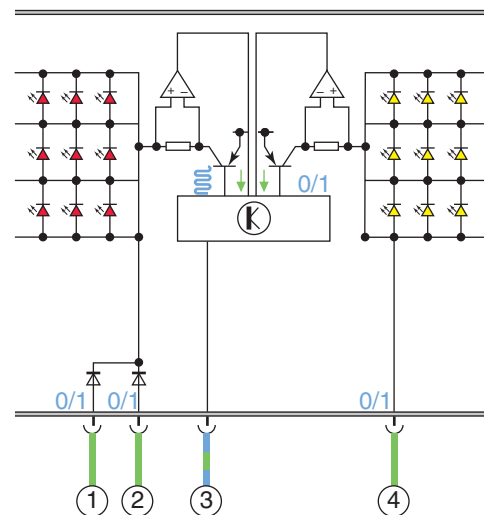
El rotor de los motores trifásicos empleados en los vehículos eléctricos e híbridos dispone de un captador de la posición del rotor. La excitación eléctrica de las bobinas del inducido se controla con un módulo de gestión, según la posición exacta del rotor.



↑ Figura 2.35. Motor trifásico de corriente alterna sincrónico.



↑ **Figura 2.36.** Piloto con LED.



1. Señal para luz piloto
2. Señal para luz de freno
3. Cable bidireccional de la unidad de control central para sistema de confort
4. Señal para luz intermitente

↑ **Figura 2.37.** Esquema eléctrico de las luces traseras con diodos.

Algunos fabricantes como BMW y Volvo emplean los sistemas de iluminación con luz por fibra óptica que denominada «iluminación circular» de faros. Este sistema de iluminación lo emplean en la luz de posición delantera en sus vehículos de alta gama. El sistema dispone de un anillo conductor de luz blanca, con tecnología de fibra óptica. La luz transportada por la fibra óptica es generada por una lámpara halógena de 10 W. El Volvo SCC de la figura 2.36 emplea la tecnología de fibra óptica para el sistema de faros.

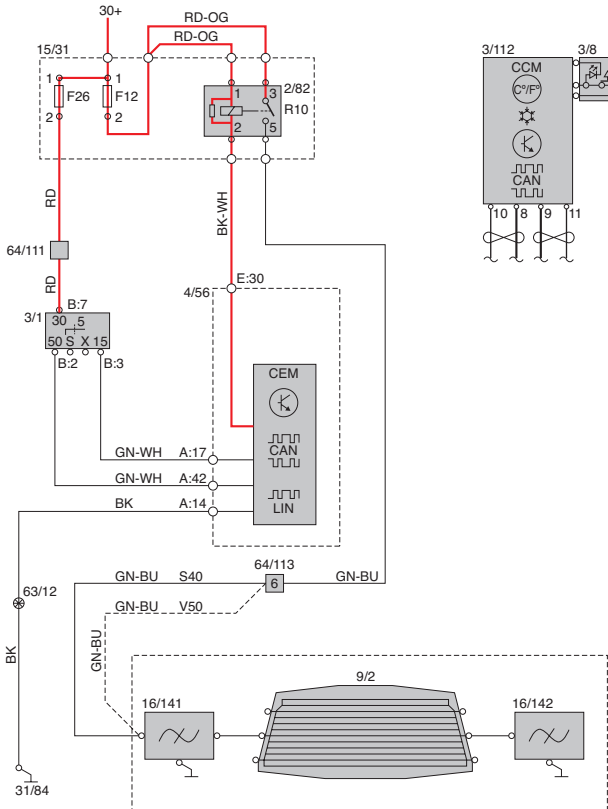


↑ **Figura 2.38.** Faro con fibra óptica (Volvo SCC).

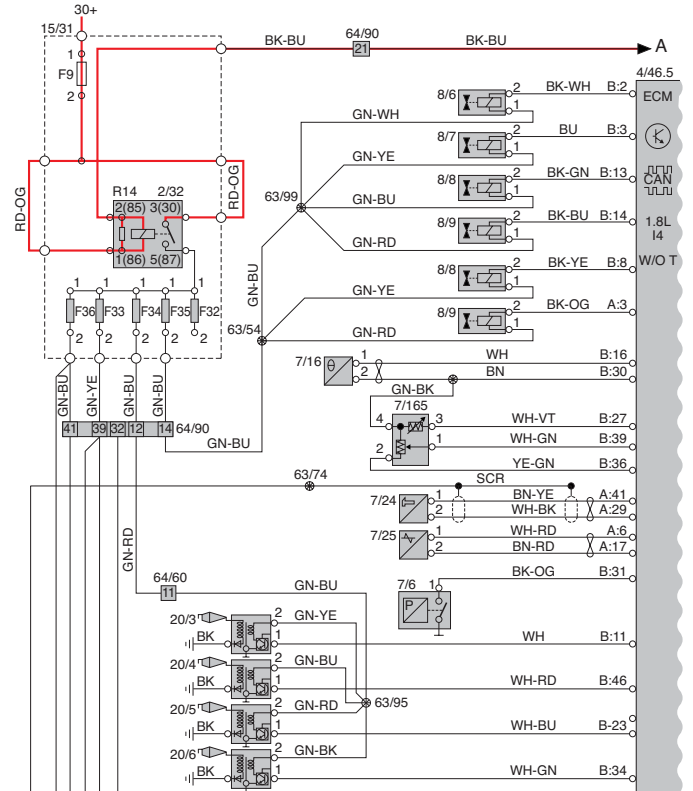
### Resistencias y bobinados

Las resistencias y bobinados son componentes terminales del circuito, cumplen en última instancia la misión para la que el circuito se ha diseñado.

Las resistencias transforman la corriente eléctrica que reciben en calor. Las resistencias más empleadas son las empleadas para calefactar, asientos, retrovisores, luneta térmica trasera (figura 2.39), calentadores de motores diésel (figura 2.41), etc.



↑ Figura 2.39. Esquema eléctrico con resistencia.



↑ Figura 2.40. Esquema eléctrico con las bobinas de encendido.



↑ Figura 2.41. Resistencia montada en un calentador.



↑ Figura 2.42. Bobinado del inyector HDI.

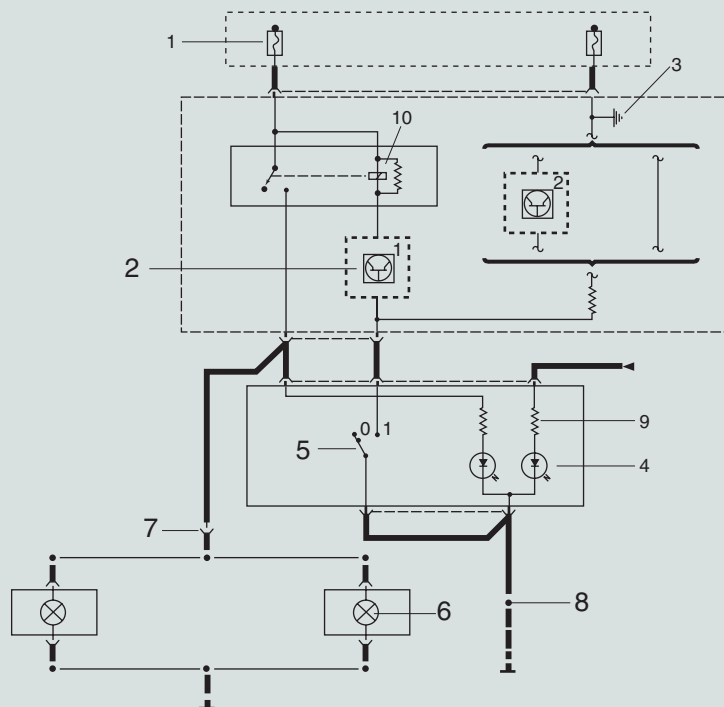
Los bobinados se emplean en multitud de componentes, se pueden emplear en los transformadores de corriente, bobinas de encendido. Cuando los bobinados se montan recubriendo núcleos de hierro forman los electroimanes de las electroválvulas (figura 2.42), relés, etc.





## ACTIVIDADES FINALES

- 1. Identifica en tu cuaderno los elementos del siguiente esquema:



↑ Figura 2.43

2. Analiza en un vehículo los fusibles que monta en la caja de fusibles y realiza una tabla como la siguiente en tu cuaderno indicando la función que tienen y su amperaje:

Color	Función	Amperaje
Azul	Limpia luneta	15 A
● ● ●	● ● ●	● ● ●
● ● ●	● ● ●	● ● ●

- Comprueba el estado de los bobinados de distintos relés.
- Analiza pilotos de distintos vehículos y determina de cuántas partes están formados.
- Desmonta el interruptor de encendido o llave de contacto y comprueba, girando la llave, cómo se realiza la conmutación en las diferentes posiciones.
- Realiza un esquema eléctrico del interior del interruptor de encendido.
- Ayudándote de manuales de reparaciones, identifica en los vehículos de que dispongas en el taller dónde se encuentran las cajas eléctricas centrales, los módulos de gestión, motores de giro continuo y motores paso a paso.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

## 1. Los esquemas eléctricos de los vehículos se representan en versión...

- Bipolar (cable para el positivo y cable para el negativo).
- Monopolar (cable para el positivo y negativo a masa).
- Bipolar y monopolar.
- Bipolar en motores de gasolina y monopolar en motores diésel.

## 2. En el esquema eléctrico de la figura 3.1 de SEAT, ¿qué elemento está representado por la letra «C»?

- La batería.
- El motor de arranque.
- La caja de fusibles.
- El alternador.

## 3. ¿Qué indica el texto de 10 A en un fusible?

- El tipo de fusible.
- Los amperios que puede soportar sin fundirse.
- La tensión que puede circular por el fusible.
- La potencia máxima que puede soportar el fusible.

## 4. ¿Qué elementos puede tener la caja eléctrica central?

- Los relés y fusibles de los circuitos.
- Los interruptores de los circuitos.
- Los interruptores y fusibles de los circuitos.
- Los relés e interruptores de los circuitos.

## 5. ¿Qué significado tiene el siguiente símbolo: ?

- Transistor.
- Cableado cruzado sin conexión.
- Empalme repartido.
- Conector.

## 6. ¿Qué significado tiene el siguiente símbolo: ?

- Lámpara.
- Potenciómetro.
- Diodo.
- Condensador.

## 7. ¿Qué significado tiene el siguiente símbolo: ?

- Bobina.
- Fusible.
- Diodo.
- Ruptor.

## 8. ¿Qué significado tiene el siguiente símbolo: ?

- Transistor.
- Lámpara.
- Bobina.
- Válvula controlada por solenoide (electroválvula).

## 9. ¿Dónde se emplean los motores paso a paso en un automóvil?

- En los mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.
- En los mecanismos de dirección.
- En los mecanismos que se necesita mucho par de giro.
- En los mecanismos que tienen que girar muy despacio.

## 10. ¿Qué misión realiza la red Can Bus de datos en los circuitos eléctricos?

- La red Can Bus permite a los módulos electrónicos compartir todas las señales de sus captadores.
- La red Can Bus se emplea para estabilizar la tensión de los módulos electrónicos.
- La red Can Bus se emplea para poder leer la memoria de averías de los módulos.
- El Can Bus localiza rápidamente las lámparas fundidas de un circuito.



# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Manuales de reparación
- Esquemas eléctricos del fabricante

## MATERIAL

- Maqueta de vehículos
- Vehículos

## Localización de componentes de un esquema en un vehículo o maqueta

### OBJETIVOS

Con la siguiente práctica se pretende aprender a localizar componentes o mecanismos a través de su identificación en esquemas eléctricos.

### PRECAUCIONES

Ninguna en especial.

### DESARROLLO

Con ayuda del manual de taller de un vehículo del que se disponga en el taller, localiza los siguientes elementos:

1. Unidad de control del motor (figura 2.44).
2. Toma de diagnóstico (figura 2.45).
3. Caja de fusibles del habitáculo (figura 2.46).
4. Interruptor de anulación del ESP (figura 2.47).



↑ **Figura 2.44.** Unidad de gestión del motor (centralita del motor).



↑ **Figura 2.45.** Conexión OBD de diagnosis.



↑ **Figura 2.46.** Caja de fusibles.



↑ **Figura 2.47.** Interruptor de anulación del ESP.

## Cambiar la caja de la mariposa de gases con motor eléctrico

### OBJETIVOS

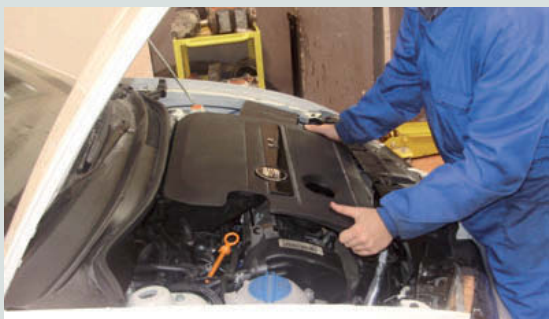
Conocer el proceso a seguir para cambiar un componente accionado con un motor eléctrico y alimentado con corriente pulsada (PWM).

### PRECAUCIONES

El colector de admisión es de un plástico especial y la fijación se realiza con tornillos específicos con mucho paso, es muy importante rosarlos al inicio de forma manual.

### DESARROLLO

1. Desmontar la caja de filtros, que cubre la mariposa de gases e impide acceder a la pieza (figura 2.48).
2. Desconectar el conector que alimenta el motor de la caja de mariposas empleando un destornillador plano (figura 2.49).



↑ **Figura 2.48.** Quitar la caja de filtración.



↑ **Figura 2.49.** Soltar el conector de alimentación.

3. Aflojar los cuatro tornillos de fijación que sujetan la caja de mariposas al colector (figura 2.50).
4. Extraer la caja de mariposas averiada por una nueva del recambio (figura 2.51).
5. El proceso de montaje se realiza de forma inversa al desmontaje. Una vez montada la nueva caja se debe realizar el ajuste básico del conjunto con el equipo de diagnóstico.



↑ **Figura 2.50.** Aflojar los tornillos de fijación.



↑ **Figura 2.51.** Sustituir la caja dañada por una de recambio.

### HERRAMIENTAS

- Equipo de herramientas del taller
- Equipo de diagnóstico

### MATERIAL

- Vehículo equipado con caja de mariposas o acelerador electrónico
- Caja de mariposas de recambio

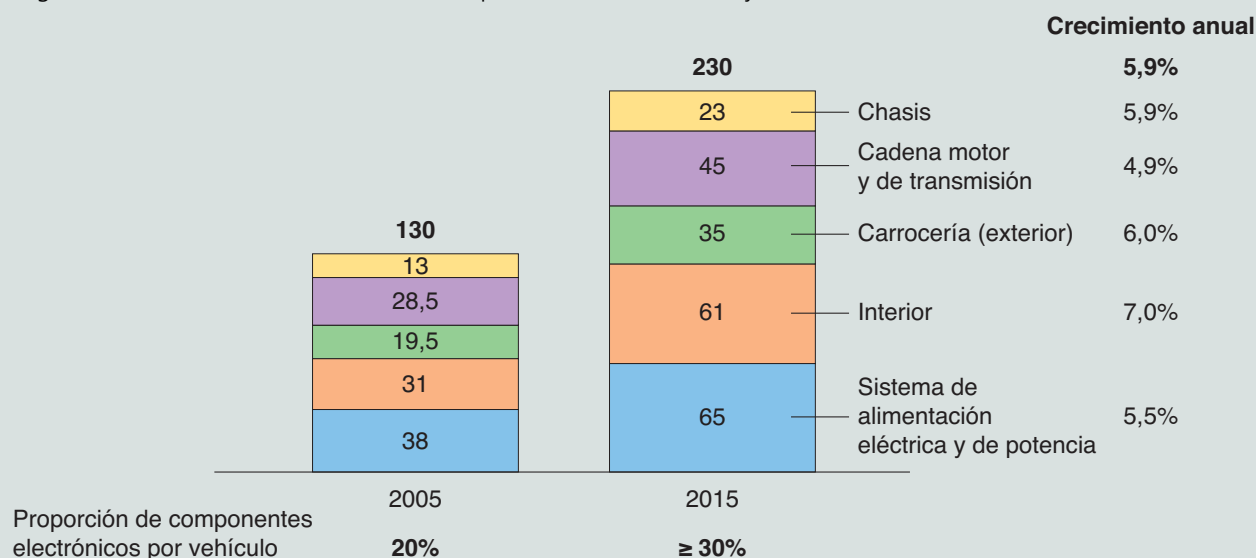


## MUNDO TÉCNICO

### Las innovaciones de los vehículos actuales están basadas en la gestión electrónica

A pesar de la clara desaceleración causada por la crisis actual que ha sufrido el mercado del automóvil en su conjunto, se prevé que el número demandado de componentes electrónicos por vehículo siga aumentando. Según los resultados del estudio realizado por Mercer

Management Consulting en 2006, el mercado de sistemas electrónicos y eléctricos del automóvil crecerá casi un 6% anual (figura 2.52). En 2007 Roland Berger en colaboración con BASF llegaron a unas conclusiones muy similares.



↑ **Figura 2.52.** Crecimiento de mercado. El mercado mundial de los sistemas eléctricos y electrónicos del automóvil está experimentando un crecimiento mínimo del 6% (datos en miles de millones de euros). Fuente: Mercer Management Consulting, 2006.

De acuerdo con dicho estudio, la cuota eléctrica y electrónica del valor del vehículo llegará aproximadamente al 30% en 2015, con un tercio de la misma correspondiente a sistemas eléctricos y dos tercios a sistemas electrónicos.

Hoy en día la mayor parte de las innovaciones en los vehículos están basadas en el control electrónico y el mazo de cables se ha convertido en el mayor componente individual del vehículo.

Otros temas centrales de gran interés son, naturalmente, la seguridad y el confort de los pasajeros, la reducción de las emisiones y el consumo de combustible. En este aspecto la fiabilidad de los componentes es especialmente importante. Para cumplir con todos estos requisitos, el plástico como material está tomando cada vez un papel más relevante. Sus ventajas radican en su bajo peso combinado con la excelente libertad de diseño que permite y su capacidad de incorporarse a diversas funciones. Por este motivo, la proporción de componentes plásticos en los sistemas eléctricos y electrónicos es cada vez mayor con respecto a otras áreas del vehículo.

En los años sesenta los automóviles contaban con sistemas eléctricos pero prácticamente carecían de sistemas electrónicos, mientras que hoy en día un automóvil de gama alta puede contener hasta 70 sistemas electrónicos de control. Según Bosch, la utilización de ESP por ejemplo, ha ido creciendo continuamente durante los últimos años. La proporción de nuevos vehículos equipados con estos sistemas de seguridad activa ha aumentado con especial ímpetu en la zona de TLCAN, que ahora ha superado en proporción a Europa. Las tasas de crecimiento futuras seguirán siendo elevadas, ya que ESP será obligatorio en EE UU para nuevos automóviles a partir de los modelos que se fabriquen en 2012 y en adelante. Europa también está endureciendo sus medidas normativas y ha anunciado un requisito obligatorio para nuevos automóviles a partir del 2015 y más inmediato para los nuevos modelos a partir del 2012.

Fuente: Interempresas (BASF)

## EN RESUMEN

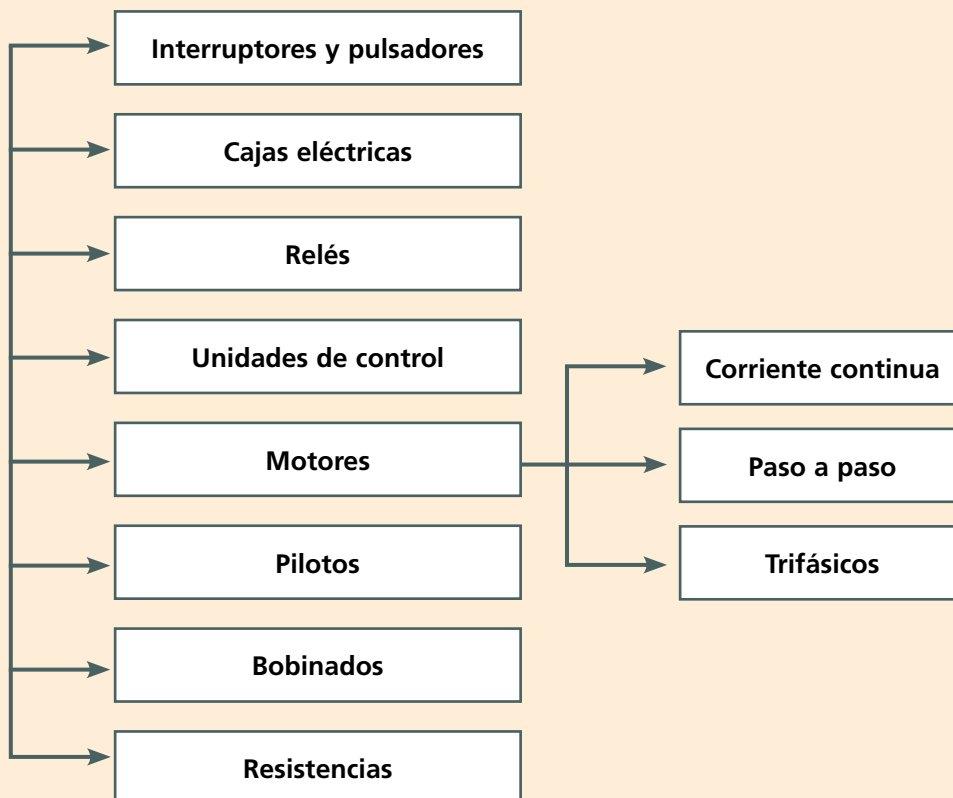
### ESQUEMAS

Representan de forma gráfica y normalizada de toda la instalación eléctrica del vehículo, indicando donde se encuentran cada componente y su conexión eléctrica.

### SÍMBOLOS

Se emplean para representar de forma esquemática un componente eléctrico.

### COMPONENTES DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS



## entra en internet

■ 1. Puedes encontrar más información sobre lo tratado en la unidad en las siguientes páginas:

- <[www.nagares.com](http://www.nagares.com)>
- <[www.seat.es](http://www.seat.es)>
- <[www.ford.es](http://www.ford.es)>
- <[www.hella.es](http://www.hella.es)>
- <[www.renault.es](http://www.renault.es)>
- <[www.nissan.es](http://www.nissan.es)>
- <[www.audi.es](http://www.audi.es)>
- <[www.km77.com](http://www.km77.com)>
- <[www.centro-zaragoza.com](http://www.centro-zaragoza.com)>

# 3

# Redes de comunicación de datos

## vamos a conocer...

1. Principios básicos de la electrónica digital
2. Estructura de los sistemas de control electrónico
3. Evolución de las redes en el automóvil
4. Transmisión de datos
5. Red VAN
6. Red CAN
7. Red LIN
8. Red MOST
9. Red FlexRay
10. Sistema de comunicación Bluetooth

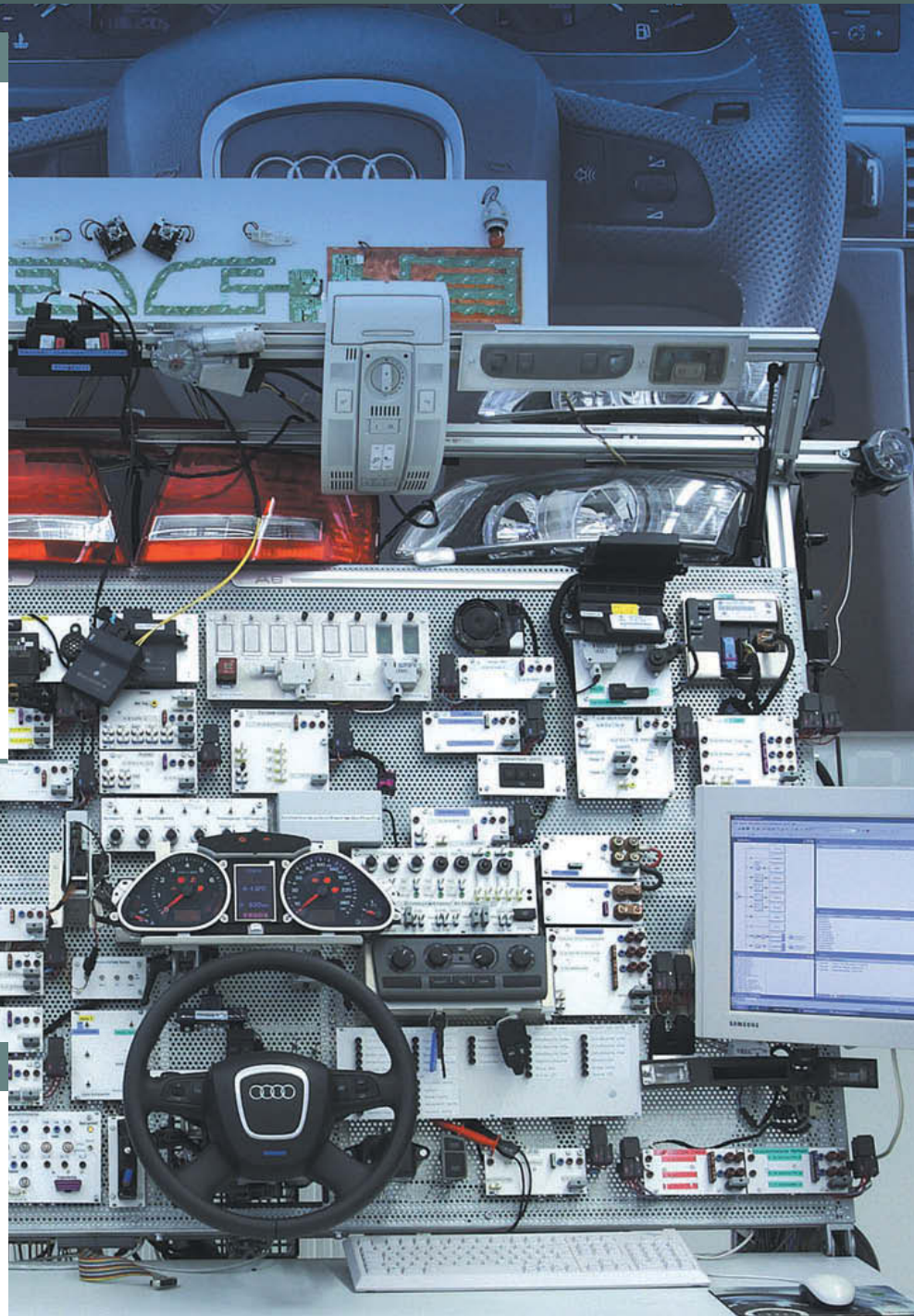
### PRÁCTICA PROFESIONAL

Comprobación de la red CAN con el equipo de diagnóstico KTS de Bosch

Medición de las resistencias de terminación de la red CAN IS (Intersistema) sobre la toma de diagnóstico

### MUNDO TÉCNICO

Vehículos eléctricos



## y al finalizar esta unidad...

- Conocerás las características de los principales dispositivos utilizados en las redes de comunicación como los codificadores, multiplexores, entre otros.
- Conocerás las redes y protocolos de comunicación de datos más usadas en los vehículos.
- Sabrás localizar averías en las redes de comunicación utilizando los equipos necesarios y seleccionando el punto de medida.
- Realizarás operaciones de reparación de averías en las redes de comunicación.

## situación de partida

Pedro, conductor de una empresa de transportes, se ha comprado un automóvil nuevo para su uso personal.

El hecho de este cambio ha sido que el automóvil que tenía era muy antiguo y no disponía de sistemas eléctricos de confort y sistemas de seguridad.

El vehículo nuevo es un modelo compacto, tamaño pequeño, que dispone de numerosos sistemas eléctricos de confort como elevalunas eléctricos, cierre centralizado, retrovisores eléctricos, equipo de audio con lector de USB, bluetooth, etc. y también numerosos sistemas de seguridad activa y pasiva como ABS, ESP, airbag, etc.

El vendedor le ha informado a Pedro que todos los sistemas eléctricos del vehículo son gestionados por unidades de control y que están interconectadas por redes de comunicación o buses de datos del tipo CAN (confort, tracción, cuadro de instrumentos y diagnosis), LIN, etc. lo que permite simplificar la cantidad de cableado del vehículo, reducir la complejidad en el conexionado, el tamaño de los conectores, el volumen ocupado por los cables, el peso del vehículo y por lo tanto el consumo de combustible.

Para la comunicación del equipo de sonido y entretenimiento, el vehículo incorpora una red MOST con cables de fibra óptica, lo que garantiza una alta seguridad contra fallos e interferencias.



↑ Audi A1, vehículo con redes de datos CAN, LIN y MOST.

## estudio del caso

*Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.*

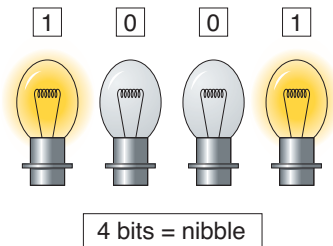
1. ¿Cuáles son las ventajas de la incorporación de la electrónica en automoción?
2. ¿En qué consiste la comunicación digital?
3. ¿Qué tipo de señal utilizan las unidades de control para la comunicación entre sí?
4. El vehículo antiguo de Pedro, ¿montaba unidades de control electrónico?
5. ¿Cuál de estas dos redes ofrece mayor velocidad de transmisión de datos, la red CAN o la red MOST?
6. ¿Qué es un bus de datos?





# 1. Principios básicos de la electrónica digital

## 1.1. El sistema binario



↑ **Figura 3.1.** Representación de la señal digital.

En los vehículos modernos, el sistema de cálculo utilizado mayoritariamente por los dispositivos digitales es el sistema binario de numeración. No obstante, para algunas funciones se utiliza el sistema decimal más comúnmente utilizado en las operaciones contables.

Los dispositivos trabajan en dos niveles que son representados por números binarios. Estos números se presentan con dos símbolos, cero (0) y uno (1), lo que significa que cualquier cifra está compuesta de unos y ceros exclusivamente; por ejemplo: 0 – 1 – 10 – 11...

Cada dígito de un número binario es una potencia de 2 y se denomina **bit**.

Un número de 8 bits recibe el nombre de **byte**, y 1.024 bytes componen un **kilobyte**.

En el sistema binario, todos los números se escriben y se leen de derecha a izquierda. Debido a que el sistema solo utiliza dos dígitos 0 y 1, la columna que tiene un cero no tiene valor, mientras que la que presenta un uno vale 1 si es la primera columna de la derecha, dos si es la segunda columna, cuatro si es la tercera, ocho si es la cuarta y así sucesivamente.

## 1.2. Conversión de números entre el sistema binario y el decimal

### Conversión de un número binario a decimal

Para convertir un número del binario al sistema decimal hay que multiplicar cada dígito binario por la potencia de dos, correspondiente a su posición empezando por la derecha.

Tomemos como ejemplo el número binario 1010000. Según la posición de cada dígito en potencia 2, le corresponde:  $2^6$   $2^5$   $2^4$   $2^3$   $2^2$   $2^1$   $2^0$ .

Para determinar su equivalente en el sistema decimal, operaremos del siguiente modo:

$$1010000 = (1 \cdot 2^6) + (0 \cdot 2^5) + (1 \cdot 2^4) + (0 \cdot 2^3) + (0 \cdot 2^2) + (0 \cdot 2^1) + (0 \cdot 2^0) = 64 + 0 + 16 + 0 + 0 + 0 + 0 = 80$$

El número 1010000 del sistema binario corresponde al número 80 del sistema decimal.

Por ejemplo, el número binario 110,11 según la posición de cada dígito, en potencia de 2, le corresponde:  $2^2$   $2^1$   $2^0$ ,  $2^{-1}$   $2^{-2}$

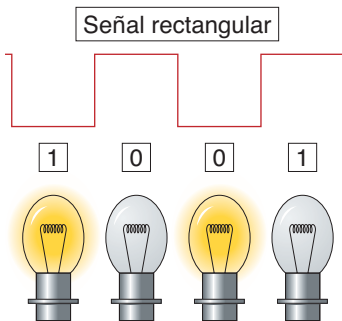
Para determinar su equivalente en el sistema decimal operaremos del siguiente modo:

$$110,11 = (1 \cdot 2^2) + (1 \cdot 2^1) + (0 \cdot 2^0) + (1 \cdot 2^{-1}) + (1 \cdot 2^{-2}) =$$

$$4 + 2 + 0 + 0,5 + 0,25 = 6,75 \text{ en base 10 o decimal.}$$

### Conversión de un número decimal a binario

Para pasar un número decimal a binario existen varios métodos; quizá el más intuitivo sea el método descrito anteriormente, pero a la inversa.



↑ **Figura 3.2.** Señal digital rectangular y código binario.

### caso práctico inicial

Las unidades de control se comunican mediante códigos binarios lo que origina señales digitales.

Por ejemplo, para pasar el número 11 del sistema decimal al sistema binario, se busca la potencia de dos ( $2^n$ ) más cercana al número dado, 11, y la restamos de este; con el resto volvemos a realizar la misma operación ( $2^{n-1}$ ) y así sucesivamente hasta quedarnos sin resto. En nuestro ejemplo:

A 11 le restamos  $2^3$ , el resto es 3, cada vez que tengamos resto, ponemos un 1.

A 3 le restamos  $2^2$ , esta operación no se puede realizar al ser esta potencia superior, por tanto ponemos un 0 y a 3 le restamos  $2^1$ , el resto es 1, por lo que ponemos un 1.

A 1 le restamos  $2^0$ ; el resto es 0, y pondremos un 1.

$11$  (decimal) =  $(1 \cdot 2^3) + (0 \cdot 2^2) + (1 \cdot 2^1) + (1 \cdot 2^0) = 1011$  en binario.

Otra manera de convertir un número decimal a binario es dividir el número decimal entre dos y anotar el cociente y el resto. Si el cociente es mayor que uno se vuelve a dividir entre dos y se continúa la operación hasta que el cociente sea igual a uno. Para obtener el número binario se escribe el último cociente obtenido seguido de cada uno de los restos en orden inverso a su obtención.

Por ejemplo, el número 90 del sistema decimal corresponde en el sistema binario:

$90 : 2 = 45$  resto 0 ; tomamos como valor el resto 0

$45 : 2 = 22$  resto 1 ; tomamos como valor el resto 1

$22 : 2 = 11$  resto 0 ; tomamos como valor el resto 0

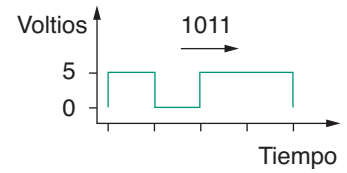
$11 : 2 = 5$  resto 1 ; tomamos como valor el resto 1

$5 : 2 = 2$  resto 1 ; tomamos como valor el resto 1

$2 : 2 = 1$  resto 0 ; tomamos como valor el resto 0 y el cociente 1

Anotando el último cociente y los respectivos restos se obtiene que 90 en el sistema decimal equivale a 1011010 en el sistema binario.

Aunque los sistemas digitales (ordenadores) trabajan en el sistema binario, y dado que este sistema precisa de muchos dígitos para representar un número, los técnicos emplean otros sistemas que ahorran dígitos como el sistema octal, BCD, etc. Se denominan códigos alfanuméricos aquellos códigos que utilizan números y letras, como el código ASCII de siete bits.



↑ **Figura 3.3.** Transmisión de cuatro cifras binarias.

Número decimal	Código binario 8 4 2 1	Conversión binaria /decimal
0	0 0 0 0	= 0 + 0 = 0
1	0 0 0 1	= 0 + 1 = 1
2	0 0 1 0	= 2 + 0 = 2
3	0 0 1 1	= 2 + 1 = 3
4	0 1 0 0	= 4 + 0 = 4
5	0 1 0 1	= 4 + 1 = 5
6	0 1 1 0	= 4 + 2 = 6
7	0 1 1 1	= 4 + 2 + 1 = 7
8	1 0 0 0	= 8 + 0 = 8
9	1 0 0 1	= 8 + 1 = 9
10	1 0 1 0	= 8 + 2 = 10

↑ **Tabla 3.1.** Conversión a número binario del 1 al 10 del sistema decimal.

## recuerda

Una señal analógica es una magnitud lineal que asume valores comprendidos entre un máximo y un mínimo; por ejemplo: la tensión de la batería, la temperatura del motor, etc.

## saber más

La tabla de la verdad representa gráficamente las combinaciones posibles de las variables de entrada y el valor de salida.

## 1.3. Puertas lógicas

Las puertas lógicas son elementos que componen los circuitos digitales que realizan una función de procesamiento determinada.

En los circuitos lógicos, las señales de entrada, tras pasar por las puertas lógicas, determinan una señal de salida. Las señales de estos circuitos pueden ser de dos tipos: señales de nivel bajo o nivel 0 (asociadas a tensiones cercanas a 0 voltios), y señales de nivel alto o nivel 1 (asociadas generalmente a tensiones cercanas a 5 voltios). Un componente lógico está determinado por las siguientes características:

- **Voltaje de entrada.**  $V_{IL}$ ,  $V_{IH}$ , representa la tensión de entrada del componente a nivel 0 o 1 respectivamente.
- **Voltaje de salida.**  $V_{OL}$ ,  $V_{OH}$ , representa la tensión de una salida del circuito a nivel bajo y alto respectivamente.

Otras características que determinan el componente son: la intensidad de entrada en un pin del dispositivo, la intensidad de salida, la corriente total, etc.

### Símbolos y funciones de las puertas lógicas

PUERTA NOT			
SÍMBOLO	FUNCIÓN	TABLA DE LA VERDAD	
		Entrada	Salida
	$X = \bar{A}$	A	X
		0	1
		1	0
SEÑAL		PARTICULARIDADES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\bar{A}</math> el segmento encima de la letra significa inversa (negada)</li> <li>•  el círculo indica que el nivel de salida es el inverso que el de entrada</li> </ul>		

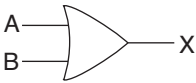
→ Tabla 3.2.

PUERTA AND			
SÍMBOLO	FUNCIÓN	TABLA DE LA VERDAD	
		Entrada	Salida
	$X = A \cdot B$	A	B
		X	
		0	0
		0	1
		1	0
1	1		

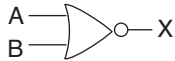
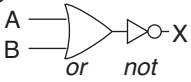
→ Tabla 3.3.

PUERTA NAND			
SÍMBOLO	FUNCIÓN	TABLA DE LA VERDAD	
		Entrada	Salida
	$X = \overline{A \cdot B}$	A	B
		X	
		0	0
		0	1
		1	0
1	1		

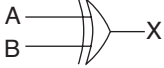
→ Tabla 3.4.

PUERTA OR				
SÍMBOLO	FUNCIÓN	TABLA DE LA VERDAD		
	$X = A + B$	Entrada		Salida
		A	B	X
		0	0	0
		0	1	1
		1	1	1

← Tabla 3.5.


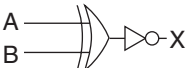
PUERTA NOR				
SÍMBOLO	FUNCIÓN	TABLA DE LA VERDAD		
 equivalente  or not	$X = \overline{A + B}$	Entrada		Salida
		A	B	X
		0	0	1
		0	1	0
		1	0	0
1	1	0		

← Tabla 3.6.

PUERTA OR EXCLUSIVA				
SÍMBOLO	FUNCIÓN	TABLA DE LA VERDAD		
	exclusiva $X = A \oplus B$	Entrada		Salida
		A	B	X
		0	0	0
		0	1	1
		1	0	1
1	1	0		

← Tabla 3.7.

cambia respecto a OR

PUERTA NOR EXCLUSIVA				
SÍMBOLO	FUNCIÓN	TABLA DE LA VERDAD		
 	exclusiva $X = A \oplus B$	Entrada		Salida
		A	B	X
		0	0	1
		0	1	0
		1	0	0
1	1	1		

← Tabla 3.8.

cambia respecto a NOR

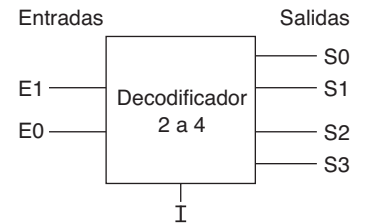
### 1.4. Combinaciones de puertas lógicas

#### Decodificador

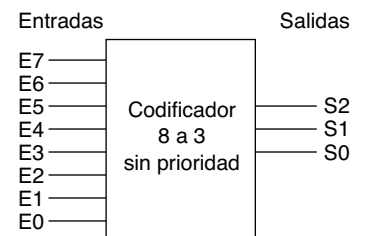
El decodificador es un circuito digital que tiene como entrada una información codificada en binario, y tiene tantas salidas como posibles combinaciones binarias distintas de entrada, activándose en cada momento una sola de ellas correspondiente a la combinación aplicada a la entrada. Un decodificador con  $n$  entradas tendrá en general  $2^n$  salidas. Por ejemplo, si el decodificador tiene 2 entradas a su vez tiene 4 salidas.

#### Codificador

El codificador es un circuito digital que realiza la función inversa al decodificador. Posee en general  $2^n$  entradas y  $n$  salidas de código en las que aparece codificado en binario puro el valor de la entrada que haya sido activada. Si no se activa ninguna entrada, la salida también permanece inactiva (número binario cero).



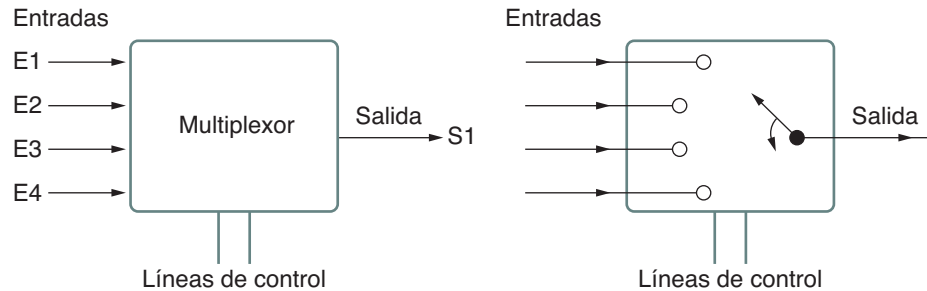
↑ Figura 3.4. Decodificador 2 a 4.



↑ Figura 3.5. Codificador.

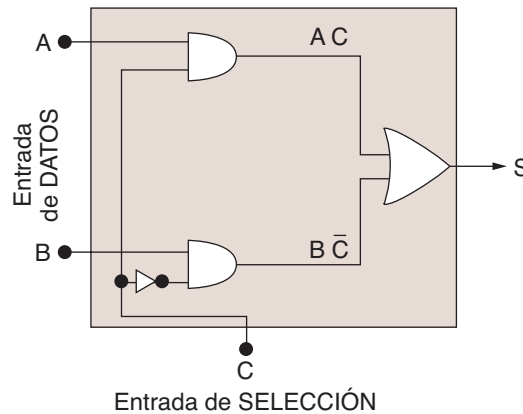
### Multiplexor (MUX)

El multiplexor es un circuito digital con varias entradas de datos y una sola salida controlado por un número determinado de líneas de control (véase figura 3.6). Dependiendo del estado de las líneas de control conecta la salida con una de las entradas. Funciona como un conmutador de  $n$  posiciones realizado con puertas lógicas.



↑ **Figura 3.6.** Multiplexor de cuatro entradas.

En la figura 3.7 se representa un multiplexor de dos entradas (A y B) y una línea de control (C). Dependiendo del estado de la línea de control C, la señal de salida S será la correspondiente a la entrada A o B respectivamente.

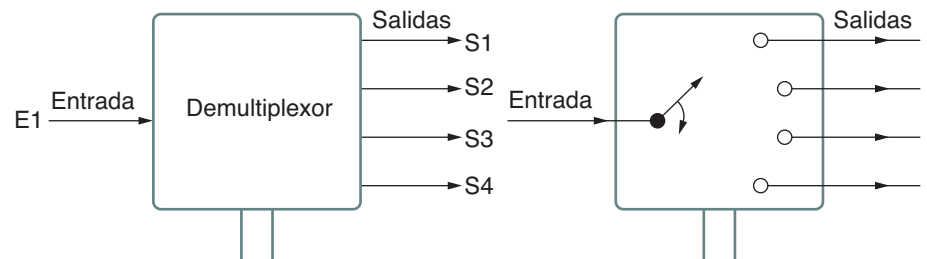


Línea de control C	Salida S
0	B
1	A

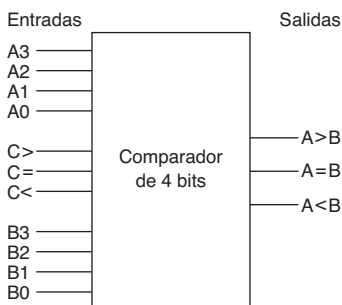
↑ **Figura 3.7.** Multiplexor y tabla de la verdad.

### Demultiplexor (DEMUX)

El demultiplexor es un circuito digital que realiza la función contraria a la del multiplexor, por tanto, posibilita la conexión de la entrada de datos con alguna de las salidas, dependiendo de la combinación de las líneas de control (véase figura 3.8).



↑ **Figura 3.8.** Demultiplexor de 4 salidas.



↑ **Figura 3.9.** Comparador de 4 bits.

### Comparador

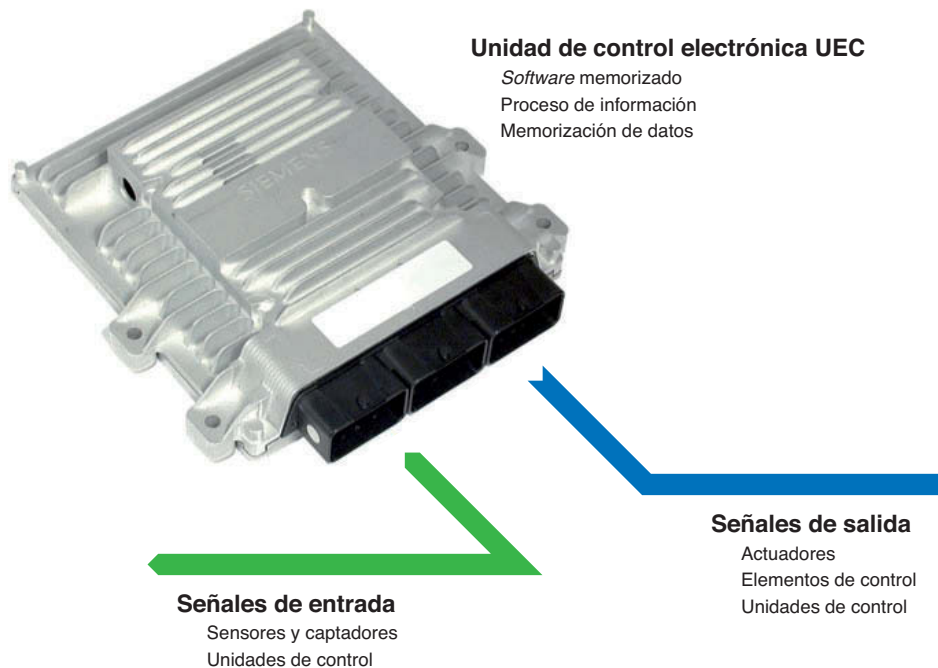
Un comparador de «n» bits es un circuito digital que tiene por entradas dos números binarios de  $n$  bits cada uno (A y B), determinando a su salida si uno es menor, mayor o igual que el otro. Para ello dispone de tres salidas típicas:  $A > B$ ,  $A = B$  y  $A < B$ .

## 2. Estructura de los sistemas de control electrónico

En los sistemas de control electrónico, una computadora o unidad de control electrónico (UCE) procesa las condiciones físicas que constituyen una información y las adapta de forma adecuada para dar salida a la corriente eléctrica de mando para los actuadores.

La unidad de control tiene cuatro funciones básicas:

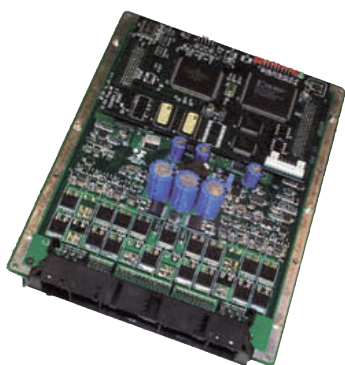
- **Recibe las señales de entrada:** una señal de un sensor o de otra unidad de control es enviada con información a la unidad de control.
- **Procesa la información:** la señal recibida es procesada y comparada con las instrucciones programadas en la unidad de control. Las señales de entrada se transforman en órdenes de salida.
- **Almacena información en su memoria:** la unidad de control almacena en la memoria las instrucciones del *software* y algunas informaciones para su posterior procesamiento.
- **Emite señales de salida:** después de procesar las señales de los sensores y comprobar las instrucciones del *software*, la unidad de control da órdenes de salida a actuadores o a otras unidades de control.



↑ **Figura 3.10.** Esquema básico de funcionamiento de una UEC.

### 2.1. Unidad de control electrónica: estructura interna

El elemento principal de la unidad de control es el microprocesador. Este elemento se encuentra integrado en el circuito electrónico y está formado por un conjunto de dispositivos semiconductores encapsulados en un solo chip, cuya misión es la de evaluar datos y señales externas y en función de ellas generar un conjunto de datos y señales para enviar al exterior.



↑ **Figura 3.11.** Interior de una unidad de control.

El **microprocesador** procesa los datos mediante un *software* que le informa en cada momento cómo, cuándo y dónde ha de actuar. Este *software* lo constituyen una serie de órdenes o instrucciones escritas en un lenguaje que entiende la máquina (lenguaje de programación) y que se encuentra memorizado a salvo de cualquier eventualidad que lo pudiera borrar.

En el interior del microprocesador se encuentra la **CPU (Central Processing Unit)**, que es el cerebro del sistema y realiza principalmente dos funciones: procesa los datos y coordina las actividades de todos los sistemas.

Las instrucciones básicas que ponen en marcha el microordenador se encuentran en la **memoria ROM**. Esta memoria se programa de origen y es solo de lectura.

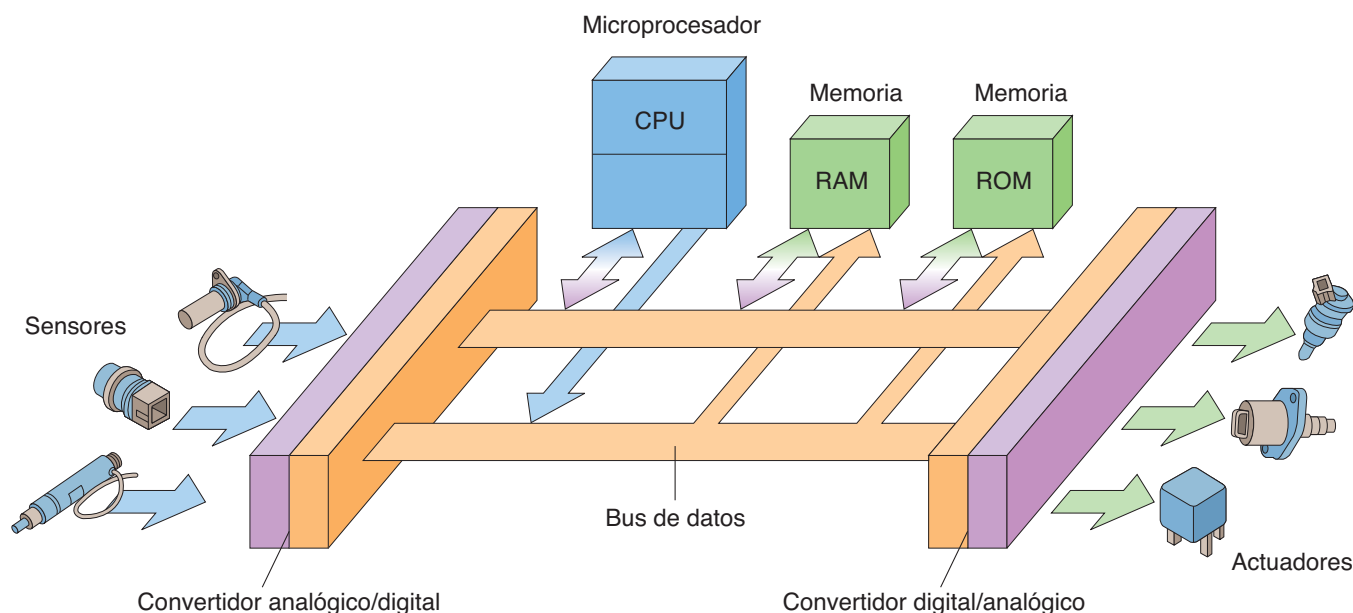
El **software** consiste en un programa específico que maneja las diferentes magnitudes que necesita una unidad de control. Este *software* es diferente para cada sistema que controla el procesador.

Dentro de la unidad de control se encuentra también el bus de datos y el interfaz de entrada y salida.

El bus de datos del interior de la unidad de control consta de líneas colectivas por donde circula la información de los sensores hacia el microprocesador y desde este hacia las etapas finales de potencia. El bus comunica la CPU con los módulos que gestiona.

Los **interfaces entrada/salida** son circuitos integrados que permiten la comunicación con los sensores y actuadores conectados a la unidad de control; aquí se encuentran los convertidores analógico-digitales y viceversa.

El **convertidor analógico-digital** transforma las señales de entrada de tipo analógico en impulsos digitales. Los impulsos digitales transmitidos al microprocesador servirán para elaborar las órdenes de salida que serán transmitidas hacia el **convertidor digital-analógico** para desde aquí accionar el actuador correspondiente con una señal analógica.



↑ **Figura 3.12.** Esquema de funcionamiento interno de una unidad de control.

## 2.2. Sensores

Los **sensores** son capaces de convertir cualquier parámetro físico, químico o biológico en una magnitud eléctrica. Esta magnitud eléctrica es transmitida a la unidad de control y sirve como información para el funcionamiento de los sistemas electrónicos.

Los sensores pueden ser activos o pasivos:

- Un sensor es **activo** cuando la magnitud física a detectar proporciona la energía necesaria para la generación de la señal eléctrica.
- Un sensor es **pasivo** cuando la magnitud a detectar se limita a modificar alguno de los parámetros eléctricos característicos del elemento sensor, tales como resistencia, capacidad, etc.

La respuesta que proporciona un sensor depende de la magnitud física que puede ser detectada y traducida en una variación eléctrica y del principio físico en que se base. Según el principio de funcionamiento se pueden clasificar los sensores en:

- Magnéticos.
- Por efecto *Hall*.
- Por conductividad eléctrica.
- Termoeléctricos.
- Fotoeléctricos.
- Piezoeléctricos.
- Por ultrasonidos.
- Por radiofrecuencia.
- Interruptores y conmutadores.



↑ **Figura 3.13.** Sensor activo (generador de impulsos del cigüeñal).



↑ **Figura 3.14.** Sensor pasivo (sensor de temperatura).

## 2.3. Actuadores

En un sistema de control electrónico los sensores se encargan de obtener la información, es decir, proporcionan las señales de entrada a la unidad de control para que esta pueda determinar las órdenes de salida. Estas órdenes de salida son convertidas en una señal eléctrica que es enviada a los actuadores.

Los actuadores utilizados en los vehículos son muy diversos. Según su principio básico de funcionamiento se pueden clasificar en:

- **Electromagnéticos:** son los basados en el magnetismo o en el electromagnetismo.
- **Calefactores:** son aquellos que generan calor.
- **Electromotores:** son accionamientos donde intervienen motores eléctricos, por ejemplo motores paso a paso.
- **Acústicos:** son los dispositivos relacionados con el sonido, por ejemplo, el actuador acústico del cuadro de instrumentos.
- **Pantallas de cristal líquido (LCD):** son los actuadores que presentan un mensaje visual o introducen una información gráfica (véase figura 3.15).



↑ **Figura 3.15.** Pantalla de cristal líquido para el navegador.





## 3. Evolución de las redes en el automóvil

Los primeros automóviles estaban concebidos para desplazarse mediante la fuerza de su motor y no disponían de los circuitos eléctricos salvo el del encendido. La técnica del automóvil avanzó rápidamente y pronto se implantaron funciones como el arranque eléctrico y el alumbrado. Estas exigencias hicieron que se instalara en el vehículo un equipo eléctrico básico.

Al principio, el sistema eléctrico era muy rudimentario y estaba compuesto por una batería, el motor de arranque, un generador para cargar la batería y varias lámparas de iluminación y control.

La creación de componentes electrónicos, como por ejemplo el transistor, fue un gran avance para el desarrollo de los circuitos eléctricos y electrónicos. Esto permitió el desarrollo de sistemas como el encendido sin ruptor y la inyección electrónica de combustible. Aunque, la verdadera revolución en el desarrollo de la electrónica en el automóvil se produjo con la introducción de circuitos integrados o microchip.

### caso práctico inicial

El vehículo de Pedro no disponía de sistemas eléctricos de confort y sistemas de seguridad.

En la actualidad, prácticamente todos los sistemas se controlan gracias a la electrónica debido a sus numerosas ventajas:

- Un control preciso y una reacción más rápida.
- Menor número de piezas móviles.
- Sistemas simplificados.
- Posibilidad de autodiagnóstico.
- Desarrollo de nuevos sistemas.

El alto número de circuitos eléctricos y electrónicos que montan los vehículos, y en consecuencia el elevado número de cables, obligó a los técnicos a buscar nuevas formas de simplificar los sistemas de control y accionamiento.

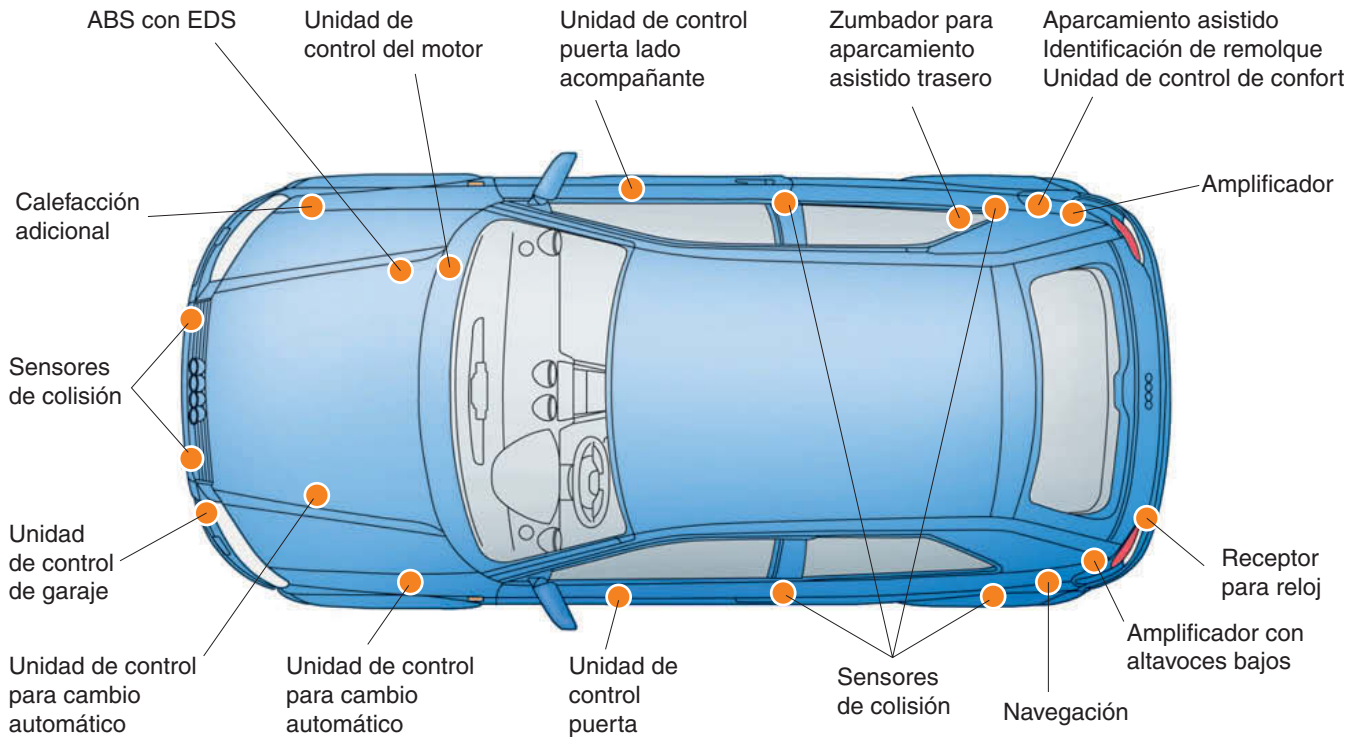
Antes de la introducción de las redes digitales, los sistemas de control y accionamiento eran independientes y solo se encargaban de sus propias tareas. Cada unidad de control recibía información de sus sensores y activaba únicamente sus elementos actuadores. Conforme se iban agregando más sistemas eléctricos/electrónicos, más problemática se hizo esta solución, ya que los sensores se duplicaban a pesar de que varios sistemas necesitaban y compartían la misma información.

Con el número creciente de sistemas eléctricos y electrónicos se necesitan a su vez más unidades de control. Este aumento de unidades de control y en consecuencia del número de cables aumenta el peso del vehículo si los sistemas funcionan con independencia.

Tras esto, los técnicos se dieron cuenta de que se consiguen numerosas ventajas si las unidades de control pueden comunicarse entre ellas.

Así, se desarrollaron redes digitales que permiten la comunicación de las unidades de control en tiempo real para aprovechar la información de los diferentes sistemas conjuntamente.

Con el empleo de las redes digitales, la señal que se emite desde un elemento se puede procesar por diferentes sistemas: la señal de un sensor llega a su unidad de control de referencia y desde allí se transmite y comparte con el resto de unidades de control.



↑ **Figura 3.16.** Ejemplo de disposición de las unidades de control en un Audi A3.

En los vehículos las redes de comunicación se pueden clasificar en función de su velocidad de transmisión. Según SAE, las redes más importantes son:

<b>Redes de clase A (baja velocidad):</b> son redes de datos cuya velocidad de transmisión es inferior a 10 kbps.	E&C Bus. - 1 kbps. IEBus. - 3.9 - 4.1 kbps. SAE J1708 Bus. - 9.6 kbps.
<b>Redes de clase B (media velocidad):</b> la velocidad de estas redes va desde los 10 kbps a los 125 kbps	VPW J1850 Bus. - 10.4 kbps. IEBus. - 18 kbps. LIN Bus. - 20 kbps. PWM J1850 Bus. - 41.6 kbps. VAN Bus. - 62.5-125 kbps. CAN Bus. - 10-125 kbps.
<b>Redes de clase C (alta velocidad):</b> son redes cuya velocidad de transmisión va de 125 kbps a 1 Mbps.	DSI Bus. - 150 kbps. FLEXRAY (UTP). - 500 kbps. CAN Bus. - 125 kbps – 1 Mbps. TTCAN Bus. - 1 Mbps.
Otras redes de muy alta velocidad son:	FLEXRAY (STP). - 10 Mbps. Intellibus. - 12.5 Mbps. SMARTwireX. - 25 Mbps. TTP Bus. - 25 Mbps.
Dentro de las redes de comunicación de alta velocidad las más importantes de fibra óptica son:	Domestic digital data (D2B). -5.6-20 Mbps. Byteflight (SI-Bus). - 10 Mbps. MOST Bus. - 21.2 Mbps. MML - 100 Mbps.

**saber más**

En un vehículo actual pueden existir entre 20 y 40 unidades de control que gestionan todos los sistemas, desde el control de motor, el ABS, el aire acondicionado, el alumbrado, etc.

**caso práctico inicial**

La red MOST permite mayor velocidad de datos que la red CAN.

En la red MOST, la velocidad es de 21.2 Mbps mientras que en la red CAN, la velocidad de transmisión va desde 125 kbps a 1 Mbps, dependiendo del tipo.

← **Tabla 3.9.**



## 4. Transmisión de datos

### 4.1. Comunicación digital

#### saber más

Digital proviene de la palabra latina *digitus* y significa «dedo».

La comunicación digital es la base de cada una de las redes digitales y de la tecnología empleada en las unidades de control actuales de los vehículos.

En la técnica analógica, las señales que definen el estado del componente se corresponden con estados variables. Sin embargo, en la técnica digital solo existen dos estados: un 0 y un 1, que equivalen a conectado y desconectado. Estos ceros y unos, crean el lenguaje para la comunicación entre ordenadores y entre unidades de control.

Mediante la agrupación de señales de ceros y unos se obtienen mensajes codificados que pueden transmitir gran cantidad de datos a las unidades de control de los vehículos.

La unidad de datos digital más pequeña, es decir, una sola unidad de conexión o desconexión, se denomina **bit** (*Bynary Digit*). A mayor número de bits, más información se puede transmitir.

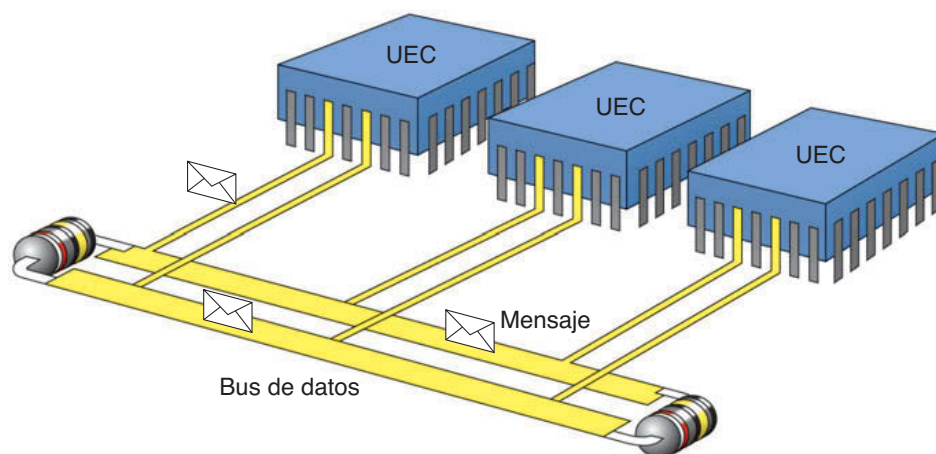
Para la transmisión de datos se requieren al menos cuatro bits. Una agrupación de cuatro bits se denomina **nibble** y un grupo de ocho bits se denomina **byte**.

### 4.2. Bus de datos

#### saber más

UCE o UEC. Unidad de Control Electrónica.

El **bus de datos** es la línea de comunicación que permite intercambiar informaciones numéricas de forma bidireccional entre las diferentes unidades de control del vehículo (UEC). El bus facilita que una unidad de control pueda enviar varios mensajes de información a través de una única línea de comunicación y a una velocidad muy elevada, y que estos mensajes sean recibidos por las unidades de control conectadas a dicha línea. Cada unidad de control determinará si la información recibida a través del bus de datos es de utilidad y procederá a procesarla o rechazarla.



↑ **Figura 3.17.** Transmisión de datos entre unidades.

#### caso práctico inicial

Los buses de datos son líneas de comunicación mediante las cuales se puede intercambiar información de forma bidireccional entre diferentes unidades de control del vehículo.

Los buses de datos consiguen reducir la complejidad en el conexionado, el tamaño de los conectores, el volumen ocupado por los cables, el peso del vehículo y por lo tanto el consumo de combustible.

El bus está formado por un conjunto de conductores eléctricos por donde circulan las señales correspondientes a los datos binarios.

Para construir un bus de datos se pueden utilizar diferentes soportes:

- **Hilo de cobre**, para mensaje en forma de señales eléctricas.
- **Fibra óptica**, para mensaje en forma de señales luminosas.
- **Ondas de radio**, para mensajes en forma de frecuencia de radio.
- **Infrarrojos**, para mensajes en forma de señales luminosas transmitidas sin hilo, invisibles al ojo humano.



↑ **Figura 3.19.** Buses de datos en un vehículo de alta gama.

### 4.3. Comunicación en serie y paralela

En la **comunicación en serie** las unidades de control están unidas por una sola línea de datos por la que se transmiten los bits, uno detrás de otro, de forma ordenada. La ventaja de la transmisión en serie es la utilización de un menor número de cables y conectores y la menor complejidad del sistema. Su inconveniente reside en que la transmisión de datos es más lenta que en la paralela, aunque suficiente para la transmisión de datos más utilizada por los vehículos. Por ejemplo, la línea K (de hilo de cobre) permite una velocidad de transmisión de hasta 9,6 kilobits por segundo, mientras que la fibra óptica transmite datos a altas velocidades de hasta 5,6 megabits por segundo.

En la **comunicación paralela** existen varias líneas de datos entre las unidades de control. Los bits pueden transmitirse a la vez por líneas paralelas. La ventaja de la transmisión paralela es su gran rapidez y sus inconvenientes son la elevada necesidad de cables y conectores, lo que aumenta en costes y en complejidad.

### 4.4. Lenguaje o protocolo de comunicación

Para que dos o más unidades de control se comuniquen es necesario que estas utilicen el mismo lenguaje de comunicación o protocolo.

En la actualidad se utilizan diferentes tipos de protocolo para el intercambio de información entre unidades de control.

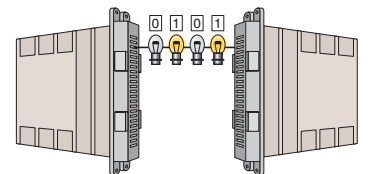
Los protocolos están normalizados de tal manera que para cada protocolo se fijan unas reglas de comunicación; codificación de la información (estructura de la trama), velocidad de transmisión y, a veces, los componentes que tienen que ser utilizados. Los protocolos más utilizados por los vehículos en la actualidad son: VAN, CAN, LIN, MOST, etc.



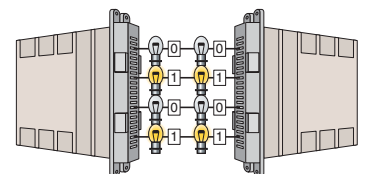
↑ **Figura 3.18.** Cable trenzado del bus de datos.

### saber más

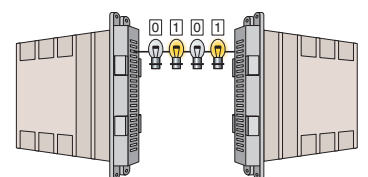
La técnica de conducción por fibra óptica se suele emplear en la comunicación de sistemas de audio y navegación.



↑ **Figura 3.20.** Comunicación en serie.



↑ **Figura 3.21.** Comunicación paralela.



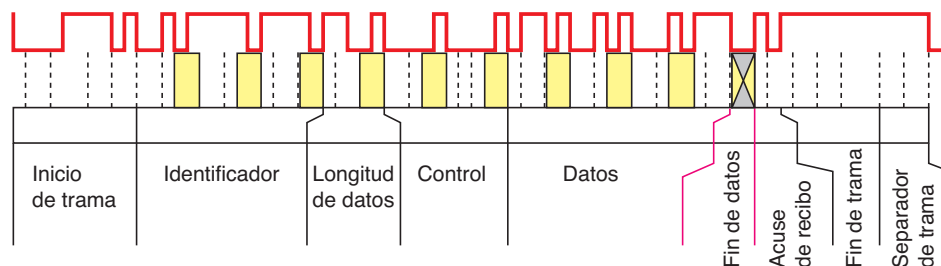
↑ **Figura 3.22.** Lenguaje de comunicación.



Los computadores que utilizan el mismo protocolo son vinculados por un mismo bus. Esto constituye lo que se denomina **red de comunicación**; red VAN, red CAN, etc. La conexión en red facilita un método eficaz para la gestión de la comunicación a bordo del vehículo y para la transmisión de la información entre los subsistemas.

### La trama de comunicación

Se denomina **trama** a la sucesión de bits organizados en varios campos o bloques, cada uno con un rol particular. Estos bloques, dependiendo del protocolo, son básicamente; el inicio, la dirección, el mensaje, la comprobación y el final.



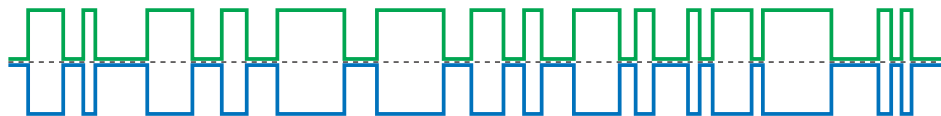
↑ **Figura 3.23.** Ejemplo de trama del protocolo VAN.

De la estructura que configure la trama dependerá el protocolo de comunicación.

Trama del bus VAN



Trama del bus CAN



↑ **Figura 3.24.** Aspecto de la trama en el bus del protocolo VAN y en el bus del protocolo CAN.

## 4.5. Transmisión del mensaje

Los mensajes son transmitidos a través del bus de datos de forma muy similar a una transferencia telefónica. Un emisor deja el mensaje en la red y los receptores escuchan este mensaje que lo utilizan en caso de tener relevancia.

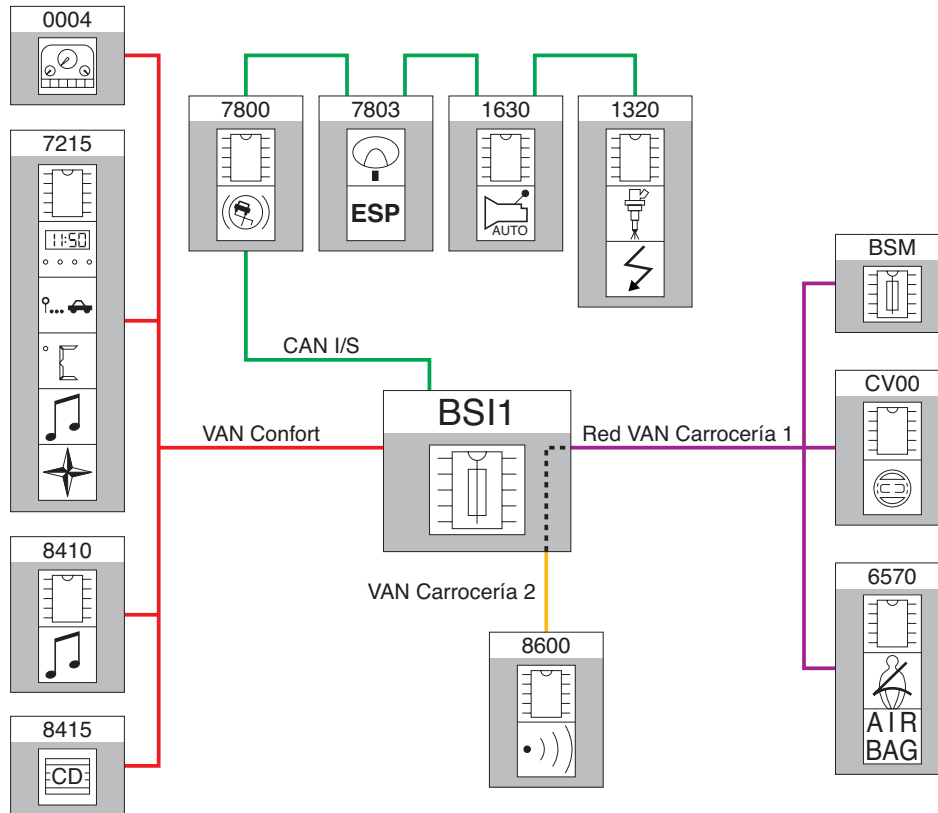
El proceso de transmisión es bidireccional, es decir, cada unidad emisora puede ser a la vez emisora o receptora en función de las necesidades. Por ello, estas unidades de control incluyen una etapa multiplexora y otra demultiplexora. Los componentes básicos que integra la red para la transmisión del mensaje son:

- **El emisor:** genera y distribuye la información.
- **El codificador:** transforma o codifica los datos del mensaje para que se puedan enviar.
- **El medio de transmisión:** es el soporte o vía por donde circula el mensaje.
- **El decodificador:** convierte los datos del mensaje recibidos para que el receptor los entienda.
- **El receptor:** es el destinatario de la información y posiblemente el que la utilice.

## 4.6. Unidad de control central

Para la transmisión de datos entre dos unidades de control pertenecientes a dos redes de comunicación distintas es necesario un traductor «unidad de control central».

A esta unidad de control se conectan todos los buses y, a través de ellos, todas las unidades de control del vehículo de todos los sistemas: motor, confort, seguridad, etc. El reagrupamiento de funciones dentro de una misma unidad de control permite la reducción del número de cajetines, de conexiones, de cables y la simplificación de haces de cable.



↑ **Figura 3.26.** Unidad de control central BSI uniendo diferentes redes multiplexadas.

En la figura 3.26, se puede observar cómo la unidad de control central comunica tres redes multiplexadas: CAN Inter Sistema (velocidad: 250 kbit/s), VAN Confort (velocidad: 125 kbit/s) y VAN Carrocería (velocidad: 62,5 kbit/s).

Como varias unidades de control pueden transmitir simultáneamente su mensaje de datos (trama) es necesario establecer prioridades. Los datos de unidades de control que intervengan en seguridad son más importantes que los que intervienen en confort y se transmiten en primer lugar.

Todos los datos o tramas emitidos no son utilizados por todas las unidades de control, sino solo por aquellas que pueden estar interesadas en esa información. La unidad de control central procesa las informaciones recibidas y envía exclusivamente mensajes, de forma binaria, a los módulos concernientes. Esta unidad central se hace necesaria por las diferentes velocidades de transmisión y los distintos protocolos de las redes que forman un vehículo. También sirve para diagnosticar todas las unidades de control conectadas a ella.



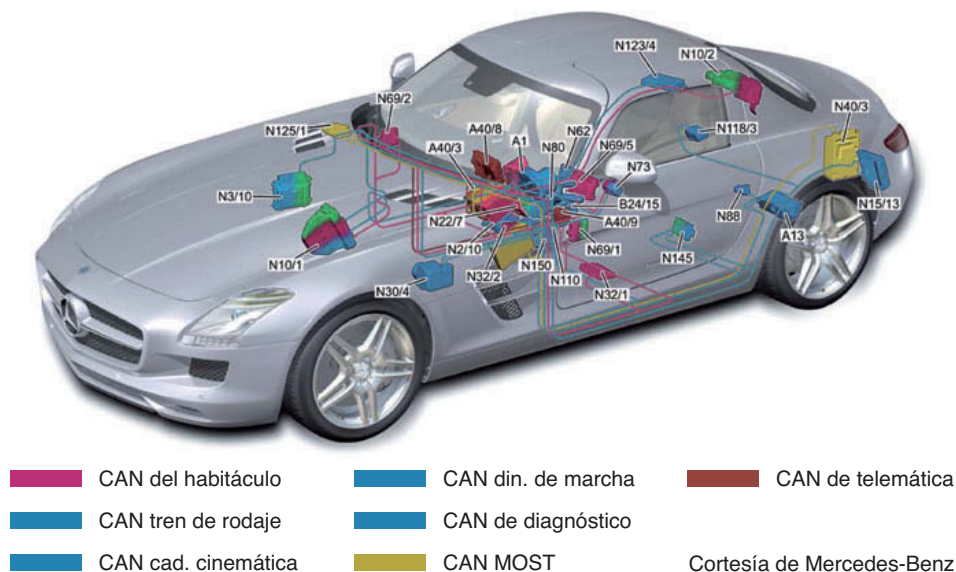
↑ **Figura 3.25.** Unidad de control central para la conexión de diferentes redes denominada BSI por el grupo Citroën.

### saber más

El grupo PSA denomina la unidad de control central como BSI (Caja de Servicio Inteligente).

## 4.7. Interconexión global de unidades de control por medio de redes multiplexadas

En la figura siguiente se puede observar la interconexión global de las unidades de control de un vehículo por medio de redes multiplexadas.



↑ **Figura 3.27.** Interconexión global de unidades de control por medio de redes multiplexadas.

### CAN de la cadena cinemática

N3/10. Unidad de control ME  
 N15/13. Unidad de control del cambio de doble embrague  
 N118/3. Unidad de control de la bomba de combustible izquierda  
 N145. Unidad de control de programa de marcha  
 N150. DIRECT SELECT INTERFACE

### CAN de diagnóstico

N10/1. Unidad de control SAM con módulo de fusibles y relés delantera  
 N123/4. Unidad de control del sistema de llamada de emergencia

### CAN del habitáculo

A1. Cuadro de instrumentos  
 A13. Unidad de regulación del freno de estacionamiento eléctrico  
 N10/1. Unidad de control SAM con módulo de fusibles y relés delantera  
 N10/2. Unidad de control SAM con módulo de fusibles y relés, compartimento trasero  
 N22/7. Unidad de control y mando del climatizador automático  
 N32/1. Unidad de control del asiento del conductor  
 N32/2. Unidad de control del asiento del acompañante  
 N69/1. Unidad de control de puerta, izquierda  
 N69/2. Unidad de control de puerta, derecha  
 N69/5. Unidad de control KEYLESS-GO  
 N73. Unidad de control de la cerradura electrónica de encendido

### CAN del tren de rodaje

A1. Cuadro de instrumentos  
 N2/10. Unidad de control, sistema de retención de seguridad  
 N3/10. Unidad de control ME  
 N10/1. Unidad de control SAM con módulo de fusibles y relés delantera  
 N30/4. Unidad de control del programa electrónico de estabilidad  
 N62. Unidad de control PARKTRONIC  
 N73. Unidad de control de la cerradura electrónica de encendido  
 N80. Módulo de tubo envolvente  
 N88. Unidad de control del sistema de control de la presión de inflado de los neumáticos  
 N110. Unidad de control del sistema de sensores de peso

### Anillo MOST

A40/3. Unidad de regulación COMAND  
 N40/3. Unidad de control del amplificador para el sistema de sonido  
 N125/1. Unidad de control media interface

### CAN de telemática

A40/3. Unidad de regulación COMAND  
 A40/8. Display del COMAND  
 A40/9. Unidad de mando Audio o COMAND

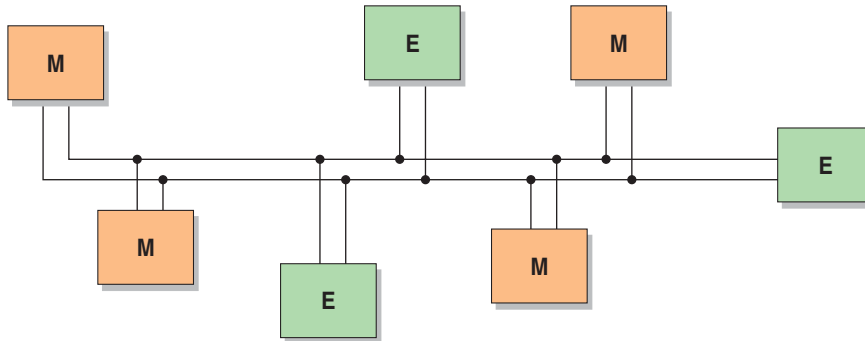
### CAN de la dinámica de marcha

B24/15. Sensor de velocidad de giro, aceleración transversal y longitudinal  
 N30/4. Unidad de control del programa electrónico de estabilidad

↑ **Tabla 3.10.**

# 5. Red VAN

La red VAN «Vehicle Area Network» está compuesta de dos hilos de cobre trenzados denominado Data y Data/ o Data y Data B. Esta red permite la construcción de numerosos haces de cable en función del número de unidades de control. Es posible realizar la conexión de hasta 16 unidades de control, entre maestras o esclavas, por bus.



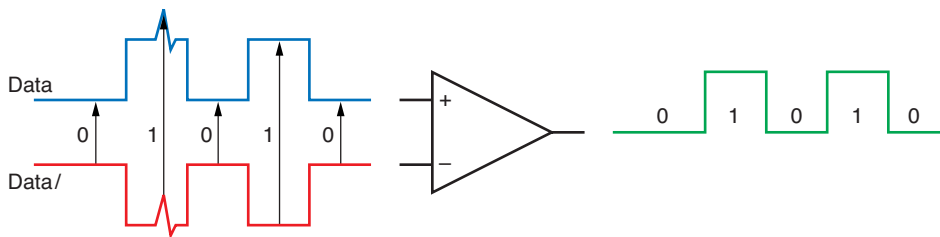
- Unidades de control maestras
- Unidades de control esclavas

↑ **Figura 3.28.** Ejemplo de arquitectura «libre» multi-maestro / esclavo.

La red VAN trabaja con velocidades de comunicaciones medias que van entre los 62,5 kbits/s a 125 kbits/s, siendo la longitud del campo de datos de 28 bytes máximo.

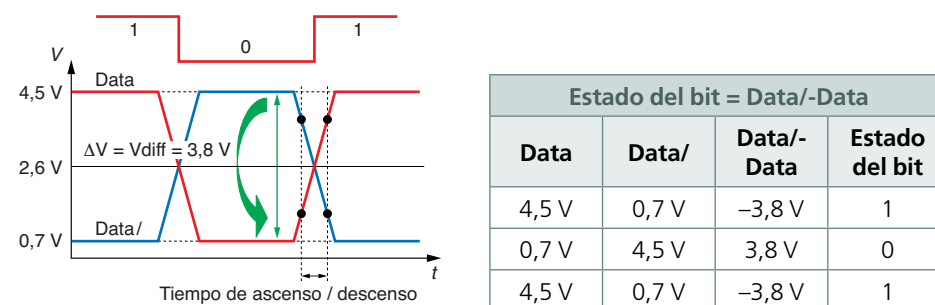
Por ejemplo, la red VAN Confort está dedicada a las funciones de visualización, de instrumentación, de radio, de climatización, de navegación, etc. y su velocidad es de 125 kbits/s.

Las señales que se emiten por esta red están en oposición de fase sobre los dos hilos al mismo tiempo, es decir, mientras que un bit está en 1 sobre Data, el mismo bit está en 0 sobre Data/. Esto permite eliminar los parásitos y limitar la radiación electromagnética de los hilos.



↑ **Figura 3.29.** Filtración de las señales numéricas.

La unidad de control que recibe la trama diferencia entre las dos señales Data/ y Data para descifrar el mensaje emitido.



↑ **Figura 3.30.** Representación de una señal medida en un bus VAN.

## saber más

Una unidad maestra debe incorporar una inteligencia con el fin de ejecutar un programa mientras que una unidad esclava solo debe convertir voluntades de las unidades maestras.

## saber más

En ciertos casos y gracias a la interfaz de línea, la comunicación es posible sobre un solo hilo.





## 6. Red CAN

La red CAN, «Controler Area Network» o red de controladores de área fue desarrollada a mediados de los ochenta por el fabricante de componentes electrónicos Bosch, como una solución viable a la transmisión de gran cantidad de información en tiempo real entre unidades de control, sensores y actuadores en un tiempo muy reducido.

### 6.1. Funcionamiento de la red CAN, transmisión de datos

La transmisión de datos en la red CAN se realiza sin enviar la información a una unidad de control determinada. Es decir, los datos circulan por la red para ser utilizados por las unidades de control que los precisen.

Un sistema de identificación define el contenido del mensaje y lo prioriza. Cuando una unidad de control de un sistema (por ejemplo, el control del cambio) necesita compartir un mensaje con una o varias unidades de control, el procesador interno de la unidad de control construye y transmite el mensaje por el bus de datos.

Una vez transmitido el mensaje, el resto de las unidades de control de la red son receptoras. Cada unidad de control realiza un test de aceptación para ver si el dato recibido es relevante para ese sistema (por ejemplo, sistema de freno ABS). Si los datos son relevantes para ese sistema en concreto, estos son procesados; de lo contrario, son ignorados.

### 6.2. Ventajas de la transmisión de datos en la red CAN

En un vehículo, la transmisión de información entre los distintos dispositivos precisa multitud de cables y conexiones, uno por cada información a transmitir. Esto limita el desarrollo de nuevos sistemas y perjudica el diseño del vehículo.

Con el fin de superar esta limitación se recurre a la conexión de los componentes del sistema (controladores, sensores, actuadores) mediante un bus de datos. El bus CAN permite una comunicación de datos en serie con solo dos cables.

Además la red CAN ofrece las siguientes ventajas:

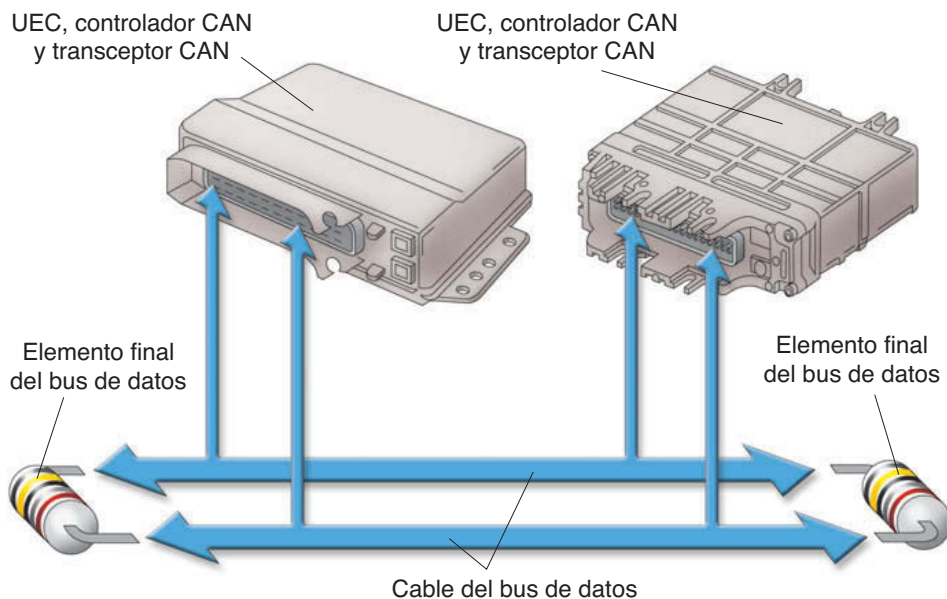
- Si el protocolo de datos ha de ser ampliado con información suplementaria solamente se necesitan modificaciones en el *software*.
- Existe un bajo porcentaje de errores gracias a una verificación continua de la información transmitida por parte de las unidades de control y mediante protecciones adicionales en los protocolos de datos.
- Gracias al uso múltiple de una misma señal para distintas unidades de control se necesitan menos sensores y cables.
- La transmisión de datos entre las unidades de control es muy rápida.
- El bus de datos CAN está normalizada a nivel mundial según ISO 11898. Por este motivo las unidades de control de diferentes fabricantes pueden intercambiar datos entre sí.
- Permite centralizar las funciones de diagnóstico.

#### saber más

El nivel físico de un protocolo fija las reglas constructivas tanto del medio de transmisión (hilo) como de las magnitudes (tensiones) a utilizar para la transmisión. Por tanto, el protocolo de comunicación CAN parte del supuesto de tener como único medio de transmisión el bus CAN y numerosos accesos.

### 6.3. Descripción y funcionamiento de los componentes

La red CAN utilizada en los vehículos está constituida por un controlador y un transceptor ubicados dentro de las unidades de control y dos cables para la transmisión de datos (Bus) en cuyos extremos se colocan resistencias como elemento final.



↑ **Figura 3.31.** Componentes del sistema CAN-Bus.

La misión de cada componente es la siguiente:

- **Los cables del Bus.** Son los encargados de transmitir los datos en forma de señales eléctricas. Trabajan en forma bidireccional, enviando los datos a todas las unidades de control y recibiendo datos de estas. Cada cable tiene una denominación CAN-High, para señales de nivel alto, y CAN-Low, para señales de bajo nivel. En un vehículo, estos cables van trenzados entre sí para evitar la influencia de señales parásitas de carácter electromagnético emitidas por fuentes tales como cables eléctricos, emisoras, teléfonos móviles, chispas, etc.
- **El controlador.** Recibe los datos a transmitir del microprocesador de la unidad de control, los acondiciona y los pasa al transceptor. Del mismo modo trabaja en sentido inverso, recibiendo los datos del transceptor, los acondiciona y los pasa al microprocesador de la unidad de control.
- **El transceptor.** Está formado por un receptor que trabaja como amplificador diferencial integrado. Asume la función de analizar las señales de las líneas CAN-High y CAN-Low, retransmitirlas a la UEC y transformarlas en la tensión de salida del amplificador (véase figura 3.32).

El transceptor se encarga de transformar los datos del controlador en señales eléctricas y de transferirlas a los cables del bus. A su vez, recibe señales eléctricas de los cables del bus, las transforma en datos y los transfiere al controlador.

La tensión de salida se determina restando la tensión de la línea CAN-Low ( $U_{CAN-Low}$ ) de la tensión de la línea CAN-High ( $U_{CAN-High}$ ).

- **Las resistencias.** Tienen por finalidad evitar que los datos transmitidos sean falseados o devueltos en forma de eco desde los extremos de los cables. Las resistencias se conectan como elemento final del bus en cada extremo de los cables.

#### saber más

##### Tensión de pico

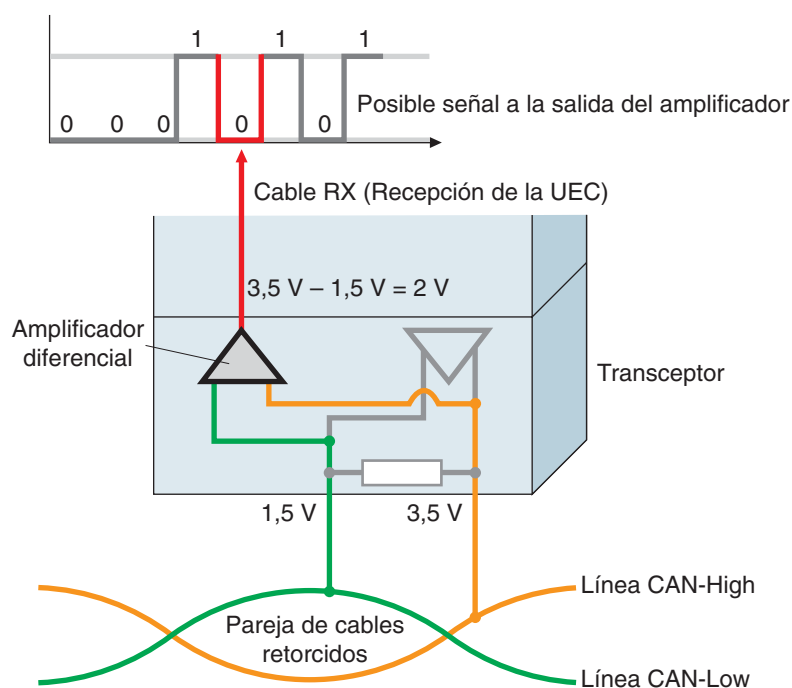
Es la tensión máxima que alcanza la línea CAN.

#### saber más

La señal que se obtiene en la transmisión de datos digitales se denomina señal rectangular.

### saber más

Una unidad de control construye electrónicamente un mensaje y lo trasmite a la red, el resto de unidades de control reciben el mensaje y lo chequean, la unidad o unidades que lo consideran de utilidad lo utilizan, el resto lo ignoran.

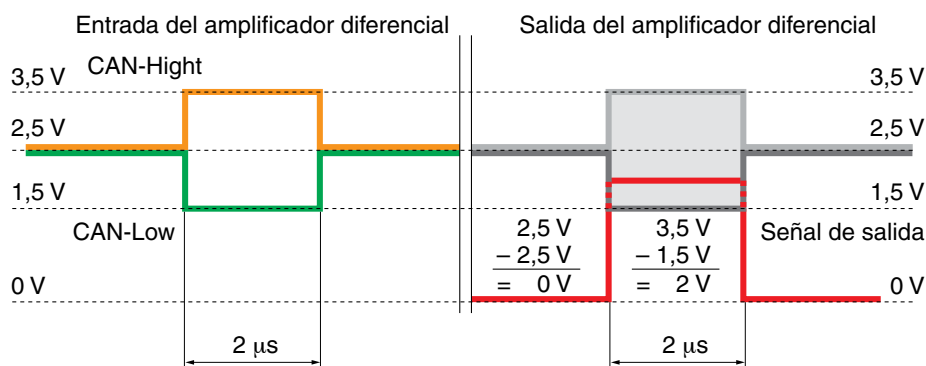


↑ Figura 3.32. Amplificador diferencial.

## 6.4. Tensiones del bus de datos

En los buses de datos, es necesario conocer el umbral de conexión, es decir: la diferencia de tensión entre picos y la tensión básica de la onda. Este umbral no es siempre el mismo y difiere entre los distintos tipos de CAN y diferentes tipos de vehículos.

Por ejemplo, si en un bus la tensión básica de la onda en el CAN-High se encuentra entre 3,5 y 2,5 voltios y en el CAN-Low se halla entre 2,5 voltios y 1,5 voltios, a la salida del amplificador diferencial se obtiene una señal cuadrada con valores de 0 voltios y 2 voltios (véase figura 3.33).



↑ Figura 3.33. Tensión en las líneas CAN-High y CAN-Low.

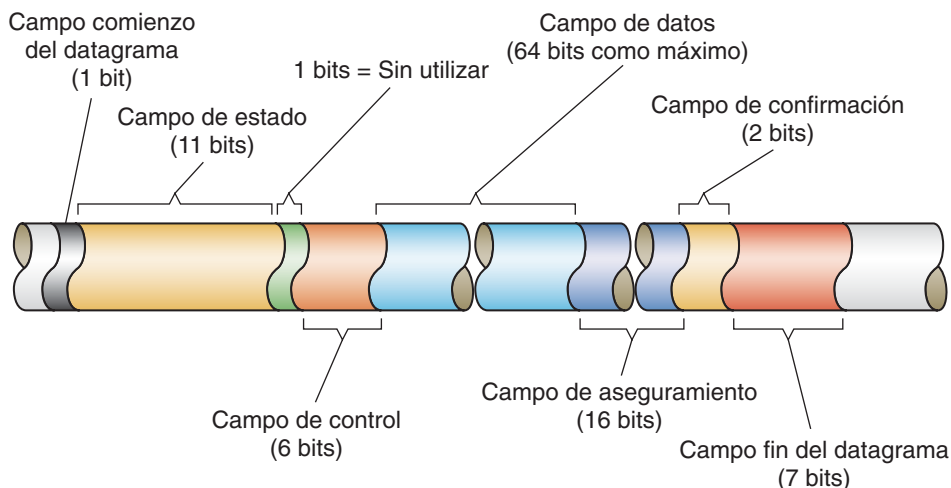
## 6.5. Formato de un mensaje CAN

El mensaje CAN está estructurado en siete secciones o campos: campo de comienzo del datagrama, campo de estado, campo de control, campo de datos, campo de aseguramiento, campo de confirmación y campo de fin del datagrama. La estructura del mensaje es idéntica en ambos cables del bus.

Cada sección del mensaje tiene un cometido específico, así tendremos que:

- El **campo comienzo del datagrama**. Está compuesto por 1 bit y señala el inicio del protocolo mediante la transmisión del bit de aproximadamente 5 voltios en el cable CAN-High y de aproximadamente 0 voltios en el cable CAN-Low.
- El **campo de estado (identificador)**. Este campo en la versión estándar está compuesto por 11 bits y en la extendida por 29 bits. Define la prioridad del protocolo, de tal manera que si dos unidades de control intentan transmitir a la vez su protocolo de datos, se concede prioridad al protocolo superior.
- El **campo de control**. Este campo está compuesto por 6 bytes. Especifica la cantidad de información que contiene el campo de datos, es decir, el número de bits que se transmiten. De esta manera cada receptor puede comprobar si ha recibido la información completa.
- El **campo de datos**. Este campo utiliza 64 bits como máximo y contiene la información útil para el resto de unidades de control.
- El **campo de aseguramiento**. Este campo de 16 bits, realiza una verificación fiable de la consistencia del mensaje permitiendo detectar fallos en la transmisión de datos.
- El **campo de confirmación**. Consta de 2 bits y gracias a él, los receptores indican al transmisor que ha recibido correctamente el protocolo de enlace de datos. Si detectan cualquier fallo, informa de inmediato al transmisor para que repita el mensaje.
- El **campo fin del datagrama**. Este campo indica el fin del protocolo de datos. Ofrece una última posibilidad de dar un aviso de error que conduzca a una repetición.

Una vez terminada la trama, aparece un campo de 3 bits antes de una nueva, y cuya misión es espaciar tramas dando tiempo a las unidades de control receptoras a procesarlas.



↑ **Figura 3.34.** Campos de un mensaje CAN.

La transferencia de datos surtirá efecto cuando los campos de identificación del mensaje transmitido correspondan con el identificador del mensaje que la unidad de control tiene configurado para recibir. Las unidades de control que no están programadas con el mismo identificador que el mensaje transmitido, no recibirán los datos. Este modo de operar es conocido como **filtrado de aceptación por máscaras** y se lleva a cabo mediante el **hardware CAN**.

## 6.6. Gateway (puerta de acceso)

### saber más

8 bits = 1 byte

1024 bytes = 1 kilobyte

1024 kilobytes = 1 megabyte

### saber más

La tecnología VAN-Bus, utilizada por el grupo PSA y Renault es similar al CAN-Bus, con la diferencia que soporta menos velocidad en la transmisión de datos, 250 kbit/s.

Las unidades de control que integran un vehículo no tienen por qué trabajar a la misma velocidad. La velocidad de estas dependerá de las funciones a realizar y de la prioridad para la transmisión de datos.

Es por ello que se utilizan diferentes sistemas de CAN, de alta y de baja velocidad, que funcionan con diferentes velocidades de transmisión (véase figura 3.35).

Ejemplo de velocidad de diferentes redes CAN:

- CAN-Tracción. 500 kbit/s.
- CAN-Confort. 100 kbit/s.

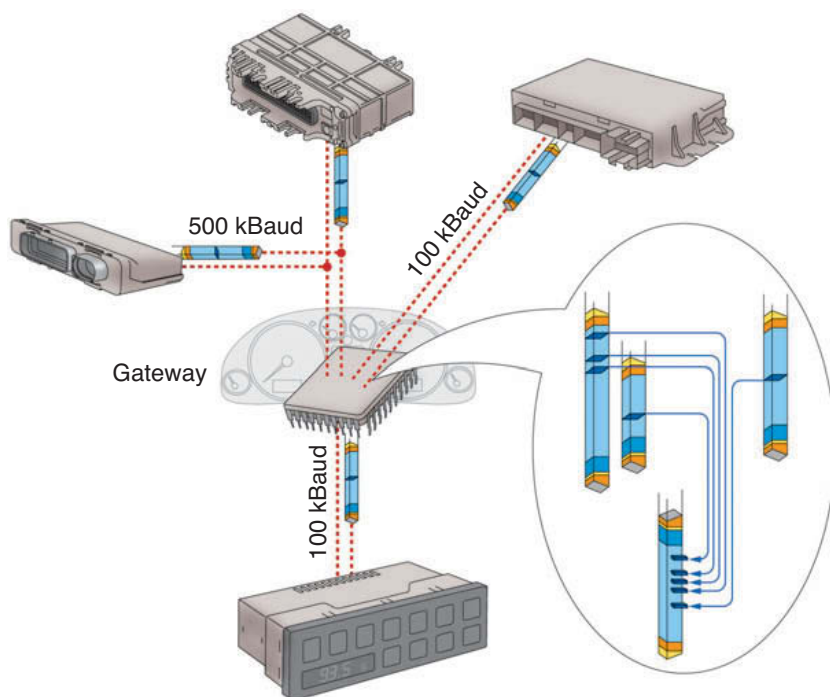
Para la transmisión de datos entre unidades de control de redes CAN de distinta velocidad se utiliza como interface de comunicación el *gateway*, BHI o BSI (grupo PSA).

Se denomina **gateway** o puerta de acceso a un microprocesador que posibilita el intercambio de datos entre los subsistemas de red CAN, por ejemplo, el área de tracción, área de confort y área de *display*.

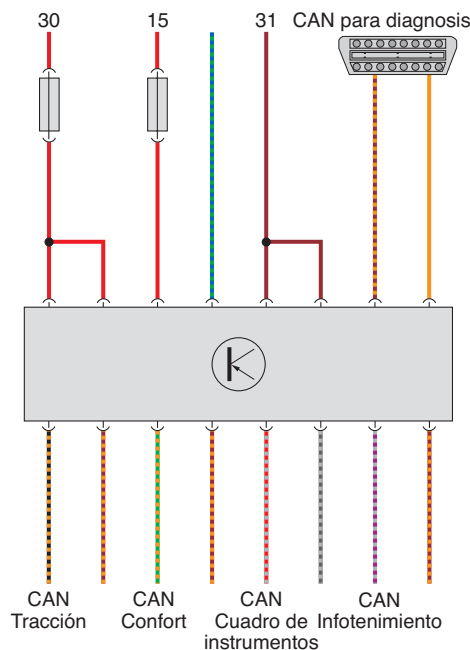
La puerta informática *gateway* filtra los conjuntos de datos recibidos de las unidades de control de un subsistema de red CAN y solo transmite los datos que precisan las unidades de control de otro subsistema de red CAN.

Otra función del *gateway* es la transmisión de datos de diagnóstico de los subsistemas de tracción y confort a través de un cable para ser utilizados en diagnóstico.

En los esquemas eléctricos el *gateway* se representa con una flecha en ambos sentidos.



↑ Figura 3.35. Velocidades de transmisión de datos entre unidades de control.



↑ Figura 3.36. Esquema funcional del gateway.

### 6.7. Localización de averías del CAN-Bus

Las averías que suceden en el sistema de red CAN quedan registradas en las unidades de control. La lectura de las averías se lleva a cabo mediante la utilización de un equipo de diagnóstico. Si está perturbada la transmisión de datos de control, se registra una avería en las unidades de control. Esta perturbación puede ser consecuencia de:

- Que uno o varios cables del bus de datos estén cortados.
- Que los cables del bus de datos estén en cortocircuito (véase 3.40 b).
- Que un cable del bus de datos esté en cortocircuito con masa o con positivo, (véase 3.40 c y d).
- Que una o varias unidades de control estén averiadas.

El corte o interrupción parcial de los cables del bus en una unidad de mando se puede verificar haciendo mediciones de resistencia o continuidad empleando un téster, entre el **nudo** donde enlazan todas las unidades de mando con el bus y el pin de la unidad de mando que queremos comprobar.

Para la verificación se debe desconectar previamente todas las unidades de mando conectadas al subsistema de red CAN, incluyendo siempre el cuadro de instrumentos.

Para analizar un cortocircuito entre ambos cables del bus, deberemos aislar los cables de los circuitos electrónicos contenidos en las unidades de mando que podrían falsear la medida. El valor de resistencia entre el cable *high* y el cable *low* debe ser infinito o un valor de megaohmios como mínimo.

Para la verificación de derivación o cortocircuito a masa o a positivo, realizaremos la medición de resistencia entre cada cable del bus y los bornes (+ y -) de la batería. Las cuatro mediciones deben dar, como resultado, infinito o un valor de megaohmios como mínimo.



↑ **Figura 3.37.** Equipo de diagnóstico VAS 5052 del Grupo VW.



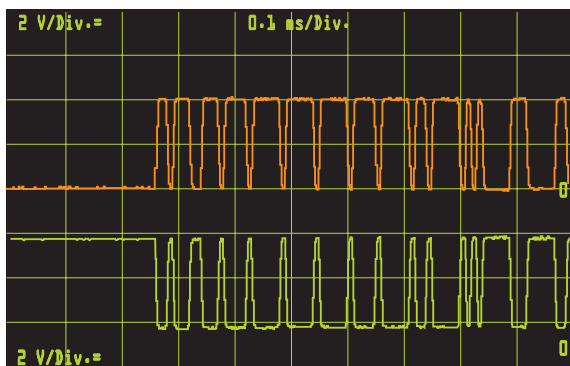
↑ **Figura 3.38.** Nudos del cableado.

ISO	CAN-High	CAN-Low
1		Interrupción
2	Interrupción	
3		Corto con positivo de batería
4	Corto con masa	
5		Corto con masa
6	Corto con positivo de batería	Corto con CAN-High
7	Corto con CAN-Low	Falta $R_{term}$
8	Falta $R_{term}$	

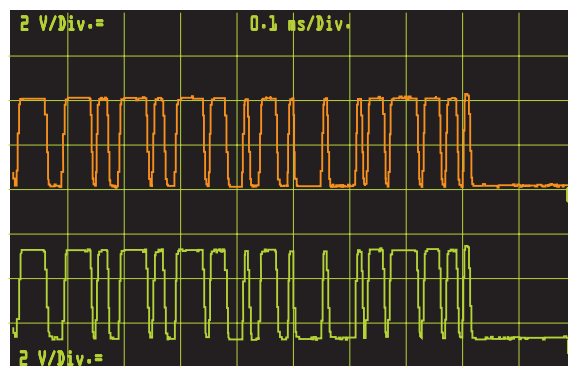
← **Tabla 3.11.** Averías en el CAN según ISO.



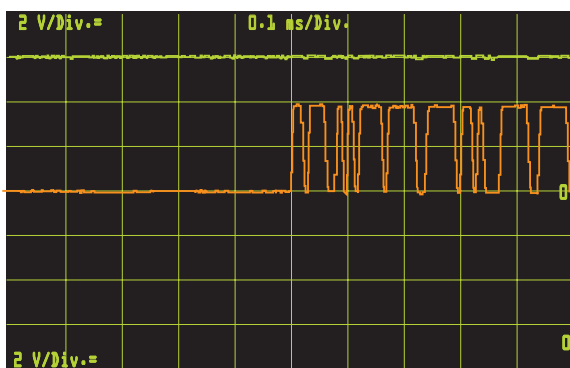
← **Figura 3.39.** Localización de averías en la red CAN con el equipo de diagnóstico y caja de conexiones.



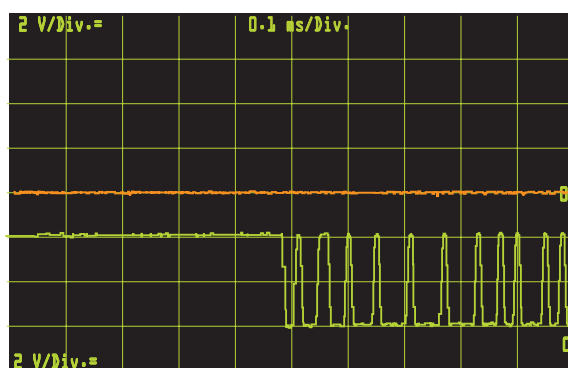
a) Señal correcta.



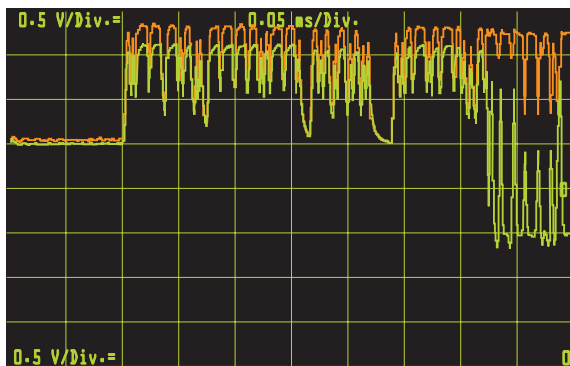
b) CAN-High y CAN-Low en cortocircuito.



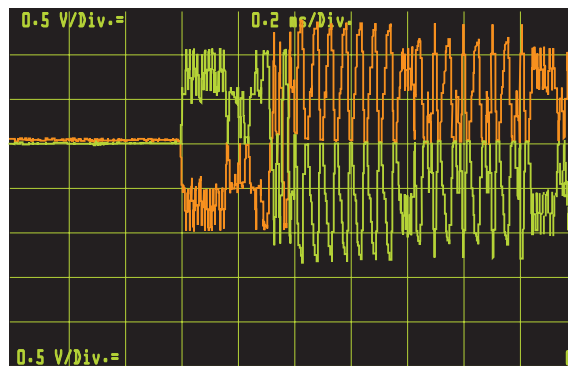
c) CAN-Low derivado a positivo.



d) CAN-High derivado a masa.



e) Interrupción de la línea CAN-Low.



f) Conexiones confundidas CAN-High y CAN-Low.

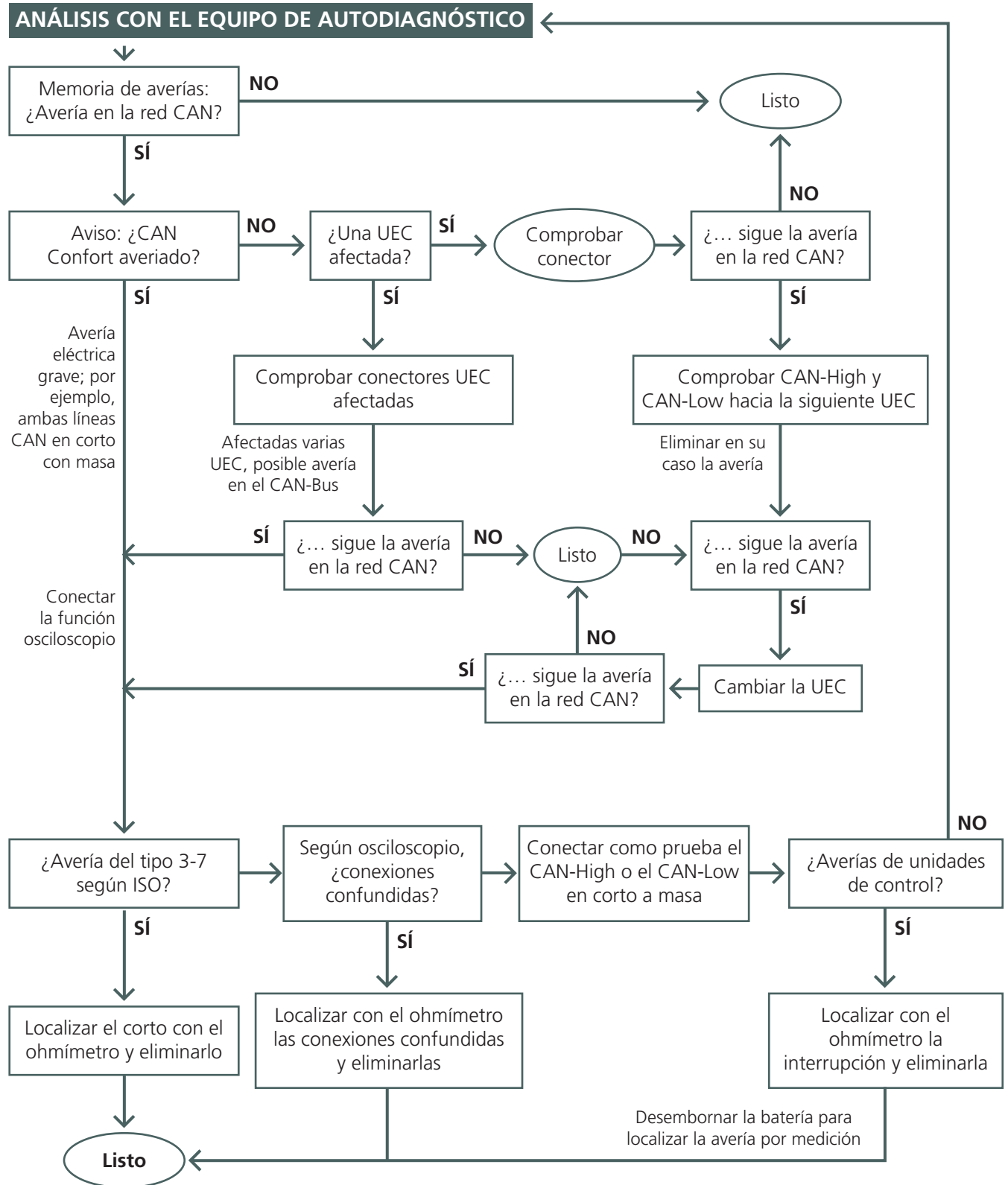
↑ **Figura 3.40.** Comprobaciones de las señales del bus CAN en el osciloscopio.

En resumen, los pasos a seguir en la localización de averías deben llevar un orden lógico, para lo cual se deberá:

- Comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas.
- Realizar un control visual con el fin de analizar si existen problemas de humedad o cables cortados.
- Con ayuda de la función de memoria y borrado de averías del equipo de diagnóstico, comprobar si existen averías memorizadas en las unidades de control.
- Evaluar la información con ayuda de los esquemas eléctricos.

### Localización sistemática de averías en la red CAN

La localización de averías sistemática facilita la reparación del sistema de una manera eficiente. Veamos un ejemplo en la red CAN confort:

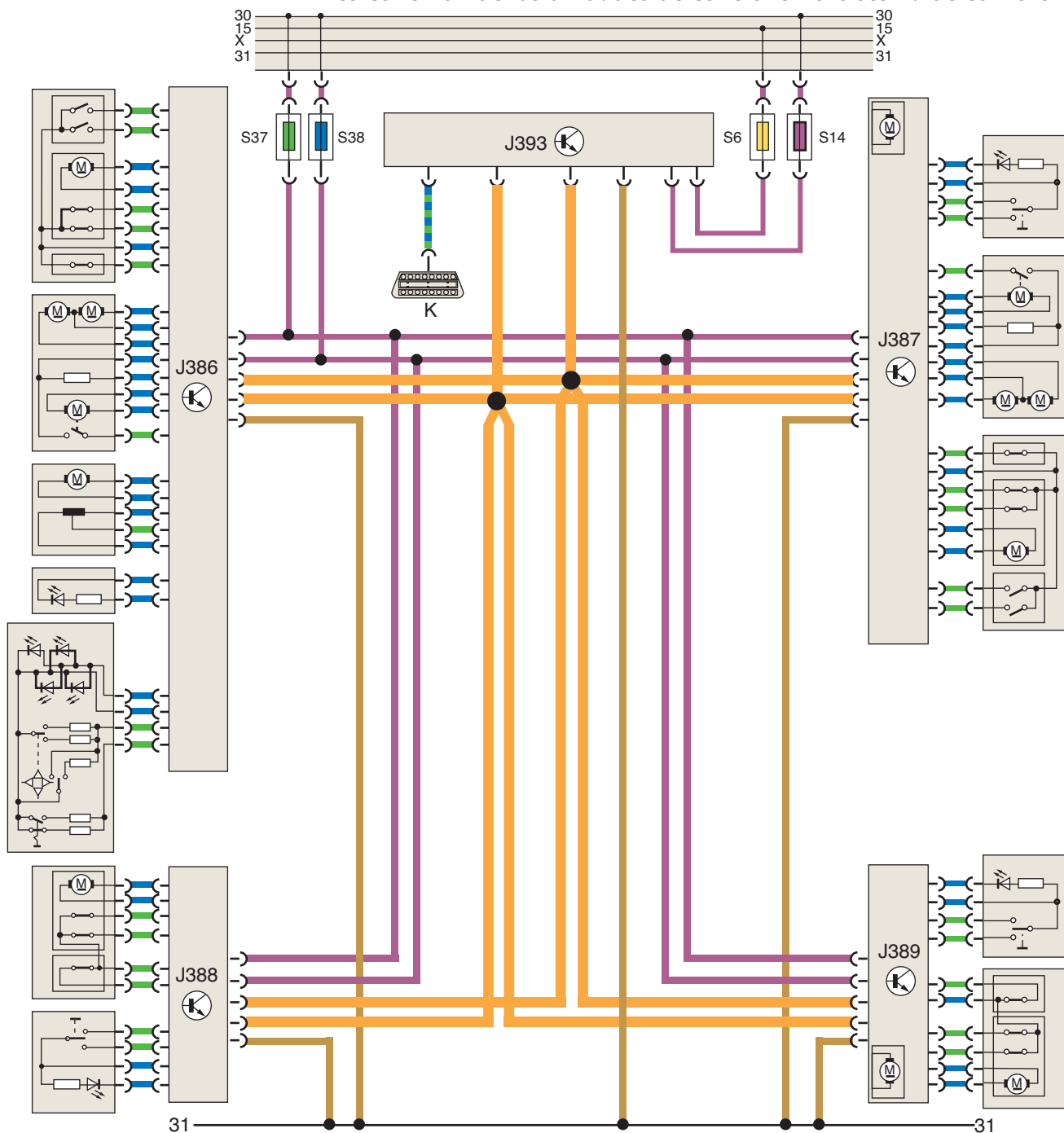


↑ Figura 3.41. Localización sistemática de averías en la red CAN confort.





## Interconexión de las unidades de control en el sistema de confort



### Unidades de control

- J386 Unidad de control de puerta, lado conductor
- J387 Unidad de control de puerta, lado acompañante
- J388 Unidad de control de puerta, trasera izquierda
- J389 Unidad de control de puerta, trasera derecha
- J393 Unidad de control central para sistema de confort

### Fusibles

- S6 Fusible borne 15. Unidad de control central
- S14 Fusible borne 30. Unidad de control central
- S37 Fusible borne 30. Elevalunas
- S38 Fusible borne 15. Cierre centralizado

### Codificación de colores

- Señal de entrada
- Señal de salida
- Positivo
- Masa
- Cable del bus de datos High/Low

↑ **Figura 3.42.** Interconexión de las unidades de control en el sistema de confort, de Volkswagen.

## 7. Red LIN

La red LIN (Local Interconnect Network), o subsistema local, utiliza un solo cable sin apantallar para la transmisión de datos entre unidades de control.

La red establece un intercambio de datos entre unidades de control, denominadas esclavas (hasta 16) y una maestra por cada subsistema. La unidad maestra es la encargada de transmitir los datos de la red LIN a la red CAN a la cual va conectada.

Esta red se suele montar en zonas localizadas del vehículo para la transmisión de datos de un mismo sistema.

### 7.1. Descripción y funcionamiento de los componentes

La red LIN se compone básicamente de una unidad maestra, las unidades esclavas y el cable para la transmisión de datos.

- **Unidad maestra.** Esta unidad traduce los datos entre las unidades de control de la red LIN y la red CAN, controlando la transmisión de datos y su velocidad.

El diagnóstico de las unidades de control esclavas se realiza a través de la unidad maestra.

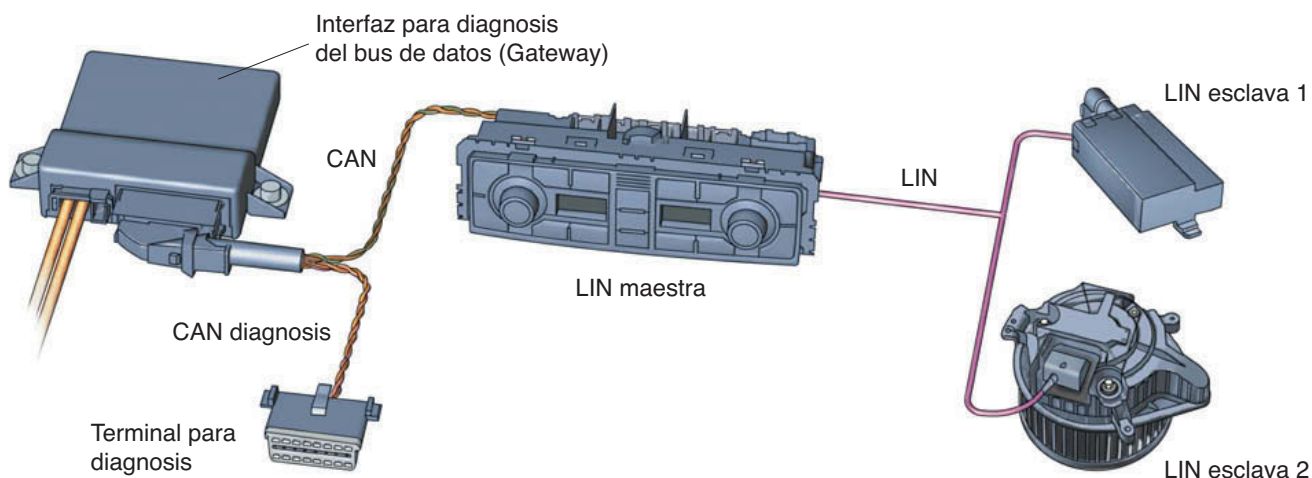
- **Unidades esclavas.** Estas unidades de control tienen una función específica, como por ejemplo la unidad de control para la calefacción del parabrisas, o bien sensores y actuadores.

Los sensores incorporan una electrónica que analiza los valores medidos y los transmite a la red LIN mediante señales digitales.

Los actuadores son grupos de componentes electrónicos o electromecánicos inteligentes, a los que se les transmiten instrucciones en forma de señales de datos LIN, procedentes de la unidad de control LIN maestra.

A través de la unidad de control maestra se puede consultar el estado operativo efectivo de los actuadores, de modo que es posible efectuar la comprobación de los estados teórico y efectivo.

- **El cable.** La red LIN dispone de un único cable para la transmisión de datos. Este cable tiene una sección de 0,35 mm<sup>2</sup> y no dispone de apantallamiento.



↑ **Figura 3.43.** Componentes de una red LIN.

### 7.2. Formato de un mensaje LIN

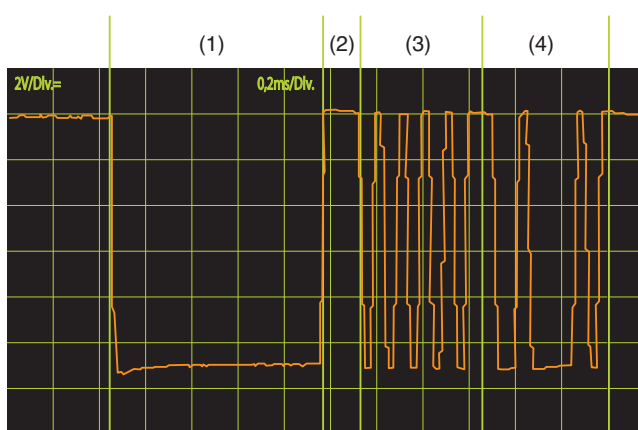
En la red LIN, el mensaje es enviado cíclicamente por la unidad de control maestra. Para su reconocimiento es precedido de un encabezamiento.

El **encabezamiento** está formado por cuatro campos: pausa de sincronización, limitación de la sincronización, campo de sincronización y campo del identificador (véase figura 3.44).

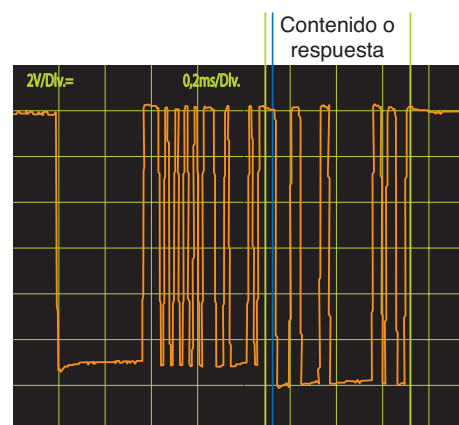
- **Pausa de sincronización (1).** Sirve para comunicar a todas las unidades de control esclavas de la red LIN el comienzo del mensaje. Utiliza como mínimo 13 bits a nivel dominante (tensión en el cable a masa).
- **Limitación de la sincronización (2).** Señala el límite del comienzo del campo de sincronización. Utiliza como mínimo 1 bit a nivel recesivo (tensión cercana a la de la batería).
- **Campo de sincronización (3).** Sincroniza todas las unidades de control esclavas de la red LIN con la unidad de control maestra, para disponer de una transmisión de datos exenta de errores.
- **Campo del identificador (4).** Contiene la identificación del mensaje, e indica el número de campos de datos que contiene la respuesta (de 0 a 8 campos); utiliza para este fin 6 bits. Para evitar errores en la asignación de mensajes, se emplean 2 bits adicionales.

El **mensaje** puede ser de dos tipos: mensaje con mandato de maestro y mensaje con respuesta de esclava:

- **Mensaje con mandato maestro.** Por medio del campo identificador, la unidad de control maestra ordena a las unidades de control esclavas que utilicen los datos contenidos en la respuesta transmitida por la propia unidad maestra. Las unidades esclavas procesan los datos y los utilizan para la ejecución de funciones.
- **Mensaje con respuesta de esclava.** Por medio del campo identificador, la unidad de control maestra, ordena a las unidades de control esclavas que transmitan información; por ejemplo, valores de medición de un sensor, etc. Las unidades de control esclavas transmiten la información solicitada.



↑ **Figura 3.44.** Encabezamiento del mensaje.



↑ **Figura 3.45.** Contenido del mensaje.

### 7.3. Localización de averías en el LIN-Bus

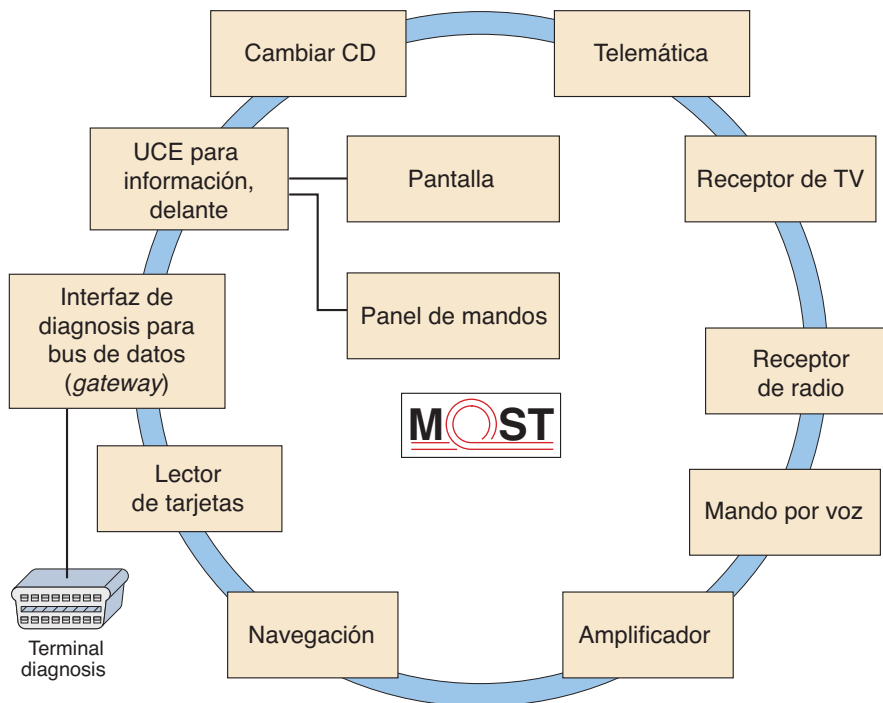
En la red LIN, las averías se localizan mediante el código de dirección de diagnóstico correspondiente a la unidad de control maestra. Las unidades de control esclavas ejecutan las funciones de autodiagnóstico y transmiten los datos de la diagnosis a través de la red LIN a la unidad de control maestra.

## 8. Red MOST

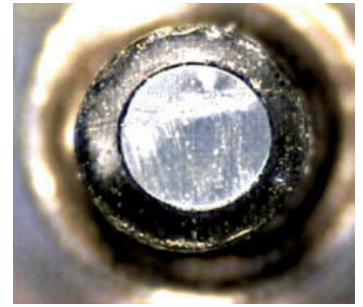
La red MOST (Media Oriented Systems Transport) se emplea, en automoción, para la transmisión de datos en red de los sistemas de información y entretenimiento.

Consiste en un sistema de bus optoelectrónico de configuración anular que tiene su principal campo de aplicación en la transmisión de datos de alta velocidad, pudiendo transmitir datos a una velocidad de hasta 21 Mbit/s.

Los datos son enviados en una dirección hacia un destinatario concreto y pasan de unidad de control en unidad de control hasta que son recibidos por la unidad que los envió.



↑ Figura 3.47. Estructura anular de la red MOST.



↑ Figura 3.46. Cable de la red MOST seccionado.

### 8.1. Ventajas de la red MOST

La red MOST ofrece las siguientes ventajas:

- La transferencia de información entre las unidades de control de la red MOST se realiza de forma digitalizada.
- La transmisión de datos se realiza por medio de ondas luminosas. Esto permite trabajar con altas velocidades en la transmisión.
- La utilización de conductores optoelectrónicos (fibra óptica) supone la utilización de un menor número de cables y en consecuencia un ahorro de peso.
- Las ondas luminosas tienen longitudes de onda muy cortas en comparación con las ondas de radio, con lo cual no se generan ondas electromagnéticas parásitas y son a la vez insensibles a estas.
- Ofrece alta seguridad contra fallos e interferencias.



## 8.2. Descripción y funcionamiento de los componentes

Los principales componentes de la red MOST son: la unidad de control MOST y el conductor optoelectrónico (LWL).

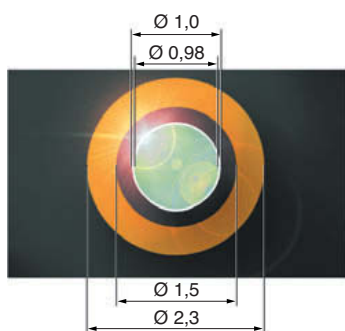
### Unidad de control

La unidad de control de la red MOST está constituida básicamente por el transceptor MOST compuesto por un transmisor y un receptor. El transmisor manda los mensajes en forma de señales de tensión al transmisor de fibra óptica (FOT), que transforma las señales de tensión en señales luminosas por medio de un diodo luminoso (LED). Las señales luminosas en forma de ondas son conducidas por medio de un conductor optoelectrónico (LWL) hacia la siguiente unidad de control.

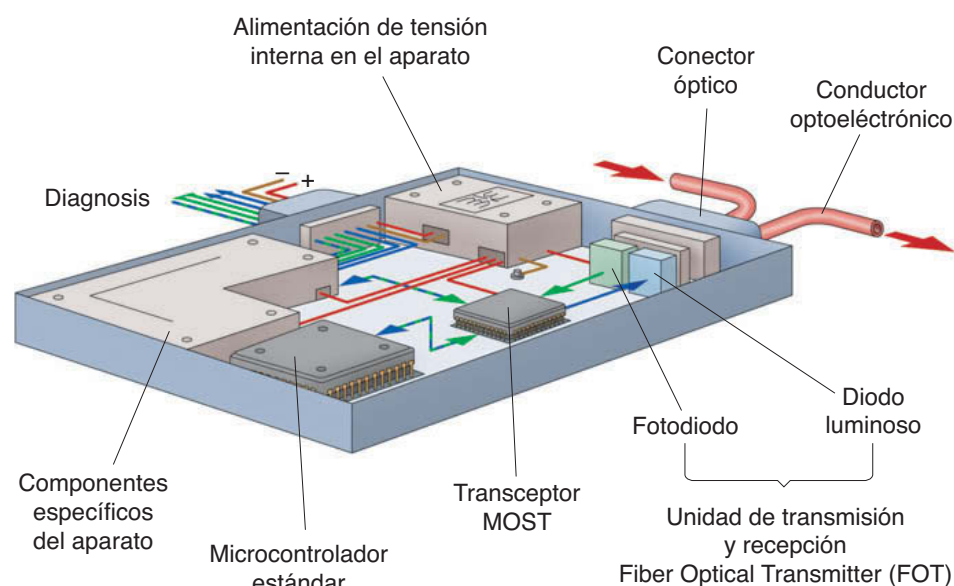
La unidad de control, por medio del receptor de fibra óptica, recibe las señales en forma de ondas luminosas. Un fotodiodo transforma estas ondas luminosas en señales de tensión las cuales son recibidas por el receptor del transceptor, el cual las transfiere a la unidad central de procesos (CPU). Esta, mediante un microprocesador gestiona las funciones de la unidad de control.

Los mensajes recibidos de otras unidades de control que no se precisan, pasan a través del transceptor sin modificación, camino de la siguiente unidad de control.

Una unidad del control del sistema MOST ejecuta las funciones de gestión del sistema: gestión de los estados operativos del sistema, transmisión de los mensajes de la red MOST y administración de las capacidades de transmisión.



↑ **Figura 3.49.** Conductor optoelectrónico.



↑ **Figura 3.48.** Estructura de las unidades de control.

### Conductor optoelectrónico (LWL)

El conductor optoelectrónico (LWL) tiene la misión de transmitir las señales en forma de ondas luminosas entre unidades de control.

El conductor optoelectrónico está formado por cuatro capas:

- La interior o núcleo, constituye el conductor de las ondas luminosas por el que se conduce la luz casi sin pérdidas, según el principio de reflexión total.

- Una segunda capa reflectante que recubre al núcleo cuya misión es conseguir una reflexión total.
- Una tercera capa o camisa negra que protege el núcleo contra la penetración de la luz del ambiente exterior.
- Una cuarta capa (capa exterior) o camisa de color, protege el conductor contra daños mecánicos, excesos de temperatura e identifica al conductor.

Para su utilización en los vehículos, debe cumplir los siguientes requerimientos:

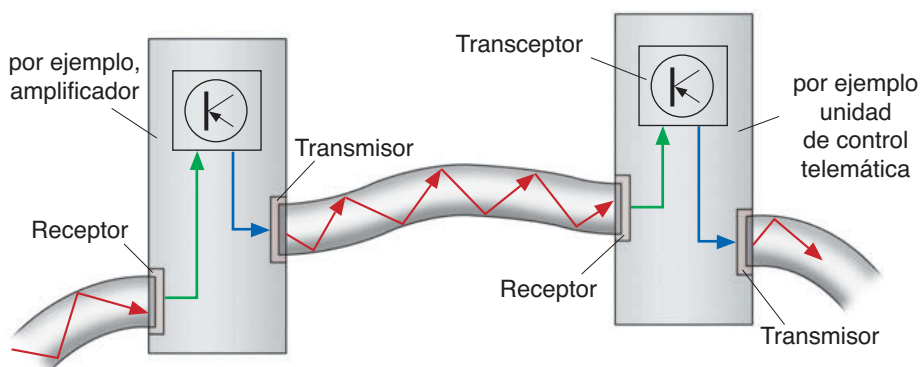
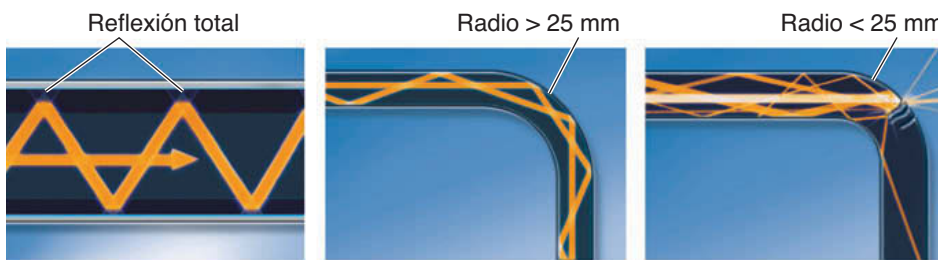
- Debe ser flexible y permitir la conducción de las ondas luminosas por su interior con curvaturas superiores a 25 milímetros.
- Debe conducir las ondas luminosas con amortiguaciones mínimas. Cuanto mayor es la intensidad de amortiguación peor es la transmisión de las señales. Estas amortiguaciones se miden en decibelios.
- Debe garantizar un correcto funcionamiento a temperaturas comprendidas entre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Los conductores optoelectrónicos utilizan conectores especiales. Para diferenciarlos la hembra está marcada con una flecha según la dirección de las señales luminosas.

### Principio de reflexión total

Al incidir un rayo lumínico sobre la capa límite existente entre dos materiales de diferente densidad óptica, el rayo se refleja totalmente si el ángulo de incidencia es pequeño.

En el conductor optoelectrónico el núcleo es óptimamente más denso que el recubrimiento, lo que produce la reflexión total de los rayos que siguen una trayectoria en zigzag a lo largo del núcleo. Este fenómeno se cumple siempre que el radio de curvatura sea superior a 25 milímetros.



↑ **Figura 3.50.** Principio de reflexión total.

### saber más

#### Materiales empleados en el cable

Para el núcleo, polimetilmetacrilato.

En el recubrimiento reflectante, polímetro fluorado.

En la camisa negra, poliamida.

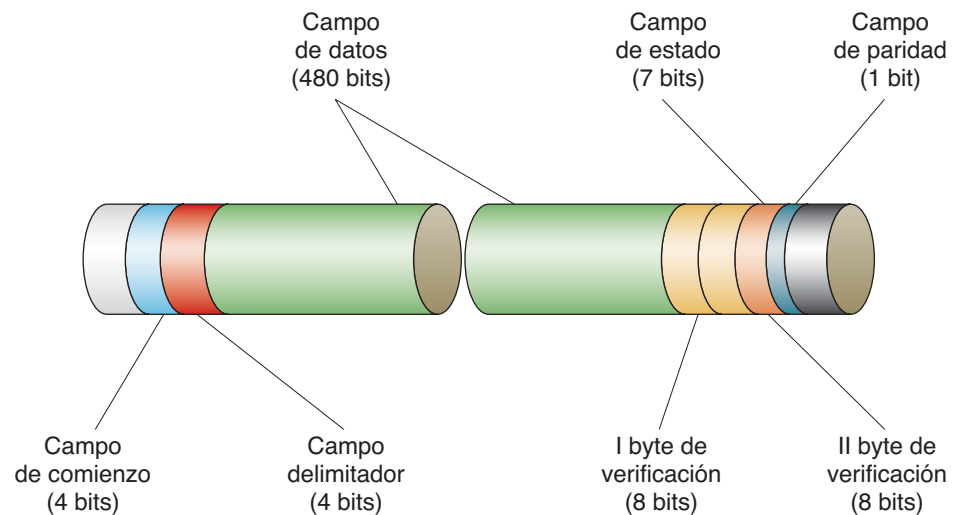


### 8.3. Formato de un mensaje en la red MOST

El mensaje en la red MOST contiene 16 partes denominadas encuadre. Cada encuadre es transmitido por una unidad de control hacia la siguiente unidad en forma circular o de anillo. El tamaño del encuadre está dividido en campos (véase figura 3.51). La frecuencia de transmisión es de 44,1 kHz, la cual coincide con la frecuencia de transmisión de los aparatos digitales.

El mensaje en la red MOST está formado por los siguientes campos:

- **Campo de comienzo o preámbulo.** Este campo marca el comienzo del encuadre. Cada encuadre perteneciente a un bloque que tiene su propio preámbulo.
- **Campo delimitador.** Se utiliza para separar de forma inequívoca el preámbulo del campo de datos que va a continuación.
- **Campo de datos.** Es el campo destinado a transmitir los datos de utilidad hacia las unidades de control. Estos datos pueden ser transmitidos como datos síncronos, forma utilizada para el sonido y vídeo, o como datos asíncronos, habituales para imagen, texto y cálculos.
- **I y II bytes de verificación.** Transmiten la dirección del receptor y del transmisor. Contiene los datos de control y diagnosis que deben ser transmitidos de un transmisor a un receptor (transmisión de datos direccionada).
- **Campo de estado.** Este campo contiene información sobre la transmisión del encuadre para el receptor.
- **Campo de paridad.** Revisa por última vez que el encuadre esté completo y decide si ha de repetir una operación de transmisión.



↑ **Figura 3.51.** Formato de un mensaje MOST.

### 8.4. Diagnóstico de la red MOST

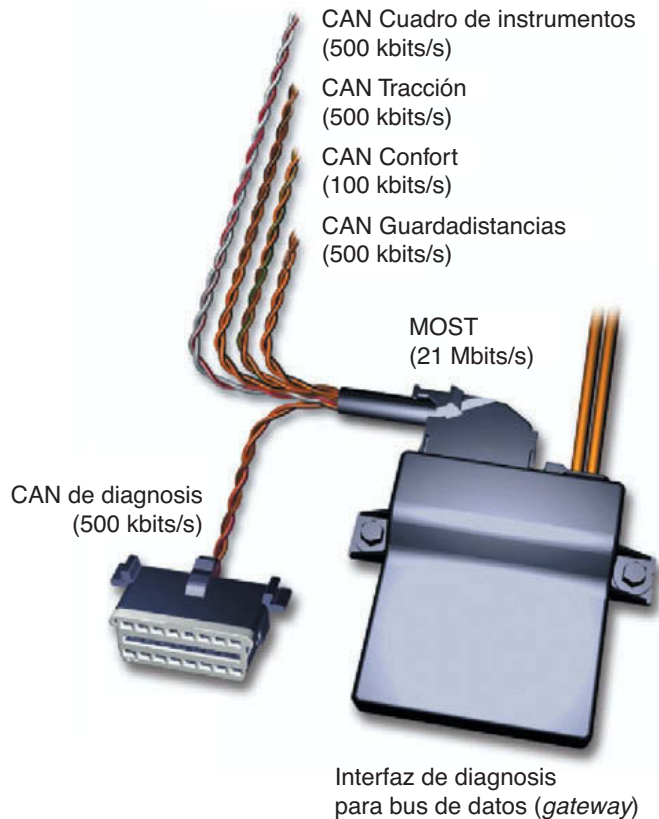
El diagnóstico de la red MOST se realiza por medio de un equipo de diagnóstico del tipo KTS de Bosch, Texa, etc. El equipo permite diagnosticar la rotura o fractura del anillo y transmitir los datos de la diagnosis de las unidades de control. La rotura del anillo se detecta mediante el diagnóstico de actuadores.

Posibles causas de rotura del anillo:

- Alimentación de tensión defectuosa en la unidad de control de transmisión.
- Unidad de control de transmisión o recepción averiada.
- Interrupción del conductor optoelectrónico.

Efectos causados por la fractura del anillo:

- Inscripción de avería en la memoria de averías del equipo de diagnóstico, por ejemplo: «interrupción en el bus de datos optoelectrónico».
- Deja de producirse la reproducción de sonido e imagen.
- Se imposibilita el manejo del sistema multimedia a través del panel de mandos.



↑ **Figura 3.52.** Diagnóstico de la red MOST.

## 8.5. Manipulación de conductores optoelectrónicos

En la manipulación de conductores optoelectrónicos se deben tener las siguientes consideraciones:

- No realizar uniones mediante métodos químicos; por ejemplo, pegado.
- No realizar reparaciones con métodos térmicos; por ejemplo, cualquier tipo de soldadura.
- Evitar dañar la camisa, con raspaduras, cortes, aplastamientos, etc.
- No realizar dobleces de radio inferior a 25 mm; si se dobla con un radio inferior a 5 mm, se debe sustituir el conductor.
- En las uniones, las superficies frontales del conductor deben estar perfectamente alineadas, limpias y sin daños.
- No deben existir huecos entre la superficie frontal del conductor y la superficie de contacto de la unidad de control.





## 9. Red FlexRay

### saber más

#### Significado de FlexRay

Flex = Flexibilidad

Ray = Rayo

### saber más

En el Audi A8 la topología del FlexRay está diseñada como estrella «activa» con una conexión punto a punto y *daisy chain*.

El FlexRay es un sistema de red de datos de alta velocidad. La topología de la red es muy variada pudiendo ser en bus, en estrella o híbrida.

Este sistema es creado para conseguir elevadas velocidades de transmisión de datos (máximo 10 Mbit/s) en tiempo real, seguras y con amplia tolerancia de errores.

En esta red se establece el momento exacto en el que una unidad de control del bus (emisor) puede enviar mensajes así como el momento exacto de recepción del mensaje enviado a la unidad de control receptora.

Incluso cuando un participante del bus no realiza una emisión en ese momento, tiene un ancho de banda determinado reservado para él y por ello no es necesaria una priorización de los mensajes, como por ejemplo en otras redes como en la red VAN o en la red CAN.

Si hay un fallo del emisor siempre se mandan los datos de las unidades de control. Los contenidos nuevos se indican por medio del denominado «updatebit» o «bit de actualización». Si no hay datos nuevos disponibles se mandan de nuevo los datos antiguos.

### 9.1. Protocolo FlexRay

En la red FlexRay se transportan los mensajes en forma de ciclos de comunicación. Cada ciclo de comunicación se repite constantemente a través de la red.

Un ciclo de comunicación se compone de tres segmentos:

- Segmento estático.
- Segmento dinámico.
- Network Idle Time.

#### Segmento estático (Datos 1)

El segmento estático es utilizado para transmitir los mensajes entre los participantes del bus.

Para la transmisión de datos, el segmento se divide en intervalos de tiempo fijos o *slots*. A su vez, los *slots* estáticos tienen exactamente la misma longitud ( $n^{\circ}$  de bytes). El orden de los *slots* está configurado de forma fija.

Todos los participantes del bus pueden recibir todos los *slots* estáticos, incluso aquellos para los que no están determinados.

Desde un ciclo de comunicación hasta el siguiente se pueden transmitir diferentes contenidos en los segmentos estáticos correspondientes.

#### Segmento dinámico (Datos 0)

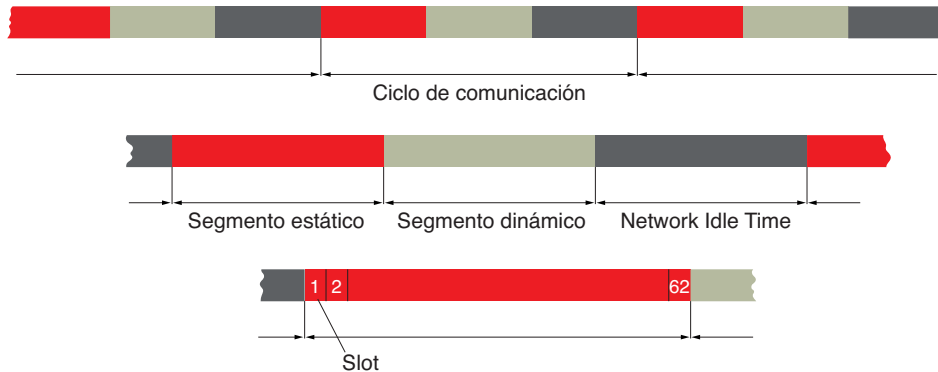
El segmento dinámico es un lugar reservado dentro de un ciclo de comunicación para poder enviar datos controlados por los procesos.

Este segmento está subdividido en minislots y es recibido por todos los participantes del bus.

## Network Idle Time (Sin actividad)

El Network Idle Time o «Tiempo sin actividad de la red» es un espacio de tiempo en el que no se transmite ningún dato al FlexRay. Este espacio de tiempo es necesario por la interfaz de diagnóstico para que el bus de datos pueda sincronizar el proceso de la transmisión de datos al FlexRay.

El tiempo sin actividad de la red es aprovechado por todos los participantes del bus para poder sincronizar sus relojes internos a partir de una base de tiempo global.

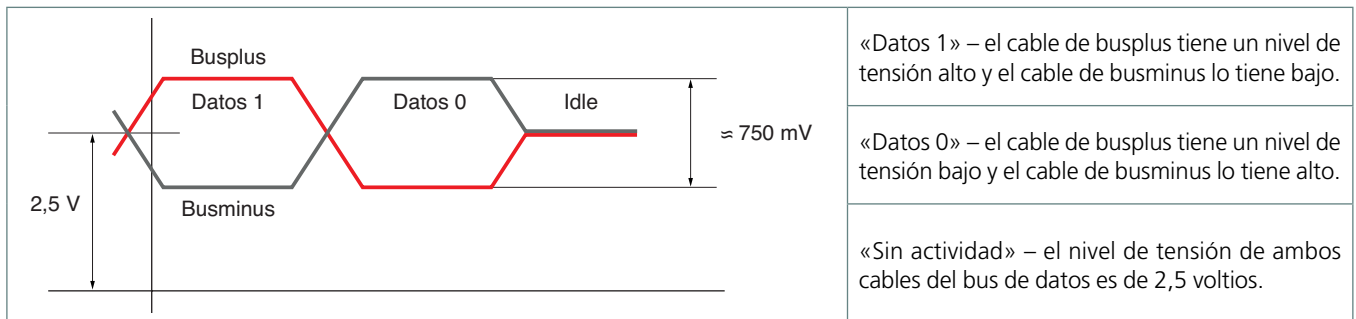


↑ **Figura 3.53.** Protocolo FlexRay utilizado por Audi para su modelo A8.

## 9.2. Estados de señal

FlexRay utiliza dos líneas físicas diferentes, cada una con una tasa de transferencias de 10 Mbps, con fines de redundancia para asegurar tolerancia a fallos.

A los dos cables del bus FlexRay se les denomina busplus y busminus. El nivel de tensión entre ambos cables varía de entre 1,5 voltios como mínimo y 3,5 voltios como máximo.



↑ **Figura 3.54.** Niveles eléctricos de un Bus FlexRay.

Un bit tiene una anchura de 100 nanosegundos. El tiempo de transferencia depende de la longitud de cable y de los tiempos de transición por medio del driver del bus. Las señales se transfieren de forma diferencial, es decir, cuando son necesarios dos cables.

En el receptor se determina el estado de bits real por medio de la diferencia entre ambas señales. Los valores usuales son las tensiones diferenciales de 1,8 voltios hasta 2,0 voltios. En el emisor directamente tiene que haber una tensión diferencial mínima de 1.200 mV. En el receptor tiene que haber una tensión diferencial mínima de 800 mV.

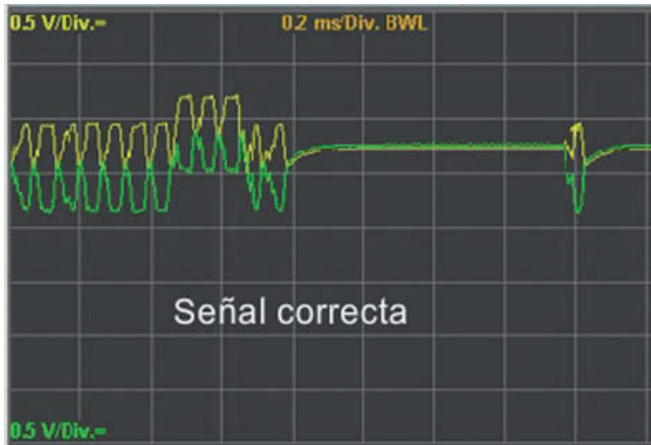
Cuando entre 640 - 2660 ms no tiene lugar ninguna actividad en el bus, el FlexRay pasa automáticamente al modo *sleep* (sin actividad).



### 9.3. Diagnóstico de la red FlexRay

Si la interfaz de diagnóstico para bus de datos detecta un fallo en la red, puede hacerse cargo de que las áreas no afectadas puedan seguir trabajando. Los errores se pueden limitar a zonas de la red, pero también pueden afectar a toda la red.

Con un equipo de diagnóstico se pueden analizar los siguientes errores en el FlexRay: unidad de control sin ninguna comunicación, bus de datos FlexRay averiado, inicialización del bus de datos FlexRay fallida, error de señal en el bus de datos FlexRay.



↑ Figura 3.55. Señal correcta del FlexRay.



↑ Figura 3.56. Cables comunicados en el FlexRay.

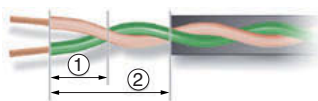
### 9.4. Comportamiento del FlexRay en caso de error

- **Cortocircuito en un cable del bus de datos a masa.** La interfaz de diagnóstico para bus de datos detecta una tensión diferencial constante. El ramal del bus correspondiente se desactiva hasta que aparece de nuevo «sin actividad», es decir, se detecta el nivel de tensión del modo *sleep*.
- **Cortocircuito de los cables del bus de datos entre sí.** La interfaz de diagnóstico para bus de datos detecta una tensión «sin actividad» permanente. La emisión y recepción no es posible para el participante de este ramal de bus.
- **Una unidad de control envía constantemente «sin actividad».** La interfaz de diagnóstico para bus de datos detecta este comportamiento y desactiva este ramal de bus.

### 9.5. Reparación de un cable FlexRay

Los cables FlexRay están retorcidos como los cables CAN. Además, están provistos de un revestimiento que no actúa como apantallado contra influencias electromagnéticas perturbadoras, sino que sirve para reducir al mínimo los factores externos como la humedad y la temperatura que afectan a la impedancia característica.

Por lo general los cables FlexRay se pueden sustituir por trozos en caso de reparación. En tal caso de debe tener en cuenta la longitud de destrenzado (1) y la longitud a la que se le quita el aislamiento (2) (véase figura 3.57).



↑ Figura 3.57. Cable FlexRay.

# 10. Sistema de comunicación Bluetooth

El Bluetooth es un sistema de comunicación por radiofrecuencia desarrollado por Ericsson que permite la transmisión e intercambio de datos entre aparatos móviles tales como PDA, PC, teléfono, etc.

## saber más

El sistema de comunicación Bluetooth no necesita cables para la transmisión de datos.

### 10.1. Características del sistema

Los dispositivos con tecnología Bluetooth, una vez puestos en contacto por radiofrecuencia, forman pequeñas redes de comunicación denominadas «piconet», de hasta ocho dispositivos activos, de los cuales uno asume la función de maestro. El dispositivo que ejerce como maestro es el que establece la comunicación, el resto de dispositivos se sincronizan con él, y solo el destinatario que ha recibido un paquete de datos del maestro puede transmitir una respuesta. Cada unidad activa puede recibir a su vez datos de otros dispositivos no activos, denominadas «picocélulas». La protección en la transmisión de datos se garantiza mediante una contraseña secreta de reconocimiento mutuo entre los diferentes dispositivos.

### 10.2. Ventajas del sistema Bluetooth

- Para que dos dispositivos con tecnología Bluetooth intercambien información precisan la adopción de una contraseña o PIN mutuo. Una vez realizada la conexión se establece la comunicación de forma automática y sin dificultad.
- Con una frecuencia de 2,45 GHz (frecuencia libre a nivel mundial), el alcance normal para la comunicación entre dispositivos es de hasta 10 metros. El corto alcance constituye en sí un sistema adicional de seguridad.
- Los módulos Bluetooth, son pequeños y compactos, con tan solo 2 o 3 cm<sup>2</sup>, e integran la etapa de control, la etapa de radiofrecuencia y la antena.

### 10.3. Descripción y funcionamiento de los componentes

#### Módulo de control

Este elemento permite la transmisión de la voz mediante señales digitales. Para ello, divide los datos en paquetes cortos de apenas 625  $\mu$ s.

Realiza una suma de verificación de 16 bits para asegurar la integridad de los paquetes y si detecta fallos en uno de los paquetes de datos, repite automáticamente su transmisión.

#### Módulo de radiocomunicación

Este módulo, según un principio aleatorio denominado «Frequency hopping», después de cada transmisión de un paquete de datos, modifica la frecuencia de transmisión y recepción 1.600 veces por segundo.



↑ Figura 3.58. El sistema Bluetooth.



## ACTIVIDADES FINALES

- 1. ¿Qué significa que un sistema digital solo puede trabajar a dos niveles?
- 2. ¿Qué son un bit y un byte?
- 3. Determina el número decimal equivalente al binario 1010 y el número equivalente a 17.
- 4. ¿Qué es un código alfanumérico?
- 5. Describe el comportamiento mediante una tabla de la verdad de una puerta AND y de una puerta OR.
- 6. Describe el concepto de bus en un circuito digital.
- 7. ¿Cómo se realiza la transmisión de datos en un sistema de red CAN?
- 8. ¿Cuál es la misión de los cables en el bus CAN?
- 9. Describe el funcionamiento del *gateway*.
- 10. ¿Qué es el bus LIN?
- 11. ¿Qué es el bus MOST?
- 12. ¿Cuáles son las características más importantes de un conductor optoelectrónico?
- 13. Localiza en un vehículo los siguientes componentes y realiza en tu cuaderno una tabla como la siguiente:

Componente	Ubicación
Caja eléctrica y fusibles	● ● ●
Porta-relés	● ● ●
Toma de diagnóstico	● ● ●
Unidad de control central	● ● ●
Gateway	● ● ●
Unidad de control del motor	● ● ●
Unidad de control del ABS	● ● ●
Unidad de mando central para el cierre centralizado	● ● ●

↑ **Tabla 3.12.**

- 14. Con un equipo de diagnóstico y a través del bus CAN:
  - Verifica la memoria de averías de las unidades de control.
  - Apunta en una ficha todas las averías registradas.
  - Borra la memoria de averías.
- 15. Con un osciloscopio, verifica la señal de la red LIN del motor del limpiaparabrisas.
  - ¿A qué tensión se realiza la transmisión de datos?
  - ¿Qué escala de tiempo se ha usado para visualizar la gráfica?
  - ¿Con qué tensión trabaja la red LIN?

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

## 1. Un byte se compone...

- a. 1.024 bits.
- b. 8 bits.
- c. 24 bits.
- d. 16 bits.

## 2. En un mensaje CAN, ¿cuántos bits tiene el campo de confirmación?

- a. 11 bits.
- b. 2 bits.
- c. 16 bits.
- d. 56 bits.

## 3. ¿Cuál es la normativa que regula a nivel mundial la red CAN?

- a. ISO 1897.
- b. ASCII.
- c. ISO 11898.
- d. SAE J1820.

## 4. En un conductor optoelectrónico, ¿a partir de qué radio de curvatura se produce reflexión total?

- a. Superior a 10 mm.
- b. Superior a 100 mm.
- c. Superior a 25 mm.
- d. Inferior a 25 mm.

## 5. Un conductor optoelectrónico; ¿entre qué temperaturas debe garantizar un correcto funcionamiento?

- a. Entre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b. Entre  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c. Entre  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d. Entre  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-85\text{ }^{\circ}\text{C}$

## 6. ¿Qué ocurre si en CAN-High se deriva a masa?

- a. Que deja de haber comunicación en el CAN-Bus de datos.
- b. Que la información entre las unidades pasa por el cable CAN-Low y no se amplifica la señal.
- c. Que el CAN-Low también se deriva a masa.
- d. Que las señales se vuelven analógicas.

## 7. ¿Qué puerta lógica cumple la función $\bar{X} = A + B$ ?

- a. NOR.
- b. NAND.
- c. AND.
- d. NOT INVERSORA.

## 8. El sistema de comunicación por radiofrecuencia desarrollado por la casa Ericsson se denomina:

- a. Bluetooth.
- b. MOST-Bus.
- c. CAN-Bus.
- d. LIN-Bus.

## 9. En un mensaje MOST, ¿qué campo contiene información sobre la transmisión del encuadre para el receptor?

- a. Campo de comienzo.
- b. Campo delimitador.
- c. Campo de datos.
- d. Campo de estado.

## 10. En la red CAN ¿qué elemento es el encargado de transformar los datos del controlador en señales eléctricas?

- a. El controlador.
- b. El *gateway*.
- c. El transceptor.
- d. Las resistencias.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Equipo de diagnóstico

## MATERIAL

- Cables de conexión

## Comprobación de la red CAN con el equipo de diagnóstico KTS de Bosch

### OBJETIVOS

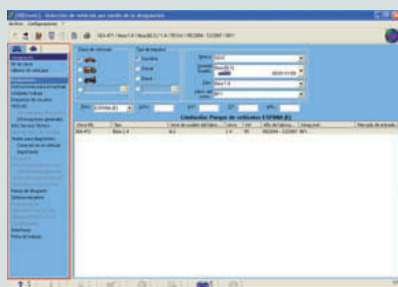
Realizar el diagnóstico de la red CAN de un vehículo con un equipo de diagnóstico.

### PRECAUCIONES

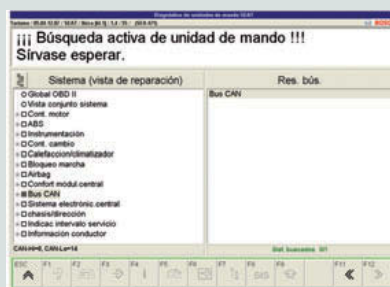
- El vehículo debe tener la batería en buen estado y no se debe desconectar el equipo de diagnóstico mientras se realiza la prueba.

### DESARROLLO

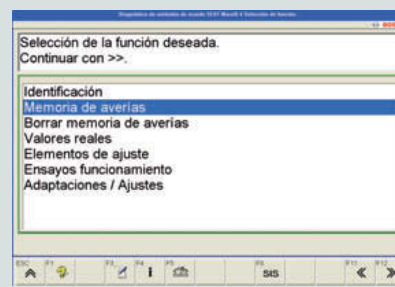
Con el equipo conectado en la clavija de diagnóstico del vehículo, realizar estos pasos:



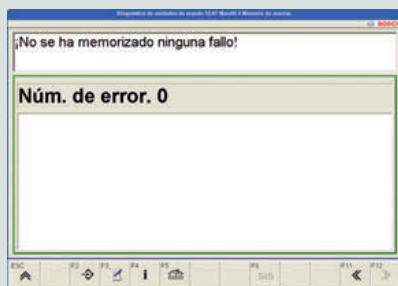
↑ **Figura 3.59.** Identificar el vehículo.



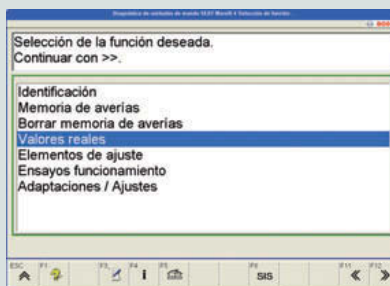
↑ **Figura 3.60.** Buscar e identificar las unidades de mando que monta el vehículo.



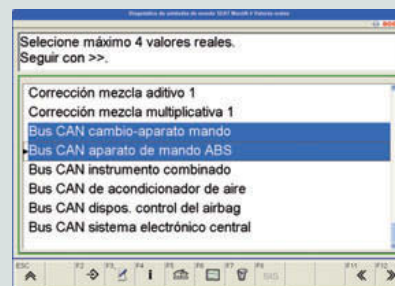
↑ **Figura 3.61.** Analizar si existen averías memorizadas.



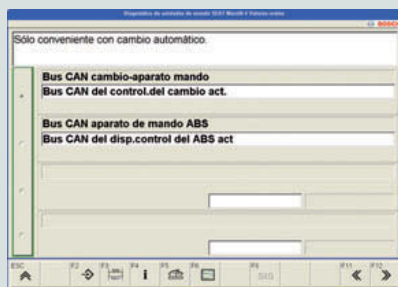
↑ **Figura 3.62.** No existen averías memorizadas.



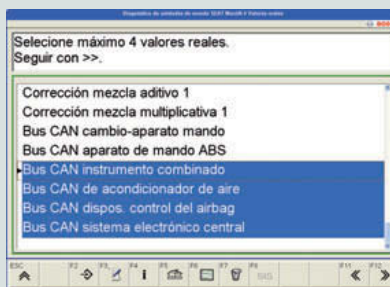
↑ **Figura 3.63.** Consultar valores reales.



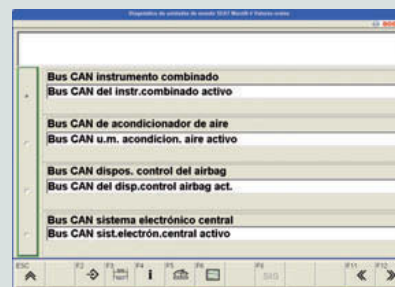
↑ **Figura 3.64.** Elegir los valores de consulta para diagnosticar el Bus CAN.



↑ **Figura 3.65.** Resultado de los valores analizados.



↑ **Figura 3.66.** Elegir mas valores de consulta.



↑ **Figura 3.67.** Resultado de los valores analizados.

Por último, finalizar la emisión y desconectar el equipo de diagnóstico del vehículo.

## Medición de las resistencias de terminación de la red CAN IS (Intersistema) sobre la toma de diagnóstico

### OBJETIVOS

Analizar el estado de las resistencias de terminación por medio de la medición de la resistencia total.

### PRECAUCIONES

Realizar la medición sin corriente. Es decir con la batería desconectada.

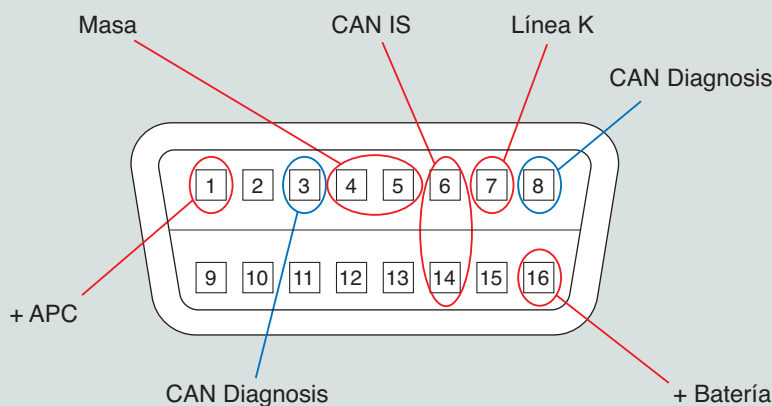
### DESARROLLO

Para conocer el estado de las resistencias de terminación se puede utilizar la medición de la resistencia total y analizar los resultados. Para ello se puede seguir este proceso:

1. Desembornar la batería.
2. Esperar unos 5 minutos hasta que se hayan descargado todos los condensadores.
3. Conectar el multímetro en las vías 6 y 14 del conector de diagnóstico y medir la resistencia total.

Las resistencias de terminación de la red CAN IS (Intersistema) tienen aproximadamente una resistencia de 60 ohmios. Como en la red las resistencias están conectadas en serie, la suma total de la resistencia debe ser aproximada a 120 ohmios. Si la resistencia medida es aproximadamente este valor, las resistencias están correctas.

Si el resultado no es este y aparece infinito, se desconectará una unidad de control con resistencia de terminación y se volverá a medir la resistencia. Si la resistencia es aproximada a 60 ohmios indica que la resistencia de terminación de la unidad conectada está en perfectas condiciones y que en la unidad desconectada hay una posible avería o el cable está defectuoso.



↑ Figura 3.68. Toma de diagnóstico.



↑ Figura 3.69. Medición de la resistencia.

### HERRAMIENTAS

- Multímetro

### MATERIAL

- Vehículo con red CAN



# MUNDO TÉCNICO

## Vehículos eléctricos

### Clasificación de los vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Vehículos eléctricos con batería (BEV)	Vehículos eléctricos con pila de combustible (FCBEV)
Se mueven sólo mediante tracción eléctrica. La energía durante la marcha procede de una batería de alto voltaje que se carga a través de la red eléctrica.	Se mueven sólo mediante tracción eléctrica. La energía durante la marcha la genera una pila de combustible. Lo que se carga en el depósito es hidrógeno.

### Constitución y funcionamiento de un vehículo eléctrico

Un vehículo eléctrico monta como elementos principales una batería de alto voltaje con unidad de control para regulación de la batería y con cargador y, una o varias máquinas eléctricas con control electrónico (módulo electrónico de potencia).

La batería de alto voltaje es la pieza central del vehículo eléctrico. Esta se carga desde el exterior a través de una toma de corriente y se encarga de suministrar tensión continua al módulo electrónico de potencia que la transforma en tensión alterna para alimentar a la máquina eléctrica con tres fases eléctricas a través de los tres cables (U, V y W).

El término de máquina eléctrica se emplea en lugar de alternador, motor eléctrico y motor de arranque. En principio, todo motor eléctrico se puede utilizar también como alternador. Cuando la máquina eléctrica es impulsada de forma mecánica suministra energía eléctrica porque está funcionando como alternador. Cuando la máquina eléctrica recibe energía eléctrica, funciona como motor.

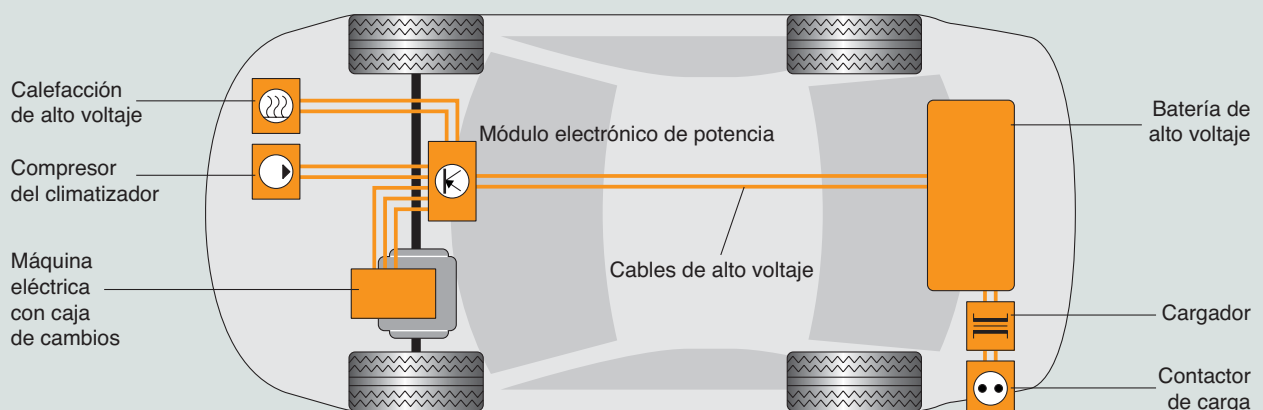
El funcionamiento como motor se basa en tres bobinas dispuestas como estator en círculo en torno al rotor y que van conectadas eléctricamente a cada una de las tres fases, respectivamente. Sobre el rotor de la máquina van dispuestas varias parejas de imanes permanentes. Como las tres bobinas reciben sucesivamente corriente eléctrica de forma cíclica generan, al sumarse, un campo eléctrico giratorio que hace que el rotor gire.

Cuando funciona como alternador, el movimiento en las bobinas induce una tensión alterna trifásica en el rotor que es transformada, dentro del módulo electrónico de potencia, en tensión continua para la batería de alto voltaje.

En los vehículos eléctricos existen dos modelos principales de tracción:

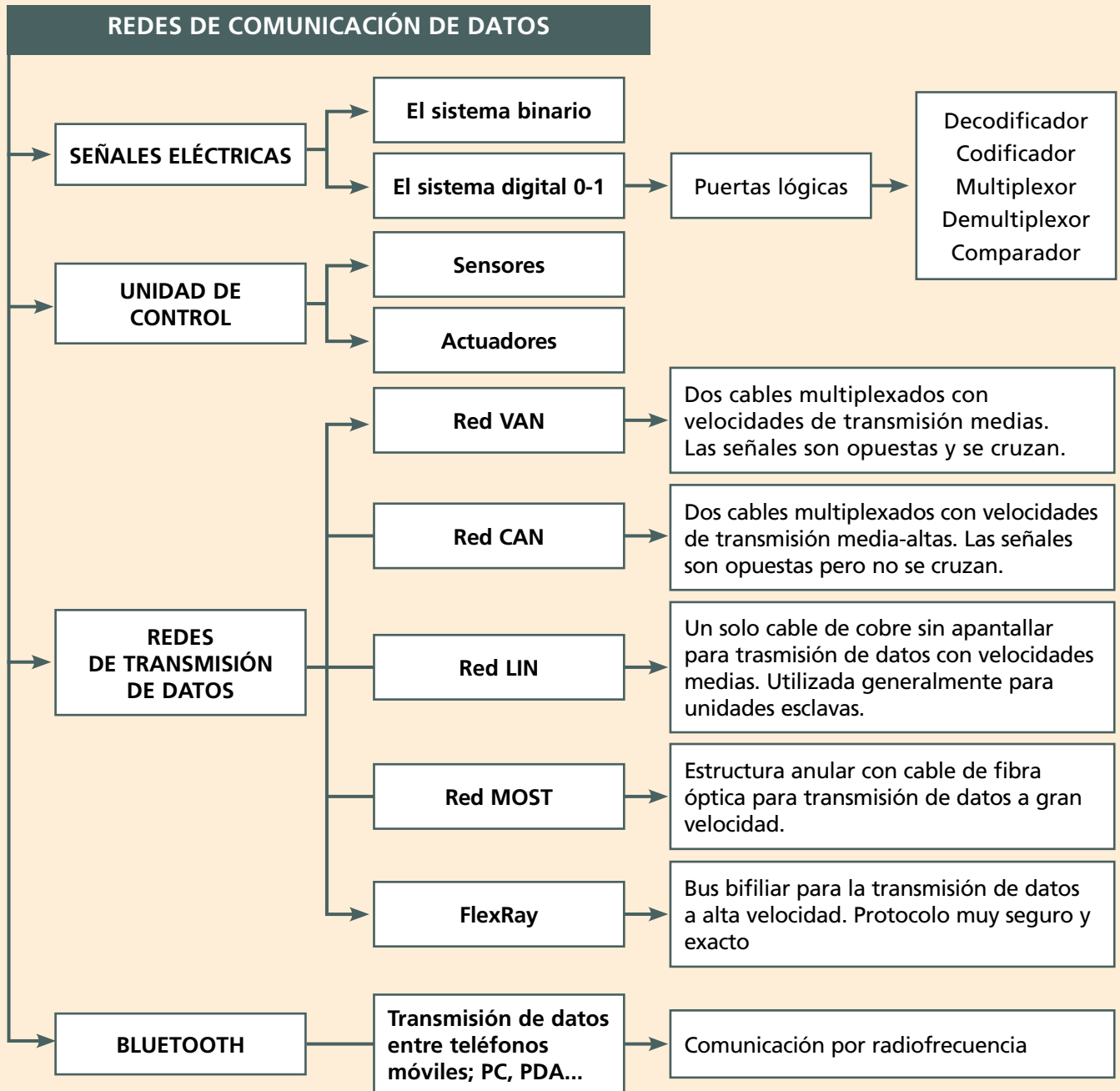
- Tracción con motores independientes en los cubos de rueda.
- Tracción con una máquina eléctrica en el grupo motopropulsor central.

Fuente: Extracto del SSP 499 – Fundamentos de la tracción eléctrica en el automóvil de Volkswagen AG



↑ **Figura 3.70.** Principales componentes de un vehículo eléctrico.

# EN RESUMEN



## entra en internet

- 1. Busca en internet los distintos tipos de redes que montan las marcas de vehículos en sus modelos. Puedes encontrar información en las siguientes páginas:
  - <[www.audi.es](http://www.audi.es)>
  - <[www.renault.es](http://www.renault.es)>
  - <[www.citroen.es](http://www.citroen.es)>

# 4

# Diagnóstico de circuitos electrónicos

## vamos a conocer...

1. Diagnóstico de circuitos electrónicos
2. Funcionamiento del autodiagnóstico
3. Equipos de diagnóstico
4. Diagnóstico de un vehículo con el equipo de diagnóstico
5. Estrategia de localización de averías

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Localización de averías en un vehículo y borrado de la memoria de averías

### MUNDO TÉCNICO

Vehículos híbridos

## y al finalizar esta unidad...

- Entenderás el funcionamiento de la diagnosis en los vehículos y conocerás el funcionamiento de los equipos.
- Verificarás las unidades de gestión electrónica e interpretarás los parámetros obtenidos.
- Borrarás las memorias de históricos de las unidades de control electrónicas.
- Adaptarás y codificarás las unidades de control y componentes electrónicos reparados o sustituidos.
- Conocerás las estrategias lógicas de localización de averías.
- Realizarás reparaciones de sistemas eléctricos y electrónicos con ayuda de los equipos de diagnosis.

## situación de partida

José Luis tiene un Seat Ibiza del año 2004 con numerosos sistemas eléctricos de confort como elevallas eléctricas, cierre centralizado, retrovisores calefactables, etc.

Hace unos días notó algo extraño en el funcionamiento del elevallas eléctrico del lado del conductor. Cuando iba a subir la ventanilla, tras accionar el pulsador de la puerta del conductor, el motor del elevallas se paró y dejó de funcionar unos segundos.

Al volver a accionar el pulsador, el motor del elevallas vuelve a girar hasta que la ventanilla sube a su posición final.

José Luis, sin darle mayor importancia a lo sucedido y pocos días después, lleva el vehículo a que le realicen una inspección y el cambio del aceite y de los filtros.

En dicha inspección, le realizaron al vehículo con el equipo de diagnóstico una autodiagnóstico de todos los sistemas eléctricos. En esta inspección se detectan diferentes averías que tras su borrado no vuelven a aparecer.

José Luis se lleva el vehículo del taller recién revisado y con todos los sistemas eléctricos funcionando con normalidad.



↑ Diagnóstico de los sistemas electrónicos del vehículo.

## estudio del caso

Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.

1. ¿Qué es un equipo de diagnóstico?
2. ¿Qué entiendes por avería esporádica?
3. ¿Aparece algún testigo iluminado en el cuadro de instrumentos que indique que el vehículo tiene averías en sus sistemas eléctricos?
4. ¿De qué tipo son las averías detectadas por el equipo de diagnóstico en el vehículo de José Luis?
5. ¿Cuál puede ser la causa de que el motor del elevallas se pare?
6. La avería ha sido borrada en la inspección pero, ¿está reparada la causa que la originó?

# 1. Diagnóstico de circuitos electrónicos

## saber más

Los protocolos de diagnóstico más utilizados son:

- ISO 9141-2 (palabra clave), para vehículos europeos, asiáticos y Chrysler con variantes.
- SAE J1850 VPW (ancho de pulso variable), utilizado por GM USA.
- SAE J1850 PWM (modulación ancho de pulso), utilizado por Ford USA.
- KWP 1281 y KWP 2000, utilizado por el grupo VAG.
- ISO 14230, utilizado por Renault, etcétera.



↑ **Figura 4.1.** Conexión del equipo de diagnóstico.

## caso práctico inicial

En el caso de la avería del Seat Ibiza de José Luis no aparece ningún testigo iluminado en el cuadro de instrumentos.

## saber más

A los equipos de diagnóstico también se les denomina «Scantools».

La introducción de la electrónica en la gestión de los sistemas eléctricos de los vehículos ha revolucionado los métodos de reparación y más concretamente en el diagnóstico de averías eléctricas.

Antiguamente, en la reparación de sistemas electrónicos, el diagnóstico o localización de averías hacían consumir mucho tiempo al técnico, siendo a veces muy difícil su localización. Se debían seguir procedimientos muy complejos, desacoplando conectores o componentes, para comprobar las funciones de los sistemas. Podían repararse averías como contactos flojos o corroídos que generalmente volvían a aparecer con el tiempo, y a su vez, se generaban nuevos fallos como rotura de cables o pines cortados, etcétera.

En los sistemas electromecánicos gestionados por unidades de control electrónicas con diagnóstico de averías, la memoria de la unidad de control almacena las averías que detecta el sistema de autodiagnóstico, quedando esta información a disposición para la localización de averías en el taller. Además, se transmiten informaciones en ambas direcciones entre las unidades de control y el equipo de diagnóstico.

Los sistemas electromecánicos gestionados por unidades de control electrónicas con diagnóstico de averías ofrecen entre otras las siguientes ventajas:

- Permiten verificar y vigilar el funcionamiento de las unidades de control, sensores y actuadores.
- Garantizan el funcionamiento del sistema en modo de emergencia.
- Ejercen funciones de protección para evitar averías de mayor gravedad.

En resumen, con la incorporación de la gestión electrónica en los sistemas mecánicos del vehículo y con ayuda de equipos de diagnosis, instrumentos de medición y documentación técnica, se facilita la localización de averías y la fiabilidad en la reparación de los sistemas electrónicos de los vehículos.



↑ **Figura 4.2.** Verificación de un vehículo con el equipo de diagnóstico del fabricante.

## 2. Funcionamiento del autodiagnóstico

Los sistemas electrónicos utilizados en los vehículos se configuran de acuerdo a una misma estructura. Los sensores suministran información en tiempo real a las unidades de control y éstas procesan las informaciones recibidas para generar señales de salida hacia los actuadores o al resto de unidades de control.

### Detección y memorización de averías

Las unidades de control determinan mediante su *software* y su *hardware* la medición de las informaciones de los sensores dentro de un margen lógico. Si la información no está dentro de los límites (máximo y mínimo) memorizados por la unidad de control, esta supone que existe una señal incorrecta o no plausible (inhabitual) y se almacena en la memoria de averías de la unidad de control.

La memoria de averías de la unidad de control almacena los datos relativos a la fuente de la avería que describe el componente comprobado y al tipo de avería, acerca de la índole de las averías o bien de fallos detectados.

El autodiagnóstico registra las entradas y salidas electrónicas relevantes del sistema. Si la unidad de control detecta la ausencia de una señal necesaria para el funcionamiento del sistema, esta utiliza un valor supletorio para su funcionamiento en modo de emergencia y memoriza la avería para su diagnóstico.

Si el fallo ocurre ocasionalmente o por un corto periodo de tiempo, la unidad de control lo identifica como «**avería esporádica**». Si el fallo se mantiene permanentemente o por un periodo de tiempo mayor del definido, el sistema lo considera como «**avería permanente**» y lo memoriza como tal.

La unidad de control memoriza las averías registradas mediante códigos compuestos por cifras y letras que indican la fuente y el tipo de avería.

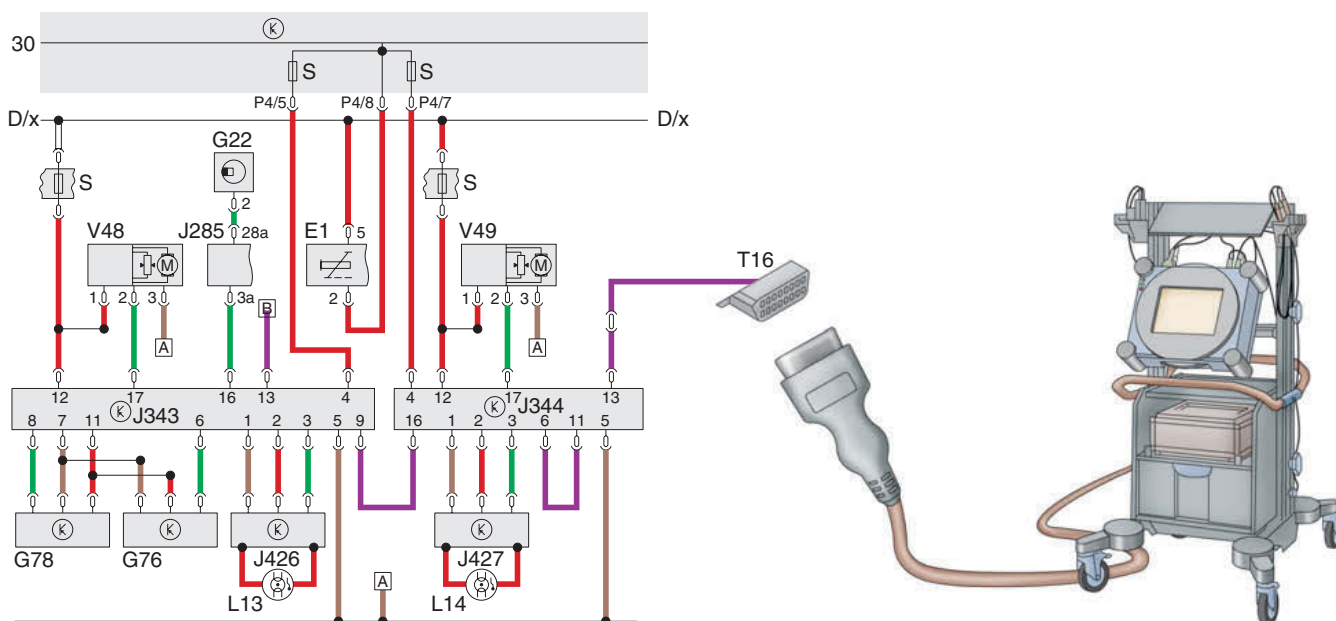
El equipo de diagnosis consulta la memoria de averías de la unidad de control y traduce el código en texto que es visualizado en la pantalla del equipo.

### saber más

Antiguamente, para el diagnóstico de averías de los circuitos electrónicos de algunos vehículos se utilizaba el sistema de códigos por destellos.

### caso práctico inicial

La avería detectada por el equipo de diagnosis en la unidad de control es esporádica.



↑ Figura 4.3. Diagnóstico de un sistema electrónico.

### 3. Equipos de diagnóstico



↑ **Figura 4.4.** Equipo de diagnóstico del fabricante.

En la actualidad, existen numerosos equipos de diagnóstico diferentes. Estos se pueden clasificar en dos grandes grupos: los **específicos de cada fabricante** como por ejemplo; DAS Xentry - Star Diagnosis de Mercedes, VAG 1551/52, o el VAS 5051/52 del grupo VW-Audi, Tester de Toyota, o los **universales**, como por ejemplo; Berton «TDU», Texa «AXONE», Bosch «KTS», Magneti Marelli «Tester Tech®», Actia «XG», Brain Bee «ST», etc.

Los equipos de diagnóstico pueden ir montados en carros para su desplazamiento por el taller o ser portátiles para su uso dentro y fuera del taller y la conexión con los vehículos se puede realizar mediante un cable o por vía *bluetooth*.



↑ **Figura 4.5.** Equipos de diagnóstico universales.

#### saber más

En algunos vehículos, a través del denominado cable K, se excita la unidad de control y se lleva a cabo el intercambio de datos en ambas direcciones entre la unidad de control y el equipo de diagnóstico.

#### caso práctico inicial

La causa de que se pare el motor del elevador eléctrico del Seat Ibiza de José Luis es provocada por un mal contacto del conector de la unidad de control.

Los equipos específicos de una marca disponen de funciones concretas de diagnóstico determinadas por la marca, mientras que los equipos universales establecen funciones genéricas para abarcar un número elevado de vehículos.

Principalmente, los equipos disponen de las siguientes funciones:

- Identificación de la unidad de control.
- Consulta de la memoria de averías.
- Borrado de la memoria de averías.
- Diagnóstico o prueba de actuadores.
- Ajuste básico.
- Valores reales de medición.
- Adaptación.
- Codificado de la unidad de control.
- Localización guiada de averías.
- Función multímetro.
- Función osciloscopio.

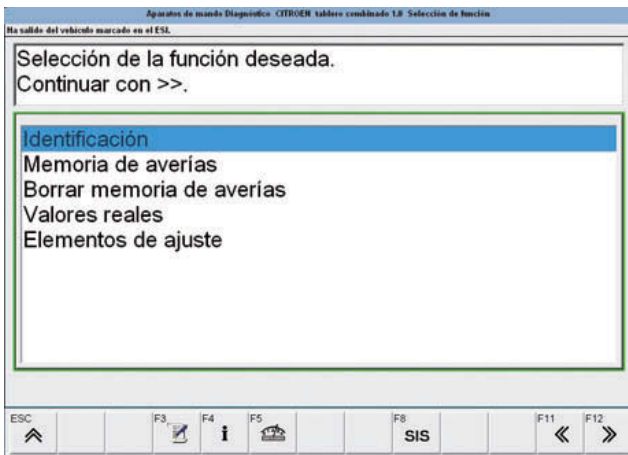
### 3.1. Identificación de la unidad de control

Esta función identifica mediante un código numérico o alfanumérico la unidad de control a diagnosticar.

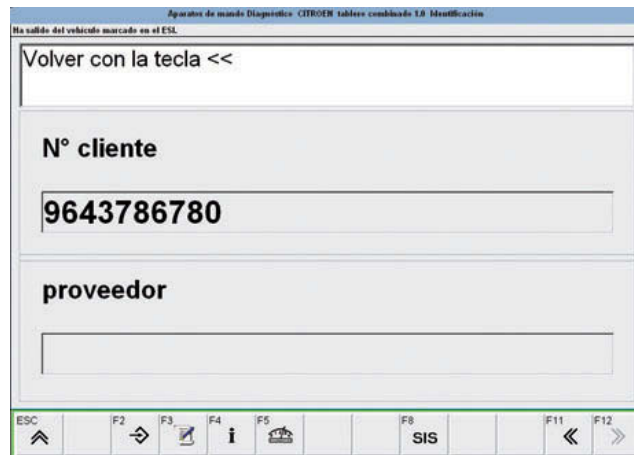
Las unidades de control a identificar serán las reconocidas previamente por el equipo de diagnóstico. Dependiendo del equipo de diagnóstico, la identificación de la unidad de control ofrecerá mayor número de datos; taller donde fue codificada por última vez, unidades de control esclavas asociadas a la unidad de control principal, etc.



↑ Figura 4.6. Selección de la unidad de control con el equipo de diagnóstico Berton TDU.



↑ Figura 4.7. Selección de la función de identificación.



↑ Figura 4.8. Código detectado.

### 3.2. Consulta de memoria de averías

La función de memoria de averías permite identificar las averías memorizadas en la unidad de control. El equipo de diagnóstico lee el contenido de la memoria de averías del sistema de vehículo visualizado, procesa estos datos y los muestra en forma de texto o mediante un código numérico o alfanumérico.

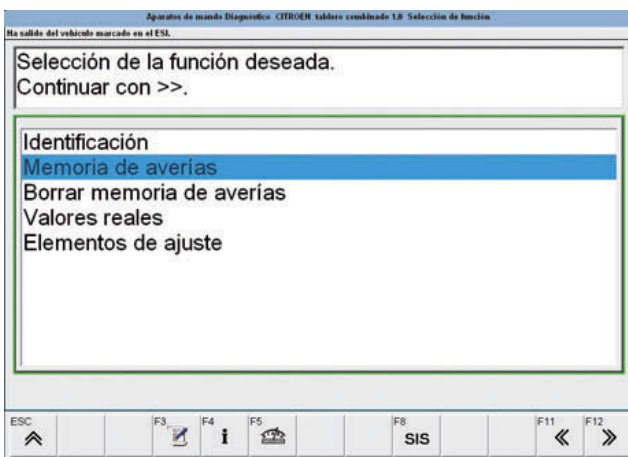
Cuando el equipo de diagnóstico identifica un código numérico o alfanumérico, este puede ser un código normalizado según normativa ISO, el cual iría precedido de una letra, o ser un código propio de identificación del fabricante.

Como hemos visto anteriormente, las averías memorizadas pueden ser de dos tipos; esporádicas y permanentes.

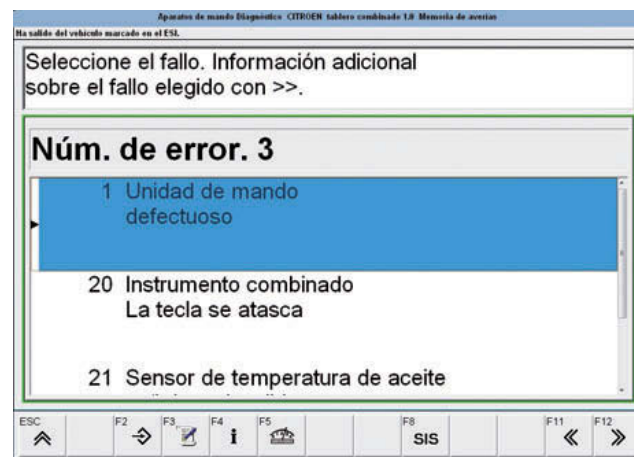
#### saber más

Según la normativa ISO, el primer dígito del código de avería indica:

- Pxxxx ..... Motor y transmisión.
- Bxxxx ..... Interior y ABS.
- Cxxxx..... Chasis y carrocería.
- Uxxxx..... Otros sistemas, bus de comunicaciones, etc.



↑ Figura 4.9. Función de consulta de memoria de averías.



↑ Figura 4.10. Averías detectadas.



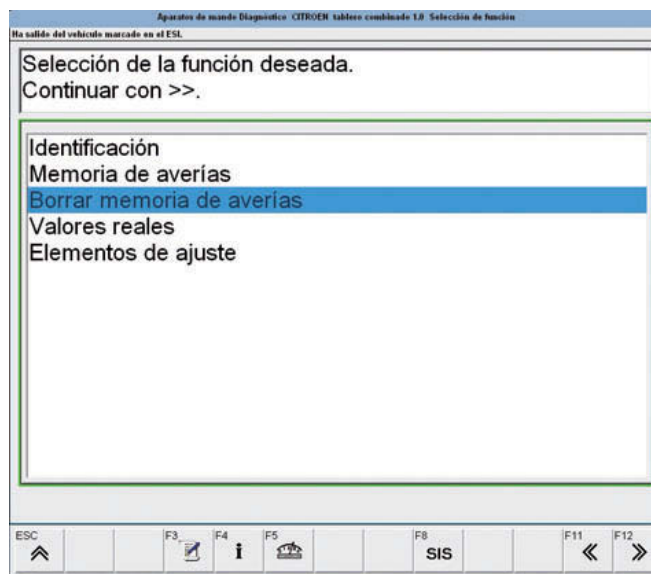
### 3.3. Borrado de memoria de averías

La función de borrado de memoria de averías se debe realizar una vez reparado un sistema electrónico. Si finalizado el borrado de la memoria de averías vuelve a aparecer alguna avería, significa que la reparación no ha sido satisfactoria.

Con esta función se puede comprobar si una avería es esporádica o permanente. Si, tras el borrado, la avería permanece, significa que esta es permanente y debemos comprobar las causas que la ocasionan.



↑ Figura 4.11. Lectura y borrado de averías con el equipo de diagnóstico.



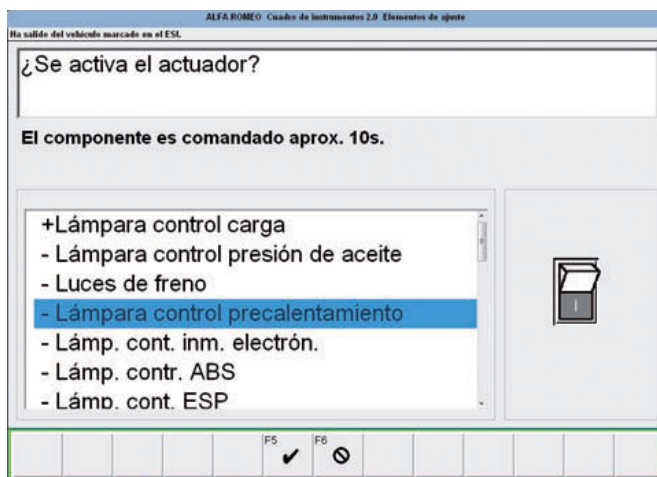
↑ Figura 4.12. Borrado de la memoria de averías.

### recuerda

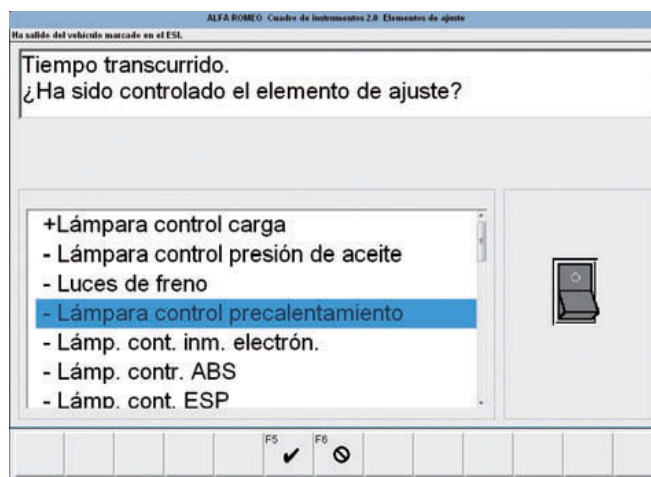
Durante la activación de componentes mecánicos con partes móviles (por ejemplo moto-ventiladores) nos debemos asegurar que no exista ningún elemento que dificulte su movimiento.

### 3.4. Diagnóstico o prueba de actuadores

El diagnóstico o prueba de actuadores se gestiona por la unidad de control del sistema. Esta función forma parte de la verificación eléctrica y con ella se comprueban los circuitos de corriente de los diferentes actuadores excitándolos de forma adecuada.



↑ Figura 4.13. Activación del actuador.



↑ Figura 4.14. Prueba de funcionamiento.

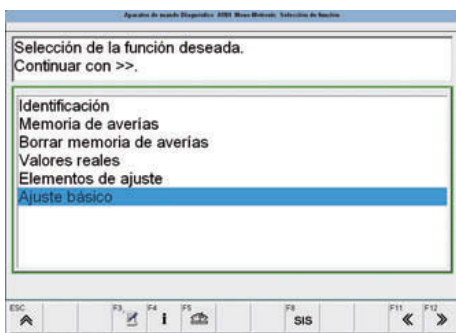
La secuencia de comprobaci3n de actuadores es determinada por la unidad de control del sistema. Un posible fallo de un actuador puede ser debido a un fallo en el conector, en el cableado, en la parte el3ctrica o bien en la parte mec3nica.

Componente	Resultado del diagn3stico
Bocina de alarma	Señal acústica continua
Luces intermit. simult. de aviso	Excitaci3n continua (encendidas continuamente)
Unidad de iluminaci3n interior / lámpara de lectura	Unidad de iluminaci3n interior / lámpara de lectura activas
Techo corredizo	El techo corredizo cierra
LED Safe	El LED luce
Iluminaci3n de los instrumentos	Activaci3n de la iluminaci3n de los instrumentos
Fin	El diagn3stico de actuadores finaliza de forma reglamentaria

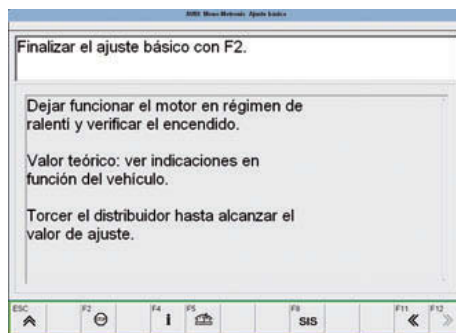
← **Tabla 4.1.** Ejemplo de un diagn3stico de actuadores en un sistema de confort.

### 3.5. Ajuste b3sico

Con esta funci3n se permite realizar un ajuste b3sico de los parámetros de funcionamiento de un sistema despu3s de su reparaci3n o inspecci3n. Es decir, los ciclos de regulaci3n de una unidad de control se ajustan a parámetros establecidos por el fabricante.



↑ **Figura 4.15.** Selecci3n del ajuste b3sico.



↑ **Figura 4.16.** Finalizaci3n del ajuste.

### 3.6. Valores reales de medici3n

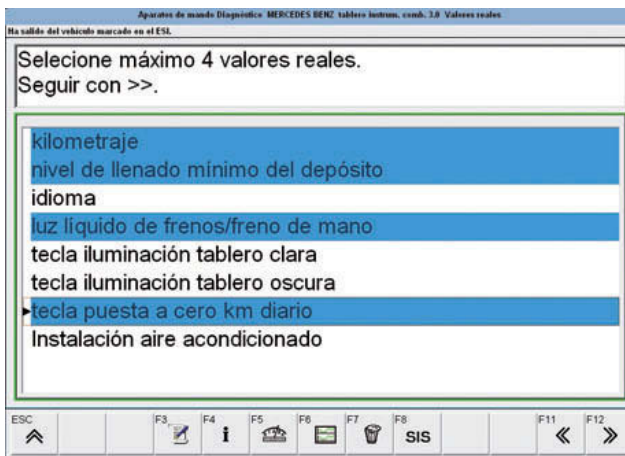
A trav3s de esta funci3n se visualiza informaci3n en tiempo real acerca del estado operativo del sistema o de los sensores y actuadores conectados. Los valores reales de medici3n ayudan a la localizaci3n y eliminaci3n de averías.

Dependiendo del equipo de diagn3stico, los valores de medici3n se visualizan individualmente o agrupados en grupos de indicaci3n.

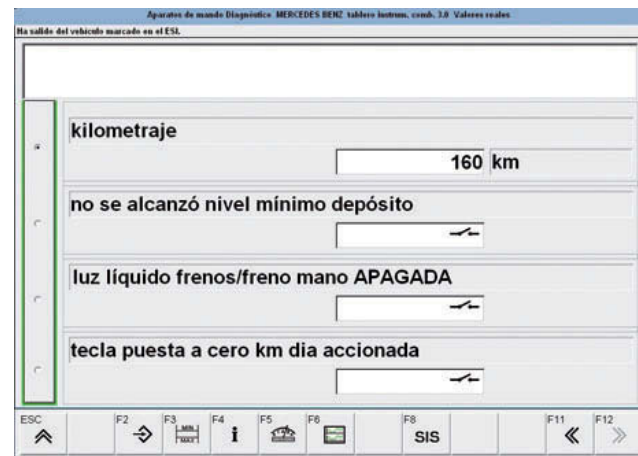
Nº de grupo	1	2	3	4
001	Alimentaci3n de tensi3n (V)	Señal de tensi3n de 56b (luces de cruce) (V)	Tensi3n del transmisor de nivel delantero (no se utiliza)	Tensi3n de salida hacia los servomotores en los faros (V)
002	Ángulo del transmisor de nivel delantero (no se utiliza)	Ángulo del transmisor de nivel trasero °<	Grado de inclinaci3n (no se utiliza)	Señal de velocidad (km/h)

← **Tabla 4.2.** Ejemplo de campos de indicaci3n para la lectura de los valores reales de medici3n de los faros de xen3n de un Seat C3rdoba.

Los diferentes valores de medición están asignados para cada unidad de control, es decir, deben ser relacionados con las informaciones técnicas de los manuales de reparación para cada modelo en concreto.



↑ Figura 4.17. Selección de los valores de medición.

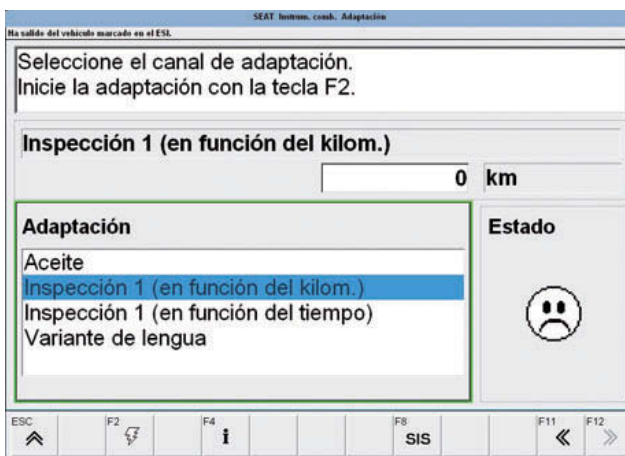


↑ Figura 4.18. Lectura de los valores.

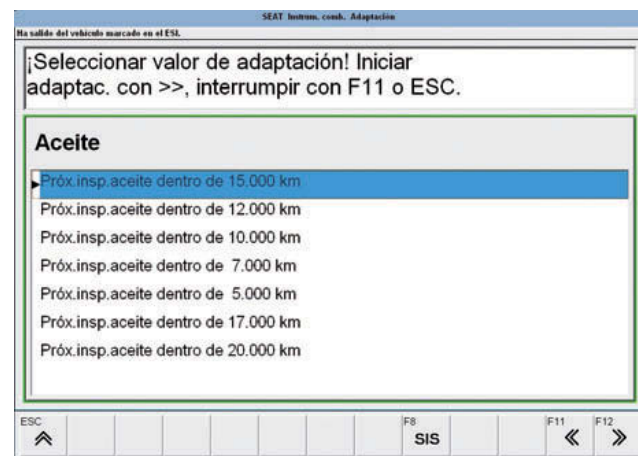
### 3.7. Adaptación

El proceso de adaptación de una unidad de control permite modificar valores guardados en la memoria de la unidad de control. Las unidades de control utilizan esta memoria programable para guardar datos como el idioma, el kilometraje que falta para la próxima inspección, el número de llaves programadas en el sistema de inmovilizador, si el airbag del pasajero está activado, etc.

Las diferentes posiciones de memoria se denominan canales de adaptación y mediante el proceso de adaptación es posible leer el contenido de cada una de ellas y modificarlas.



↑ Figura 4.19. Adaptación del intervalo de inspección.



↑ Figura 4.20. Valor de adaptación.

### saber más

#### Celda de memoria

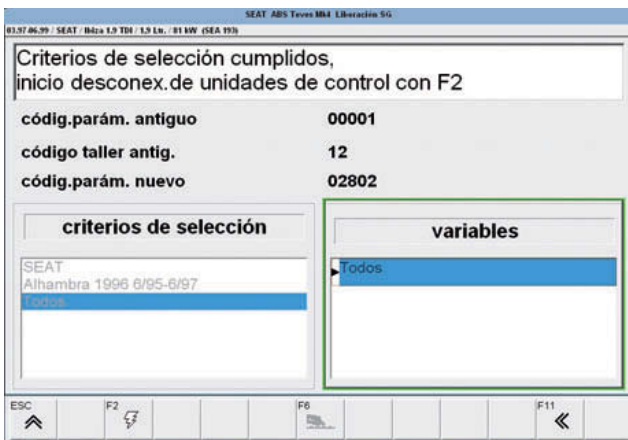
Elemento instalado en el circuito electrónico destinado a memorizar datos.

### 3.8. Codificado de la unidad de control

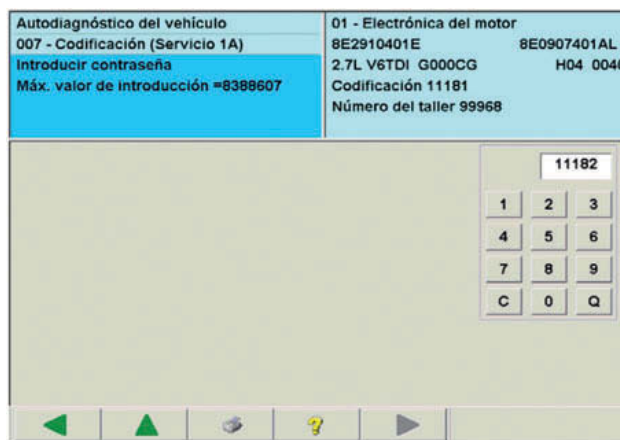
Con esta función se permite modificar el contenido de una celda de memoria, es decir, puede adaptarse el funcionamiento de la unidad de control a diferentes condiciones.

El número del código debe hallarse teniendo en cuenta el equipamiento y las opciones de la unidad de control (variantes del vehículo).

En algunos equipos, la codificaci3n se realiza de forma guiada atendiendo a las indicaciones del equipo y respondiendo a las cuestiones planteadas. De esta manera el equipo genera el nuevo c3digo para la unidad de control.



↑ **Figura 4.21.** Codificaci3n guiada con el equipo de diagnosis universal.



↑ **Figura 4.22.** Codificaci3n manual con el equipo de diagnosis del fabricante.

El proceso de codificaci3n de una unidad de control debe ser llevado a cabo si:

- La unidad de control se ha desprogramado debido a un fallo de alimentaci3n o error interno.
- La unidad de control es virgen y no ha sido programada para el veh3culo.
- La unidad de control procede de otro veh3culo y necesita ser programada para el equipamiento del veh3culo en el que va a ser montada.
- El equipamiento del veh3culo ha cambiado y la unidad de control debe ser codificada para este cambio.

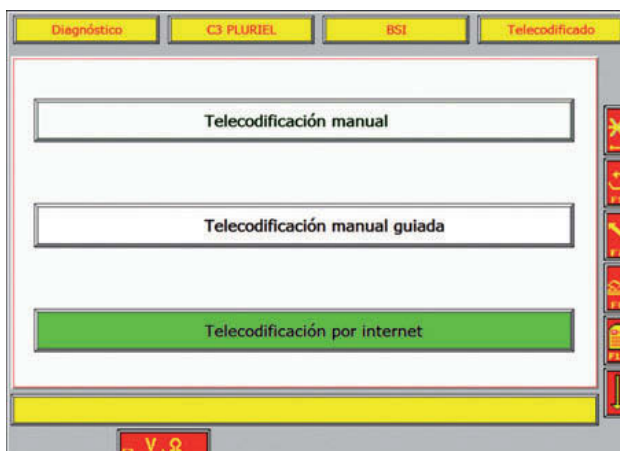
### Telecodificaci3n por internet o codificaci3n online

La telecodificaci3n de una unidad de control es una operaci3n de configuraci3n del su *software* interno que consiste en adaptarlo a la definici3n material y funcional del veh3culo en el cual est3 montada.

La telecodificaci3n por internet permite llevar a cabo la configuraci3n autom3tica de la unidad de control con la ayuda del equipo de diagnosis conectado a un servidor v3a online que a su vez se encuentra conectado a diferentes bases de datos actualizadas.



↑ **Figura 4.23.** Selecci3n de la funci3n de telecodificado en el equipo de diagnosis Lexia del grupo PSA.



↑ **Figura 4.24.** Tipos de telecodificado en el equipo de diagnosis Lexia del grupo PSA.



↑ **Figura 4.25.** Lector de averías téster de Toyota.

### 3.9. Localización guiada de averías

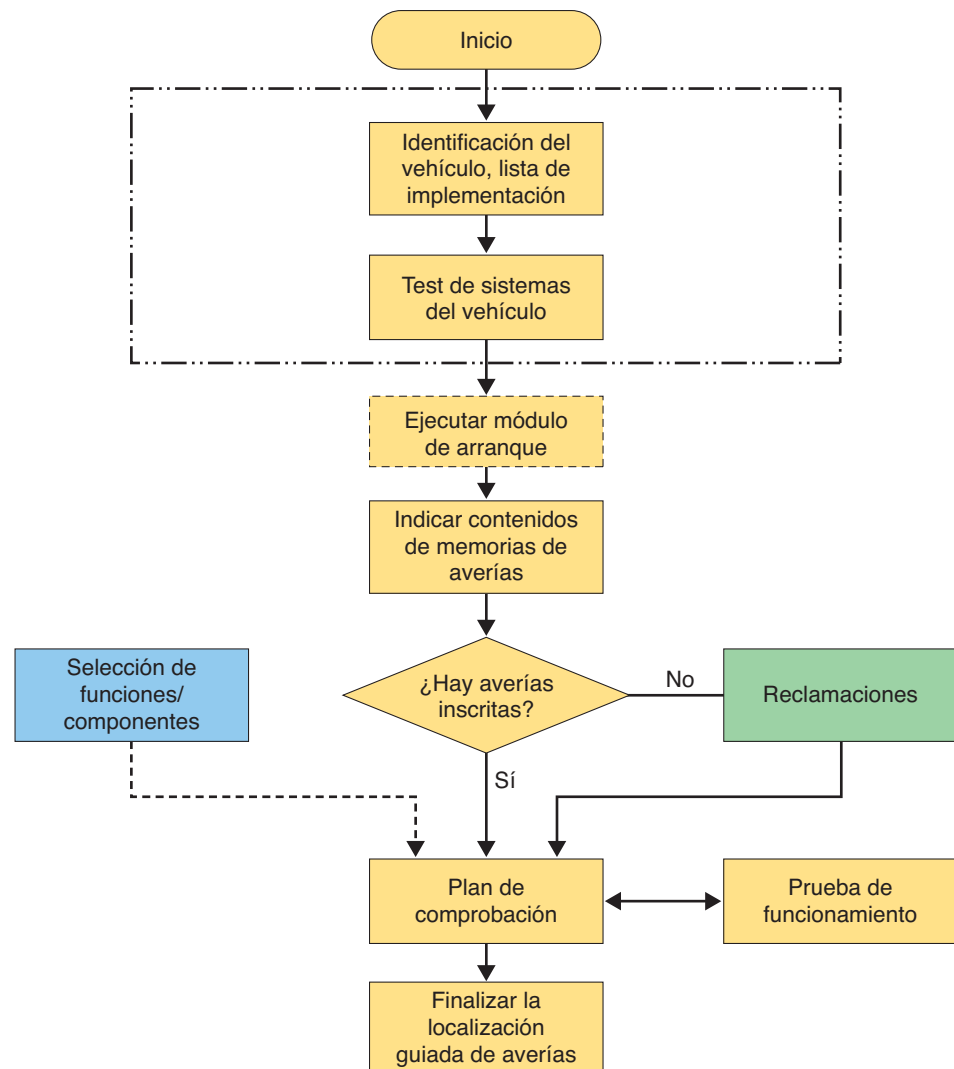
La función de localización guiada de avería se realiza en los equipos de diagnóstico mas avanzados. Esta función reduce los tiempos de reparación y facilita el trabajo a realizar en el taller.

La localización guiada de averías parte de los mensajes de avería del autodiagnóstico. El programa de localización de averías se genera y optimiza durante el diagnóstico de los diferentes sistemas eléctricos. Se combinan funciones de medición y diagnóstico apoyadas en información técnica y programas de localización, memorizados en el equipo o que forman parte de CD o DVD específicos, o en algunos casos en conexión directa a través de internet.

En primer lugar se debe identificar el vehículo con el fin de garantizar una asignación correcta de la documentación y de los valores de comprobación.

Durante la consulta de las unidades de control se visualizan consecutivamente las averías. El equipo de diagnóstico ofrece la opción de seleccionar individualmente cada avería o seguir los pasos que establece el programa.

El programa define los requisitos de verificación y los pasos de comprobación necesarios para solucionar la avería, así como de verificación para las comprobaciones individuales.



↑ **Figura 4.26.** Ejemplo de secuencias básicas para la localización guiada de averías.

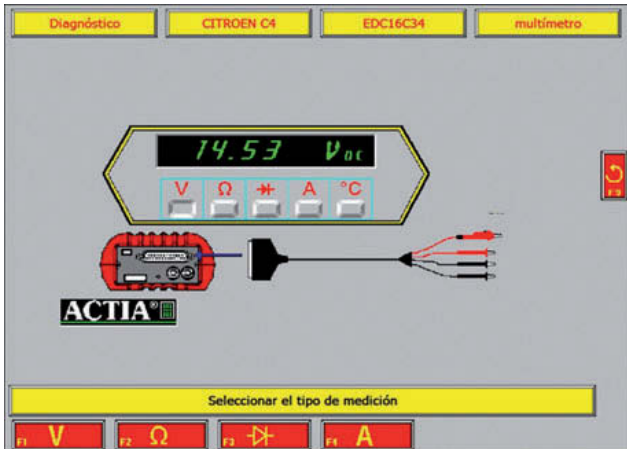
### 3.10. Función multímetro

Algunos equipos de diagnóstico incluyen la función de multímetro digital, para ello, incorporan los cables adaptadores necesarios para la conexión con el vehículo. La medición se realiza de forma similar a cualquier multímetro con la diferencia que los valores de lectura aparecen en la pantalla del equipo. Con esta función se permite la medición de:

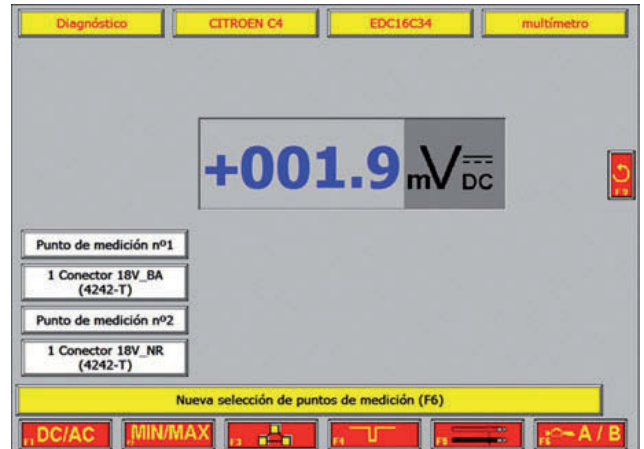
- Intensidad de corriente (a través de la pinza amperimétrica).
- Continuidad.
- Tensión.
- Resistencia.
- Comprobación de diodos.

#### saber más

Durante la diagnosis no se debe extraer el enchufe de la unidad de mando, ni desembornar la batería, ya que se borraría la memoria de averías.



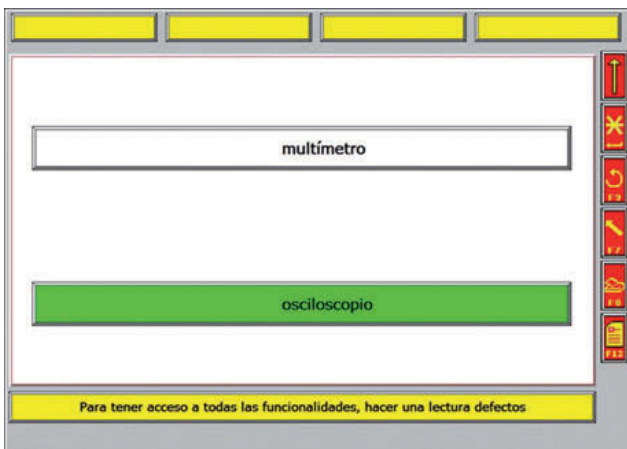
↑ **Figura 4.27.** Función multímetro con el equipo de diagnóstico Lexia de Citroën.



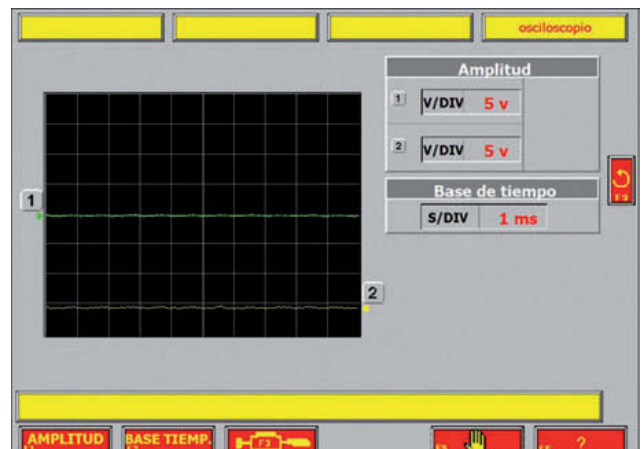
↑ **Figura 4.28.** Lectura de la tensión con el equipo.

### 3.11. Función osciloscopio

La función osciloscopio de los equipos de diagnóstico permite medir en los sistemas eléctricos la frecuencia y la tensión de las distintas señales eléctricas (tensión/tiempo). Las curvas de medición pueden ser registradas y comparadas con patrones definidos por el fabricante. Además, los equipos de medición pueden ajustarse a los valores de medición requeridos.



↑ **Figura 4.29.** Selección del osciloscopio en el equipo de diagnóstico Lexia del grupo PSA.



↑ **Figura 4.30.** Pantalla de lectura del osciloscopio en el equipo de diagnóstico Lexia del grupo PSA.

## 4. Diagnóstico de un vehículo con el equipo de diagnóstico

El diagnóstico de un sistema eléctrico de un vehículo se debe realizar con un el equipo de diagnóstico que permita leer sus unidades de control.

Brevemente y como ejemplo se muestra la función de téster de diagnóstico de un equipo de diagnóstico universal de la marca de componentes electrónicos Bosch. El ESI (Tronic) cuenta con la opción de lectura guiada de averías a través del SIS/CAS y con la función de téster denominado KTS, entre otras opciones.

### Ejemplo de diagnosis de la unidad de mando de luces y ajuste básico

The figure consists of 10 numbered screenshots from the Bosch KTS diagnostic software interface, showing the following steps:

- Selección del sistema o el estado de falla.** Seleccionar el sistema o el estado de falla. Seguir con la tecla >>. Seleccionar 'Marca vehículo' y 'Grupo ap. mando'.
- Selección del sistema o el estado de falla.** Seleccionar el sistema o el estado de falla. Seguir con la tecla >>. Seleccionar 'Marca vehículo' y 'Grupo ap. mando'.
- Selección del sistema o el estado de falla.** Seleccionar el sistema o el estado de falla. Seguir con la tecla >>. Seleccionar 'Marca vehículo' y 'Grupo ap. mando'.
- Selección de la función deseada.** Seguir con >>. Seleccionar 'Identificación', 'Memoria de averías', 'Borrar memoria de averías', 'Elementos de ajuste', 'Ajuste básico LWR automático'.
- Selección de la función deseada.** Seguir con >>. Seleccionar 'Identificación', 'Memoria de averías', 'Borrar memoria de averías', 'Elementos de ajuste', 'Ajuste básico LWR automático'.
- Selección de la función deseada.** Seguir con >>. Seleccionar 'Identificación', 'Memoria de averías', 'Borrar memoria de averías', 'Elementos de ajuste', 'Ajuste básico LWR automático'.
- Selección de la función deseada.** Seguir con >>. Seleccionar 'Identificación', 'Memoria de averías', 'Borrar memoria de averías', 'Elementos de ajuste', 'Ajuste básico LWR automático'.
- Selección de la función deseada.** Seguir con >>. Seleccionar 'Identificación', 'Memoria de averías', 'Borrar memoria de averías', 'Elementos de ajuste', 'Ajuste básico LWR automático'.
- Selección de la función deseada.** Seguir con >>. Seleccionar 'Identificación', 'Memoria de averías', 'Borrar memoria de averías', 'Elementos de ajuste', 'Ajuste básico LWR automático'.
- Selección de la función deseada.** Seguir con >>. Seleccionar 'Identificación', 'Memoria de averías', 'Borrar memoria de averías', 'Elementos de ajuste', 'Ajuste básico LWR automático'.

The screenshots show the following information:

- Screenshot 6:** Error code 0603: Los faros no han sido reglados.
- Screenshot 9:** El reglaje básico se realiza en 3 pasos:
  1. Los faros son guiados hasta la posición final. (Este proceso dura unos 20 segundos)
  2. Ajuste de faros
  3. Registrar el reglaje de los faros en el dispositivo de control

↑ **Figura 4.31.** Diagnóstico con el equipo de diagnosis KTS de Bosch.

## 5. Estrategia de localización de averías

### 5.1. Procedimiento general para la comprobación de componentes

Comprobación:

- Iniciar con el equipo de diagnóstico la localización de averías.
- Si hay posibilidad, consultar los bloques de valores de medición para aislar el fallo. Por ejemplo, para saber si todas las señales de salida y entrada se encuentran en el módulo transmisor por una parte, y por otra, en el módulo receptor y para saber si los conmutadores funcionan adecuadamente, etc.
- Realizar el diagnóstico de actuadores.
- Comprobar la alimentación de tensión. Por ejemplo, bornes 15, 30, 31, 75, etc.
- Comprobar el cableado eléctrico con ayuda del esquema eléctrico del vehículo.

#### caso práctico inicial

La avería del elevavinas, debido a que era esporádica, se ha borrado de la unidad de control. Pero, la causa que la originó todavía está latente y en cualquier momento puede volver a aparecer el fallo.



← **Figura 4.32.** Comprobación del vehículo con el equipo de taller.

### 5.2. Procedimiento general si no se puede establecer comunicación con los cables de diagnosis

Condiciones de comprobación:

- Desacoplar una tras otra las unidades de control y comprobar luego en cada caso la comunicación a través del correspondiente cable de diagnosis.
- Dejar desacoplada la unidad de control y desacoplar la siguiente unidad de control.
- En la unidad de control desacoplada hay que comprobar la alimentación de tensión y la masa; por ejemplo, los bornes 15, 30, 31, 75.
- Si se han desacoplado todas las unidades de control y sigue dando el fallo, hay que comprobar el cable de diagnosis. A esos efectos tienen que estar desacopladas todas las unidades de control.





## ACTIVIDADES FINALES

- 1. ¿Qué ventajas ofrecen los sistemas electromecánicos gestionados por unidades electrónicas con diagnóstico de averías?
- 2. ¿En qué consiste la lectura de los valores reales de medición?
- 3. Explica cómo se realiza el diagnóstico de un vehículo con el equipo de diagnosis.
- 4. ¿Para qué se realiza la prueba de actuadores?
- 5. ¿Cuáles son las funciones típicas que permite realizar el multímetro?
- 6. Explica qué se debe hacer si no se puede establecer comunicación entre el equipo de diagnosis y el vehículo.
- 7. ¿Para qué se realiza la adaptación de una unidad de control?
- 8. ¿Cuándo se debe llevar a cabo el proceso de codificación de una unidad de control?
- 9. ¿En qué consiste el codificado *online* de una unidad de control?
- 10. Sobre un vehículo actual, con ayuda del equipo de diagnosis y de manuales de taller específicos, realiza:
  - a) La lectura y el borrado de averías del sistema del control de motor.
  - b) Lectura de los bloques de valores del control de motor.
  - c) Lectura y el borrado de averías del sistema de freno ABS/ESP, etc.
  - d) La prueba de diagnóstico de actuadores del sistema de freno ABS/ESP, etc.
  - e) Lectura y el borrado de averías del sistema de confort.
  - f) La prueba de diagnóstico de actuadores del sistema de confort.
  - g) La adaptación de unidades de control del sistema de confort.
  - h) La lectura y el borrado de averías del sistema de climatización.
  - i) Lectura y el borrado de averías del cuadro de instrumentos.
  - j) La prueba de diagnóstico de actuadores del cuadro de instrumentos.
  - k) Una localización guiada de averías del sistema de iluminación del vehículo (vehículo con regulación electrónica de faros, con faros de xenón); una prueba de actuadores, y borra las averías memorizadas y demás funciones que te permita el equipo de diagnosis.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

- 1. ¿Qué mediciones se pueden realizar con un osciloscopio?**
  - a. Mediciones de intensidad.
  - b. Mediciones de resistencia.
  - c. Mediciones de potencia.
  - d. Mediciones de tensión/tiempo.
- 2. Si una avería se mantiene por un periodo de tiempo mayor del definido...**
  - a. Es una avería permanente.
  - b. Es una avería esporádica.
  - c. No existe ninguna avería.
  - d. Es una avería fugaz.
- 3. ¿Con qué función del equipo de diagnóstico se pueden ajustar los ciclos de regulación de una unidad de control?**
  - a. Con el diagnóstico de actuadores.
  - b. Con el codificado de la unidad de control.
  - c. Con el ajuste básico.
  - d. Con el borrado de memoria de averías.
- 4. ¿A través de qué cable se excita la unidad de control para el diagnóstico?**
  - a. Cable H.
  - b. Cable J.
  - c. Cable X.
  - d. Cable K.
- 5. Si en un vehículo se quieren modificar parámetros en la unidad de control mediante valores de corrección, ¿qué función debemos activar?**
  - a. La función de osciloscopio.
  - b. La función de multímetro.
  - c. La función de adaptación.
  - d. La función de lectura de bloques de valores.
- 6. Si en un vehículo se quiere visualizar información a tiempo real acerca del estado operativo de los sistemas, ¿qué función debemos activar?**
  - a. La función de osciloscopio.
  - b. La función de multímetro.
  - c. La función de adaptación.
  - d. La función de lectura de bloques de valores.
- 7. Cuando obtenemos un valor de resistencia con el equipo de diagnóstico, ¿cuál es el símbolo que se utiliza?**
  - a.  $\alpha$
  - b.  $\beta$
  - c.  $\Omega$
  - d. Rs
- 8. ¿Cuál de los siguientes números indica positivo después de accionar la llave de contacto?**
  - a. 30
  - b. 31
  - c. 75
  - d. 15
- 9. ¿Es posible diagnosticar un vehículo que no lleve la clavija universal de diagnóstico para OBDII (16 pins)?**
  - a. No, es necesario siempre este tipo de conexión.
  - b. Sí, existen otros tipos de conexiones de fabricantes que utilizan líneas K y L para la transmisión de datos.
  - c. Sí, a través la red CAN.
  - d. No, estos vehículos no se pueden diagnosticar.
- 10. Es posible codificar una unidad de control a través de internet.**
  - a. Sí, mediante un codificado *online*.
  - b. No, esta operación es imposible de realizar.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Equipo de diagnóstico

## MATERIAL

- Automóvil con toma de diagnóstico
- Documentación técnica o manuales de fabricantes

## Localización de averías en un vehículo y borrado de la memoria de averías

### OBJETIVOS

Localizar las averías memorizadas en un vehículo y determinar, tras el borrado, si son esporádicas o permanentes.

### PRECAUCIONES

- La batería del vehículo debe estar en buen estado.
- Se debe realizar la conexión del equipo al vehículo conforme indique el fabricante.

### DESARROLLO

Para el desarrollo de la práctica seguiremos el siguiente proceso:

1. Enciende el equipo de diagnóstico y conecta la interfaz de diagnóstico al vehículo.

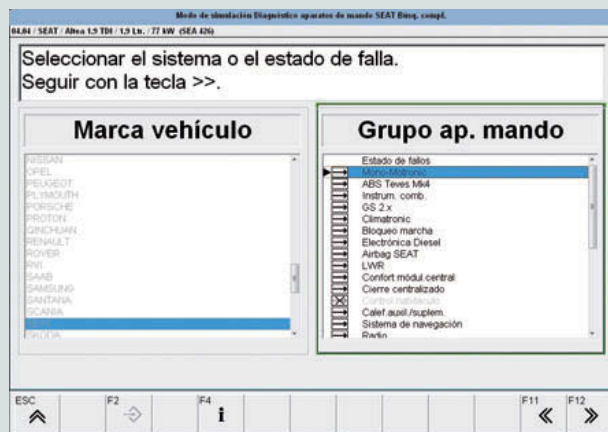


↑ Figura 4.33. Conexión del conector al vehículo.

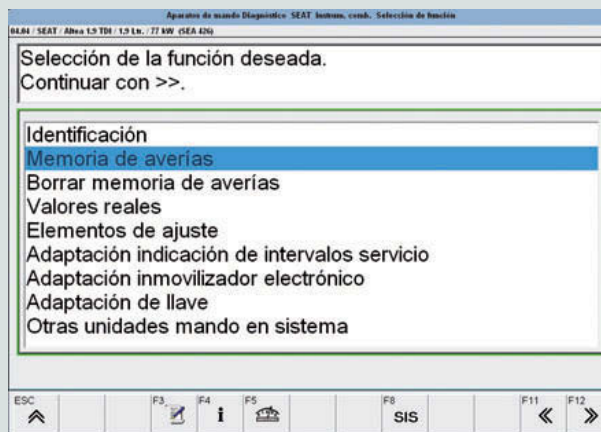


↑ Figura 4.34. Activación del contacto del vehículo.

2. Activa el contacto del vehículo (en la diagnosis de algunas unidades será necesario poner en marcha el motor del mismo).
3. Determina el tipo de vehículo, marca y modelo.
4. Identifica las unidades de control que dispone el vehículo, gestión motor, confort, tracción, etc.
5. Una vez localizadas las unidades, comienza a diagnosticar una a una.

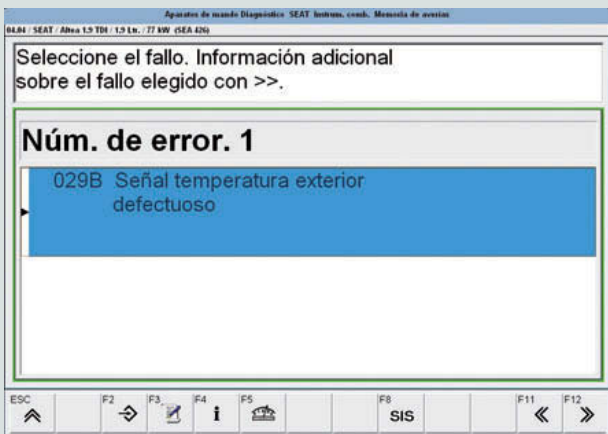


↑ Figura 4.35. Selección de la unidad a diagnosticar.

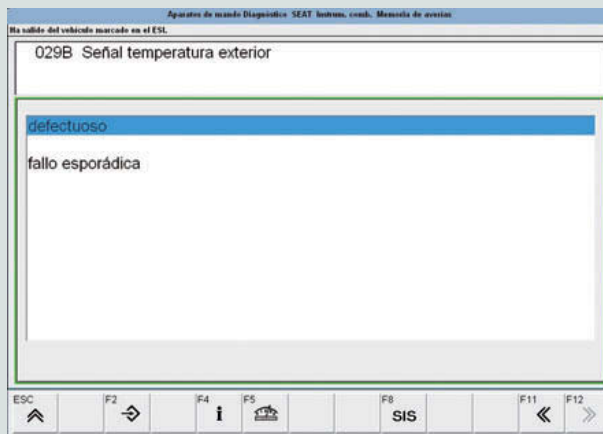


↑ Figura 4.36. Lectura de la memoria de averías.

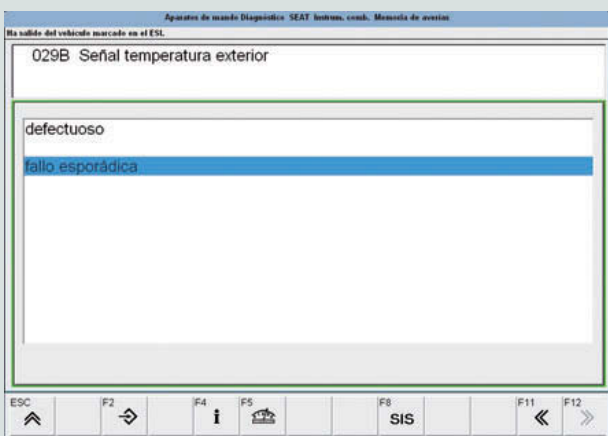
6. Lee la memoria de averías de cada unidad analizando las averías memorizadas (si las tuviese); despu3s, borra la memoria de averías.



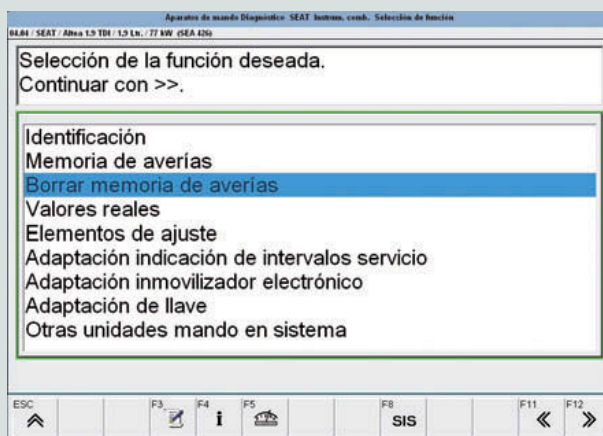
↑ Figura 4.37. Avería detectada.



↑ Figura 4.38. Tipo de avería.



↑ Figura 4.39. Avería esporádica.



↑ Figura 4.40. Borrado de la memoria de averías.

7. Vuelve a leer la unidad de control:

Si aparece por segunda vez alguna de las averías memorizadas, estas serán averías permanentes y se deberán a un mal funcionamiento del sistema o a un mecanismo deteriorado. Para su reparación se deberán realizar las operaciones descritas por el fabricante.

Si no aparece ninguna avería detectada inicialmente, se deberá a que consistían en averías esporádicas debidas a un mal funcionamiento en un determinado momento del circuito, como por ejemplo, una tensión inadecuada.

8. Efectúa la operación antes descrita con las restantes unidades de control hasta conseguir borrar todas las averías memorizadas.

9. Una vez finalizada la diagnos, quita el contacto y desconecta la interfaz del vehículo.

# MUNDO TÉCNICO

## Vehículos híbridos

### Clasificación de los vehículos híbridos

Los vehículos híbridos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Microhíbrido	Semihíbrido	Híbrido puro (HEV)	Híbrido enchufable (PHEV)	Híbrido con Range Extender (RXBEV)
El componente eléctrico sólo se utiliza para implementar la función Start-Stop.	Como el microhíbrido, más: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El motor eléctrico sirve de apoyo al motor de combustión.</li> <li>• El sistema no permite conducir de modo completamente eléctrico.</li> <li>• Permite recuperación.</li> </ul>	Como el semihíbrido, más: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El motor eléctrico sirve de apoyo al motor de combustión.</li> <li>• El sistema permite conducir de modo completamente eléctrico.</li> </ul>	Como el HEV, más: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En un híbrido enchufable, la batería de alto voltaje se puede cargar adicionalmente de forma externa a través de la red eléctrica.</li> </ul>	Como el vehículo eléctrico con batería BEV, más: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se incrementa la autonomía por medio de un motor de combustión que produce energía eléctrica para el motor eléctrico.</li> </ul>

### Constitución de un vehículo híbrido puro

Un vehículo híbrido puro monta un motor de combustión convencional y una máquina eléctrica, que opera como alternador, grupo propulsor y motor de arranque. Los diferentes estados operacionales dependen de factores como el nivel de carga de la batería de alto voltaje, la posición del pedal acelerador y el valor del pedal del freno. Tanto el motor de combustión como la máquina eléctrica transmiten, o bien por separado o conjuntamente, su fuerza de tracción a los árboles primarios a través de un embrague y una caja de cambios conjunta.

Aparte de la red de alto voltaje, el vehículo dispone también de una red de a bordo de 12 V con una batería para la red de a bordo de 12 V.

### Seguridad en los sistemas de alto voltaje

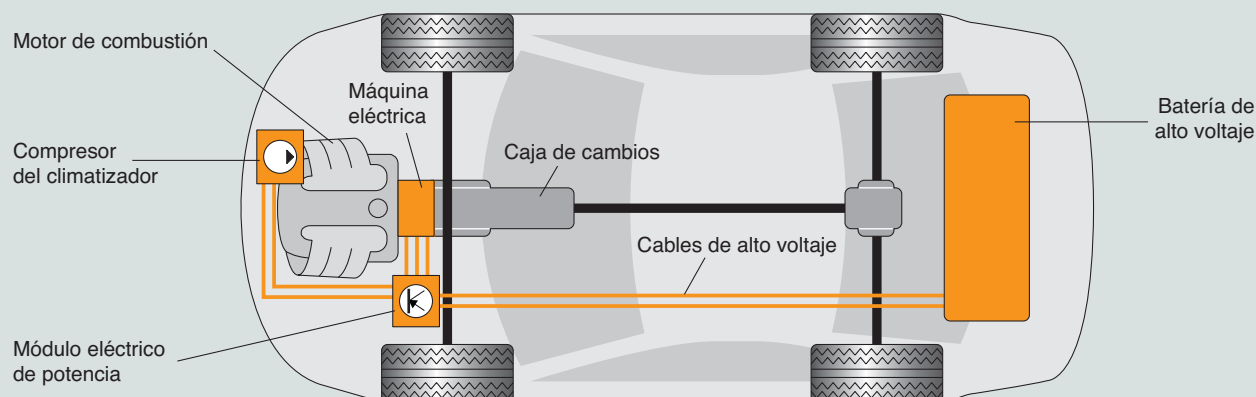
En los vehículos híbridos o eléctricos se debe evitar el riesgo de contacto con componentes con tensión de alto voltaje.

Aparte de las identificaciones de color y las advertencias de los letreros y rótulos en los componentes existen medidas de seguridad técnicas.

Las tres reglas básicas sobre la seguridad para los sistemas de alto voltaje son:

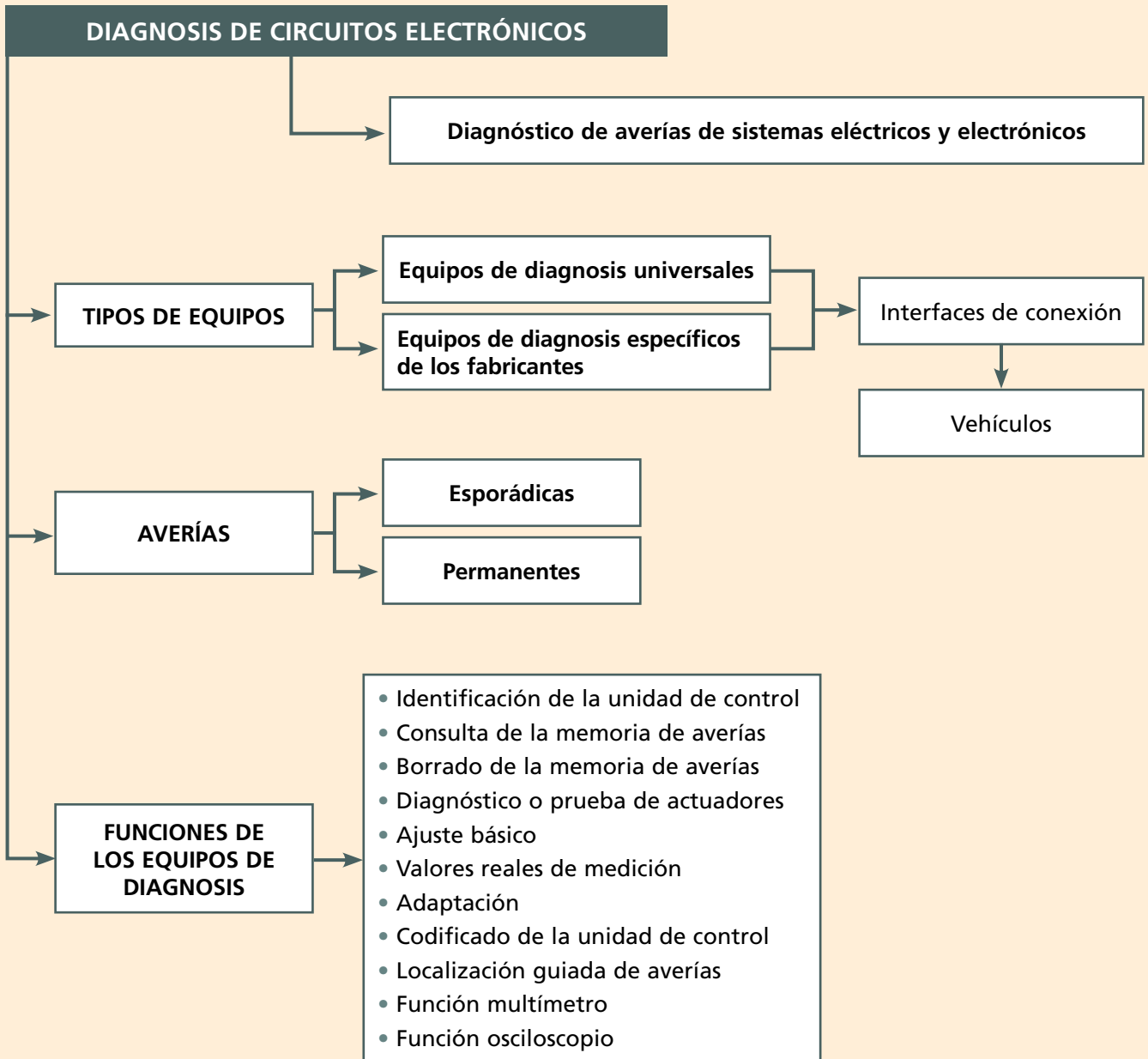
1. Establecer la ausencia de tensión de la red de alto voltaje.
2. Asegurar el vehículo para que no se vuelva a conectar.
3. Comprobar/constatar la ausencia de tensión de la red de alto voltaje.

Fuente: Extracto del SSP 499 – Fundamentos de la tracción eléctrica en el automóvil de Volkswagen AG



→ **Figura 4.41.** Principales componentes de un vehículo híbrido puro.

# EN RESUMEN



## entra en internet

1. Busca en internet diferentes equipos de diagnóstico universales y compara sus características. Puedes encontrar información en las siguientes páginas:

- <[www.berton.es/](http://www.berton.es/)>
- <[www.robert-bosch-espana.es/](http://www.robert-bosch-espana.es/)>
- <[www.texa.pt/](http://www.texa.pt/)>
- <[www.autocom.se/](http://www.autocom.se/)>
- <[www.magnetimarelli-checkstar.es/](http://www.magnetimarelli-checkstar.es/)>
- <[www.brainbee.com/](http://www.brainbee.com/)>

# 5

# Técnica de alumbrado y lámparas

## vamos a conocer...

1. Alumbrado
2. Principios luminotécnicos
3. Principios luminotécnicos relativos a los faros
4. Lámparas utilizadas en los vehículos automóviles
5. Tablas de características para lámparas
6. Cuadro resumen de unidades

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Comprobación de la resistencia de los filamentos de una lámpara halógena H4

Sustituir dos lámparas fundidas de un cuadro de instrumentos

### MUNDO TÉCNICO

Nueva generación de faros con iluminación LED



## y al finalizar esta unidad...

- Conocerás los principios luminotécnicos más importantes relativos a las lámparas.
- Descubrirás las características de las lámparas para automoción y su aplicación.
- Interpretarás y relacionarás la documentación técnica normalizada, con cada tipo de lámpara.
- Comprobarás el funcionamiento y estado de las lámparas.

## situación de partida

El propietario de un vehículo observa falta de iluminación en el cuadro de instrumentos en circulación nocturna, en concreto en el indicador del nivel de combustible, el resto de componentes se encuentran iluminados perfectamente: cuentavueltas, cuentakilómetros, indicador de temperatura, y todos los testigos indicadores. La falta de iluminación no le impide circular con seguridad y decide esperar a la próxima revisión para realizar la sustitución de la lámpara fundida.

Sin embargo, un nuevo fallo de iluminación en el cuadro deja sin iluminación la mitad derecha del cuadro, cuentarrevoluciones del motor y nivel del combustible, en esta situación no es aconsejable circular con el vehículo en trayectos nocturnos por lo que decide ir al taller de confianza para realizar la sustitución de las lámparas de iluminación del cuadro de instrumentos.



↑ Foto del cuadro de mando sin iluminación en el cuentarrevoluciones e indicador de nivel.

## estudio del caso

*Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.*

1. ¿Crees importante la iluminación del cuadro para la seguridad en la conducción nocturna?
2. ¿Por qué crees que existen tantos tipos de lámparas en los vehículos?
3. Busca en la figura 5.21 la lámpara empleada en la iluminación del cuadro 5W5 y localiza en cuántos circuitos se monta.
4. ¿Cómo se consigue aumentar o disminuir la intensidad luminosa de los cuadros de mandos?
5. ¿Por qué crees que se han fundido las lámparas del cuadro?





## recuerda

Los países más importantes en los que sus vehículos circulan por la izquierda son:

Reino Unido, Irlanda, Japón, Sudáfrica, India, Paquistán, Australia, Indonesia, Nueva Zelanda.

# 1. Alumbrado

Todos los vehículos, para ser homologados y poder circular, deben disponer de un sistema de alumbrado que cumpla la normativa del país por donde circulará. La reglamentación no es la misma en todo el mundo, en unos países se circula por la derecha, en otros por la izquierda, en el norte de Europa es obligatorio circular con luces de día y en los Estados Unidos las normas vigentes son distintas a las empleadas en Europa. El alumbrado del vehículo se debe adaptar a la normativa vigente y cubrir las zonas del vehículo siguientes:

- Zona delantera.
- Habitáculo y cuadro de señalización.
- Parte trasera del vehículo.

## 1.1. Alumbrado de la zona delantera

Los faros de alumbrado de la parte delantera del vehículo se instalan para cumplir dos cometidos: alumbrar la calzada por donde circula y avisar y ser vistos por los conductores que circulan en sentido contrario.

La misión de los intermitentes es indicar la intención del conductor de cambiar de dirección y señalizarla, los cuatro intermitentes se conectan para indicar una situación de peligro o avería.

Las luces y faros de la parte delantera de un vehículo son los siguientes:

- Luz de cruce.
- Luz de carretera y adicionales (largo alcance).
- Luz de posición delantera.
- Luces antiniebla.
- Luces indicadoras de dirección con señal de emergencia.
- Luz de gálibo para vehículos de más de 2,10 metros de anchura.
- Luz de posición lateral en vehículos cuya longitud supere los 6 metros, excepto en las cabinas con bastidor.
- Luces de circulación día (en los países que es obligatorio, Finlandia, Noruega y Suecia).

## caso práctico inicial

El problema de alumbrado del cuadro de instrumentos del vehículo se debe al fallo de dos lámparas tipo W5W o W3W.

## recuerda

Los catadióptricos traseros son dispositivos de señalización ópticos refractantes.



↑ Figura 5.1. Catadióptricos traseros.

## 1.2. Alumbrado del habitáculo

En el interior del vehículo el alumbrado tiene que garantizar el funcionamiento y la visibilidad de los elementos de mando en conducción nocturna, principalmente el cuadro de instrumentos.

Los vehículos destinados al servicio público de viajeros y los de alquiler con conductor, deberán estar dotados de alumbrado interior del habitáculo.

## 1.3. Parte trasera del vehículo

La iluminación de la parte trasera es fundamental para la conducción, complementando las funciones del alumbrado en la parte delantera, las luces de frenado por ejemplo informan a los conductores que preceden al vehículo que este aminora la velocidad para detenerse.

Las luces de la parte trasera de un vehículo son las siguientes:

- Luz de marcha atrás.
- Luz de frenado.
- Luz de la placa posterior de matrícula.
- Luz de posición trasera roja.
- Luz antiniebla trasera.

Tipo de luz	Número	Color	Situación	Obligatorio o no
Luz de cruce	2	BLANCO	Delante. En los borde exteriores	Obligatorio
Luz de carretera	Un número par	BLANCO	Delante. En los borde exteriores	Obligatorio
Luz de marcha atrás	1 o 2	BLANCO	Detrás	Obligatorio
Luces indicadoras de dirección (intermitentes)	Un número par mayor de dos	AMARILLO AUTO	Bordes exteriores y lateral	Obligatorio
Señal de emergencia	Igual nº que los indicadores de dirección	AMARILLO AUTO	Igual nº que los indicadores de dirección	Obligatorio
Luz de frenado	2	ROJO	Detrás. En los bordes exteriores	Obligatorio
Tercera luz de freno	1	ROJO	Detrás. Sobreelevada	Opcional
Luz de la placa de matrícula trasera	1	BLANCO	La necesaria para iluminar la placa	Obligatorio
Luz de posición delantera	2	BLANCO	Delante. En los bordes exteriores	Obligatorio
Luz de posición trasera	2	ROJO	Detrás En los bordes exteriores	Obligatorio
Luz antiniebla trasera	1 o 2	ROJO	Si es una, a la izquierda o en el centro. Si son dos, en los bordes exteriores	Obligatorio
Luz antiniebla delantera	2	BLANCO o AMARILLO SELECTIVO	Delante	Opcional
Luz de gálibo	2 delante y 2 visibiles por detrás	BLANCO delante ROJO detrás	Lo más alto que permita el vehículo	Obligatorio
Catadióptricos traseros	2	ROJO	Detrás. En los exteriores	Obligatorio

↑ **Tabla 5.1.** Resumen de las características de la luces.

## 2. Principios luminotécnicos

### 2.1. Luz

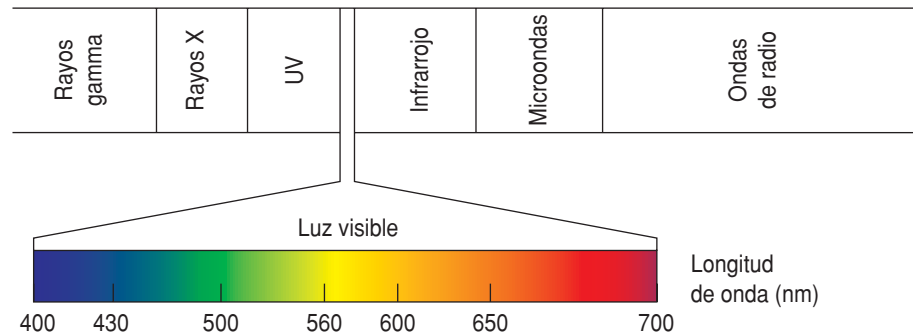
Se denomina espectro electromagnético al conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas ordenadas en función de su frecuencia o longitud de onda. Se conoce como luz visible a la parte del espectro electromagnético a la que el ojo humano es sensible.



## recuerda

La óptica es la rama de la Física que estudia el comportamiento de la luz, sus características y sus manifestaciones.

El ojo humano es sensible a las radiaciones cuyas longitudes de onda se encuentren entre 380 y 760 nanómetros (figura 5.2). Con una longitud de onda menor de 380 nm se encuentran los rayos ultravioleta, rayos X, rayos gamma y rayos cósmicos. Superando los 760 nm los infrarrojos, ondas de radar y las ondas de radio.



↑ **Figura 5.2.** Espectro de luz visible.

## recuerda

Una lámpara del tipo C.E. tiene un flujo luminoso de 450 lm, una halógena H7 1.100 lm, las lámparas de descarga D2S 3.000 lm y una lámpara P21W 460 lm.

## 2.2. Flujo luminoso - $\Phi$

El flujo luminoso es la radiación emitida por una fuente de luz en todas sus direcciones, y que el ojo humano es sensible. Su unidad de medida es el **lm** (lumen).

## 2.3. Cantidad de luz - $Q$

La cantidad de luz es la energía de radiación espectral emitida por una fuente de luz de manera constante con el tiempo. Su unidad de medida es: el lumen por segundo (**lm · s**).

## 2.4. Intensidad luminosa - $I$

Se denomina intensidad luminosa al flujo luminoso que emite una fuente de luz por unidad de ángulo sólido en una dirección determinada. La unidad de intensidad luminosa es la **candela (cd)**.

Un proyector de automóvil tiene una intensidad luminosa de 20.000 a 150.000 cd en el eje del proyector y un piloto antiniebla 150 cd.

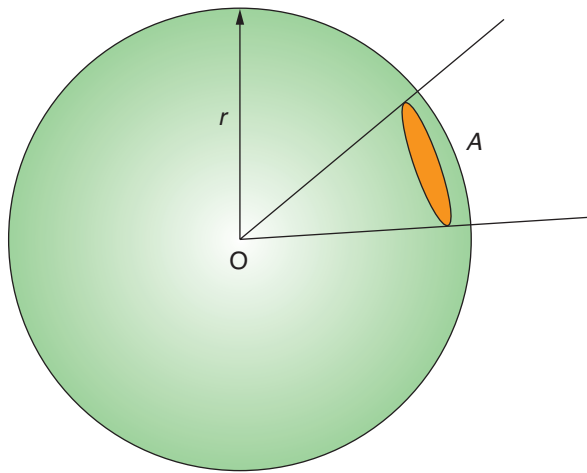
## 2.5. Ángulo sólido ( $\omega$ )

Se calcula el ángulo sólido mediante el cociente entre el área, obtenida de cortar una esfera por un cono cuyo vértice está situado en el centro de la esfera, y el cuadrado del radio.

$$\omega = \frac{A}{r^2}$$

La unidad de medida del ángulo sólido del S.I. es el **estereorradián (sr)**. El estereorradián es el equivalente tridimensional del radian. Un estereorradián se obtiene para el caso particular de una esfera de radio 1 m y una superficie de corte de 1 m<sup>2</sup>, la esfera completa por tanto abarca 4π sr.

$$\omega = \frac{A}{r^2} = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi \text{ sr}$$



↑ **Figura 5.3.** Ángulo sólido.

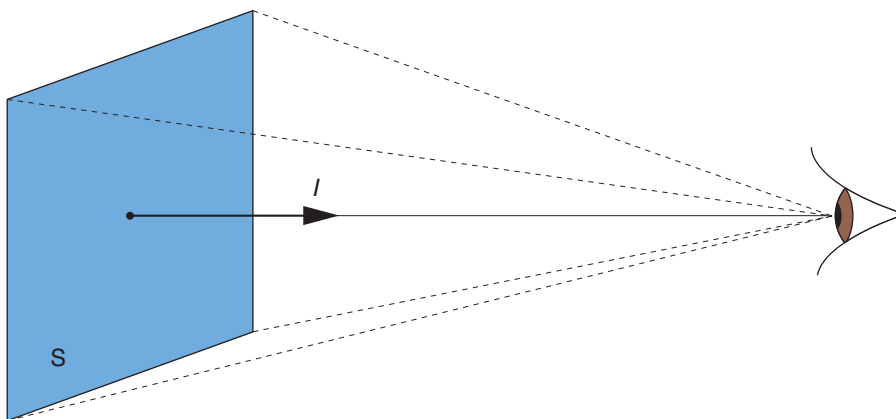
Para entender mejor el concepto de ángulo sólido, imagina que una linterna proyecta un haz de luz sobre una pantalla esférica situada a una distancia  $r$ , podremos definir el ángulo sólido como: el cociente entre la superficie proyectada y el cuadrado de la distancia desde la linterna a la pantalla  $r$  (hemos considerado la pantalla plana en vez de esférica tal y como sería realmente).

### recuerda

En la revisión de la ITV se comprueban la iluminación de los faros midiendo los lux que proyectan sobre la pantalla del regloscopio empleando células fotoeléctricas.

## 2.6. Luminancia ( $L$ )

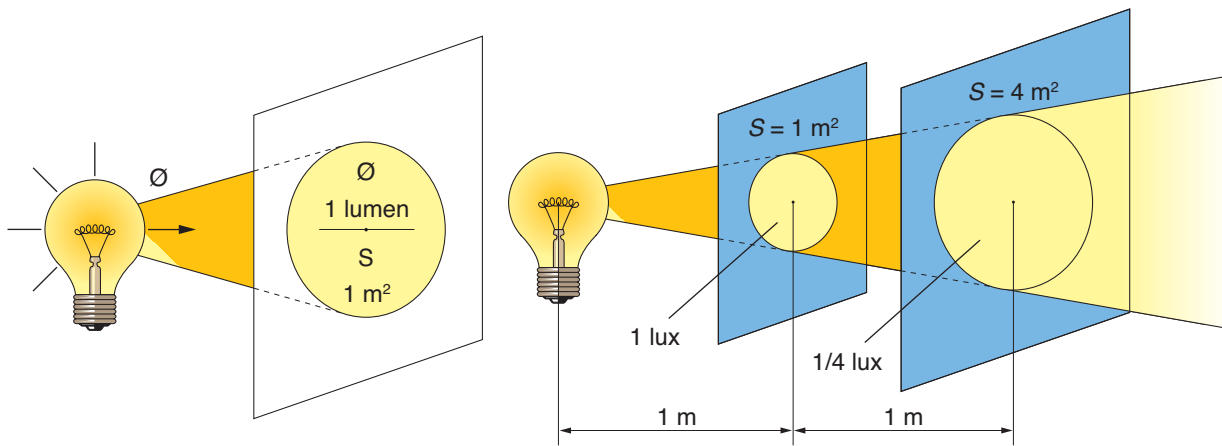
La luminancia de una fuente de luz o de una superficie iluminada se define como la sensación de claridad intensa o débil que la luz produce; es, pues, la intensidad aparente en una dirección dada. La unidad de medida del S.I. es la **candela/m<sup>2</sup>** (Nit). La relación entre las luminancias de superficies contiguas la conocemos como **contraste**.



↑ **Figura 5.4.** Luminancia.

## 2.7. Iluminancia ( $E$ )

En una superficie iluminada, se denomina iluminancia a la cantidad de flujo luminoso que dicha superficie recibe. La unidad de medida es el **lux (lx)** que equivale a la iluminación de una superficie que recibe, de un modo uniformemente repartido, un flujo luminoso de 1 lumen por m<sup>2</sup> (lux, cuya abreviatura es **lx**) (figura 5.5).



↑ **Figura 5.5.** Iluminancia.

Si el rayo incidente es perpendicular a la superficie, la iluminancia es directamente proporcional a la intensidad luminosa del foco emisor e inversamente proporcional a la distancia a la que se encuentra el foco:

$$E_d = I / d^2$$

siendo:

- $E_d$  = iluminancia a una distancia dada.
- $I$  = intensidad luminosa.
- $d$  = distancia entre la fuente y la superficie o punto de medida, en metros.

Si el rayo incidente no es perpendicular a la pantalla, sino que tiene un cierto ángulo, la intensidad luminosa es directamente proporcional a la intensidad de la fuente y al coseno del ángulo de incidencia e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre fuente y pantalla.

$$E = \frac{I}{d^2} \cdot \cos \alpha$$

## 2.8. Eficacia luminosa o rendimiento

El rendimiento luminoso total, denominado también intensidad luminosa específica, se define como la razón del flujo luminoso que sale de la fuente a la potencia eléctrica total absorbida por la fuente y se expresa en lúmenes por vatio (**lm/W**).

## 2.9. Temperatura de color

La temperatura de color de una fuente de luz se define por comparación con el «cuerpo negro» y se muestra en la curva de Plank. Si se eleva la temperatura del «cuerpo negro», se eleva en el espectro la parte azul y disminuye la parte roja. Una bombilla incandescente de luz blanca cálida tiene una temperatura de color de 2.700 K, y un tubo fluorescente luz día, 6.000 K. Su unidad de medida es el kelvin (**K**).

## 2.10. Color de la luz

El color de la luz se determina por su temperatura de color. Se puede dividir en tres grupos principales:

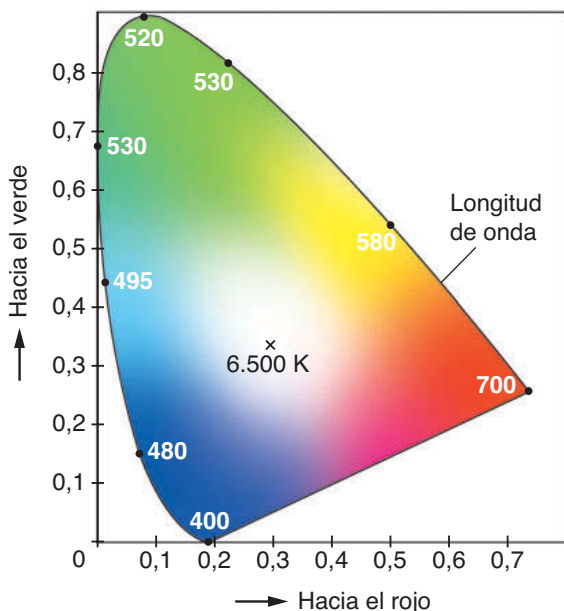
- Blanco pálido, con temperatura de color menor de 3.300 K.
- Blanco, con temperaturas de color de entre 3.300 K y 5.000 K.
- Luz día, para temperaturas de color mayores de 5.000 K.



No obstante, dos fuentes de luz pueden tener la misma temperatura de color y poseer, a causa de su composición espectral, unas propiedades de reproducción de los colores muy diferentes (figura 5.7).



↑ **Figura 5.6.** Temperatura de color de una lámpara de xenón.



↑ **Figura 5.7.** Tabla de colores según DIN 5033.

### 2.11. Índice de reproducción cromática

El índice de reproducción cromática (IRC) es la medida de la capacidad que una fuente luminosa tiene para reproducir los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o luz día. Las luces con un IRC elevado son necesarias en aplicaciones donde son importantes los colores. El índice de reproducción cromática y la temperatura de color, son los dos factores que definen una fuente luminosa.

Una fuente de luz con IRC = 100, muestra todos los colores correctamente; cuanto más bajo es el índice IRC, peor es la reproducción cromática.

En la tabla se indican los valores de IRC según el tipo de fuente luminosa o lámpara:

Tipo de lámpara	IRC
Lámpara incandescente	100
Lámpara halógena	100
Lámpara fluorescente compacta	15-85
Lámpara de haluro metálico	65-93

← **Tabla 5.2.**



## 3. Principios luminotécnicos relativos a los faros

### 3.1. Alcance visual

El alcance visual es la distancia en la cual es visible un objeto iluminado por un faro. El ojo del conductor, el objeto y la luz que proyectan los faros son los tres factores prioritarios que intervienen en el alcance visual de un conductor. Estos condicionamientos impiden fijar valores concretos de alcance visual de un conductor en un momento dado, de tal forma que, por ejemplo, el alcance visual para un objeto determinado puede ser de 50 m en condiciones desfavorables (objeto colocado sobre el lado izquierdo de una carretera mojada), o de 100 m en condiciones más favorables en la misma calzada estando seca.

### 3.2. Alcance geométrico

Se denomina alcance geométrico de un haz de luz a la distancia de la parte horizontal del límite claro-oscuro sobre la calzada iluminada, con una inclinación de la luz de cruce del 1% (10 cm/10 m).

### 3.3. Deslumbramiento

Si una luz muy viva e intensa incide directamente en nuestro campo visual nos produce una sensación de claridad muy intensa (alta luminancia), que se denomina deslumbramiento. El deslumbramiento puede ser directo o indirecto, cuando es directo el foco luminoso está en la misma dirección de nuestro campo visual (figura 5.8). El deslumbramiento indirecto la luz llega al ojo reflejada, un deslumbramiento indirecto se produce cuando un vehículo circula detrás nuestro y la luz de las luces de carretera se refleja en el espejo retrovisor y nos deslumbra. El deslumbramiento depende de la sensibilidad particular de cada ojo, y por lo tanto cada persona lo acusará de forma diferente; esta sensibilidad depende de factores como acomodación y adaptación del ojo a las condiciones de la iluminación.

#### recuerda

En la revisión periódica de la ITV, una de las comprobaciones que se realiza a los vehículos es el deslumbramiento de las luces de cruce (cortas).

#### recuerda

En el deslumbramiento también influye el contraste entre el entorno y la fuente de luz. Si conducimos de noche y hay una buena iluminación ambiental, los vehículos que circulan en sentido contrario apenas nos deslumbrarán.



↑ **Figura 5.8.** Deslumbramiento directo.

## 4. Lámparas utilizadas en los vehículos automóviles

### 4.1. Lámparas de incandescencia (halógenas)

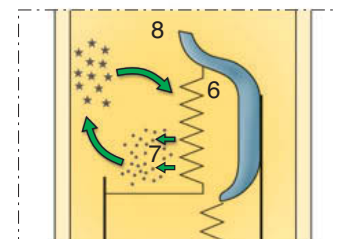
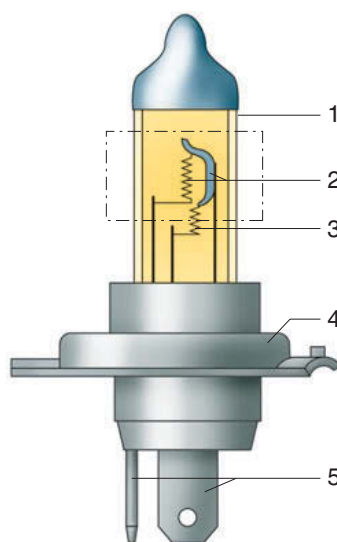
Las lámparas de alumbrado de carretera y cruce en la mayoría de los automóviles actuales emplean la tecnología halógena. Estas lámparas están formadas por una ampolla cilíndrica de vidrio duro (cristal de cuarzo) (figura 5.9), dentro de la cual están colocados uno o dos filamentos incandescentes compuestos por un hilo de wolframio y una mezcla de gases halógenos como el yodo y el bromo, estas combinaciones de gases halógenos se ocupan de que el filamento se regenere a través de un proceso de transporte entre las partículas de wolframio y los gases halógenos.

Con la lámpara encendida el filamento de la lámpara halógena se pone incandescente, el wolframio volatilizado durante el funcionamiento no se deposita en la ampolla de cristal que se encuentra a una temperatura inferior, ennegreciéndola como ocurre en las lámparas convencionales, sino que es atrapado por la combinación de gases halógenos, formando bromuro o yoduro de wolframio, en estado gaseoso, que al entrar en contacto nuevamente con el filamento incandescente a una temperatura de unos  $3.200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se descompone, depositándose el wolframio de nuevo en el filamento, regenerándolo, a su vez, el gas halógeno queda libre y disponible para realizar de nuevo el proceso.

Las lámparas halógenas, aunque trabajen a más altas temperaturas que las convencionales, tienen mayor duración y mejor rendimiento luminoso (alrededor de  $2.000\text{ h}$  y  $25\text{ lm/W}$ ). Otra característica importante es la temperatura de color. Las lámparas de halógenos generan una luz con temperaturas de color de entre  $3.200$  y  $4.000\text{ K}$ . Algunos vehículos incorporan lámparas cuya ampolla está recubierta con una capa de interferencia (sulfuro de cadmio) que proporciona una luz amarillenta adecuada para todo tipo de climatología (aumenta la visibilidad en casos de lluvia, niebla, o nieve).

Los filamentos están conectados interiormente a unos terminales planos ubicados en el casquillo y aislados del casquillo por un material aislante que a la vez sirve como soporte de la ampolla. El casquillo está fabricado generalmente en latón, formando un cuerpo cilíndrico del que salen los terminales planos para una conexión rápida.

La lámpara tiene un posición única y fija dentro del faro, el diseño del casquillo incorpora una cazoleta metálica con sistema de enclavamiento (escotaduras, patillas, según modelo) que asegura la posición respecto al reflector; esta cazoleta, además, impide la entrada de cualquier tipo de suciedad dentro del reflector. Es importante no tocar con los dedos la ampolla de las lámparas, para evitar su deterioro, debido a que el sudor y los restos de suciedad atacan al cristal de cuarzo de la lámpara.



1. Ampolla de la lámpara
2. Filamento de incandescencia luz de cruce
3. Filamento de incandescencia, luz de carretera
4. Casquillo
5. Conexión eléctrica
6. Relleno de halógeno
7. Wolframio evaporado
8. Haluro de wolframio
9. Sedimento de wolframio

↑ Figura 5.10. Lámpara de gas halógeno.

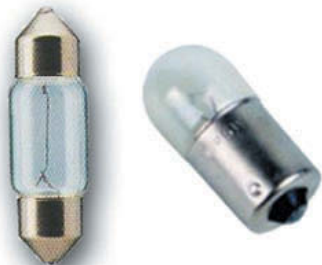
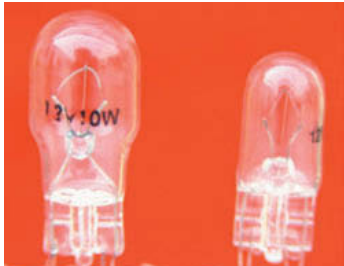


↑ Figura 5.9. Lámparas halógenas.



### caso práctico inicial

Las lámparas de iluminación del cuadro del caso inicial son lámparas de incandescencia de ampolla de vidrio sin casquillo.



↑ **Figura 5.11.** Lámparas de incandescencia.



↑ **Figura 5.12.** Lámpara de incandescencia tipo R2.

## 4.2. Lámparas de incandescencia

Las lámparas de incandescencia normales han sido sustituidas por las lámparas halógenas que tienen mejor rendimiento y mayor duración. Las lámparas de incandescencia tipo R2 (figura 5.12) actualmente se montan en faros de alumbrado en vehículos agrícolas, industriales y automóviles clásicos.

Todas las lámparas de incandescencia, las halógenas y las normales, están basadas en el efecto Joule. Al hacer pasar una corriente eléctrica por un filamento, este se calienta alcanzando una temperatura muy alta que está en función de la resistencia y tipo de material del que está constituido, así como de la intensidad que por él circula. El filamento en estado de incandescencia alcanza una temperatura de  $3.000\text{ }^{\circ}\text{C}$  y produce un haz luminoso. En este proceso se desprenden partículas del filamento deteriorándose que son lanzadas sobre la ampolla que al encontrarse a menor temperatura quedan adheridas produciendo su ennegrecimiento; habitualmente se emplea como material en la fabricación de filamentos el tungsteno (también llamado wolframio).

Las lámparas de incandescencia convencionales o normales están formadas por una ampolla de vidrio, a la cual, tras realizarle un vacío, se la transfiere una mezcla de gases como el nitrógeno mezclado con kriptón, etc., para conseguir una atmósfera inerte.

Dentro de esta ampolla se ubica el filamento, enrollado en forma de muelle helicoidal, para conseguir una buena robustez y un reducido tamaño, que aseguran una larga vida a pesar de las vibraciones a las que está sometida; el filamento y la ampolla están sujetos al casquillo por medio de un conglomerado de materiales aislantes a base de vidrio en polvo. Los extremos del filamento, dependiendo del tipo de lámpara, se unen a terminales o al casquillo lateralmente y a la parte baja de este debidamente aislado mediante soldadura.

## 4.3. Lámparas de descarga de gas (xenón)

Las lámparas de xenón son las que más y mejor rendimiento luminoso generan. Las lámparas de xenón emplean como gas vapor de mercurio mezclado con diferentes gases halógenos.

Las lámparas de descarga de gas, también denominadas de descarga a alta presión, sustituyen el filamento de las lámparas de incandescencia por dos electrodos perfectamente alineados entre los cuales se establece un arco voltaico en presencia de un gas (xenón) y sales de metales halogenizados, contenidos en una ampolla de cuarzo en forma de bulbo de dimensiones muy reducidas, aproximadamente  $1\text{ cm}^3$ . La luz que emite este tipo de lámparas depende del tipo de gases empleados, principalmente luz azulada, con una temperatura de color de  $4.200\text{ K}$ .

El principal inconveniente de las lámparas de xenón es la gran cantidad de luz que desprenden, que puede provocar deslumbramientos. En las lámparas actuales se coloca una franja antideslumbramiento que refuerza la definición del haz de luz para evitar efectos de deslumbramiento.

Exteriormente a la ampolla en forma de bulbo se coloca otra ampolla adicional de vidrio de cuarzo como protección, la cual absorbe la radiación UV, y posibilita su uso en faros de material sintético.

El circuito de alumbrado con lámparas de xenón (figura 5.13) dispone de los siguientes componentes: un conmutador de luces, unidad de control electrónica, reactancia y la lámpara de xenón (figura 5.14).

**Funcionamiento**

La unidad de control excita a la reactancia con corriente alterna, adaptando la tensión y la frecuencia de tal modo que durante las diferentes fases de funcionamiento, siempre se genere un correcto arco voltaico en la lámpara.

El encendido de las lámparas se realiza en tres fases:

- encendido inicial,
- calentamiento,
- alimentación de servicio.

La fase de encendido está limitada aproximadamente a 500 ms.

La unidad durante esta fase alimenta a la reactancia con un valor de tensión de aproximadamente 500 V. El valor de tensión de salida de la reactancia en el momento del encendido llega a alcanzar los 28 kV.

El calentamiento permanece activo durante aproximadamente los 5 segundos siguientes al encendido de la lámpara.

La unidad alimenta a la reactancia con una tensión aproximada de 30 V y 400 Hz. El consumo aproximado de la lámpara durante esta fase es de 17A. Tras la fase de calentamiento la lámpara se encuentra preparada para la siguiente fase.

**Alimentación de servicio:** el valor de tensión variará entre 68 y 112 V a una frecuencia de 400 Hz.

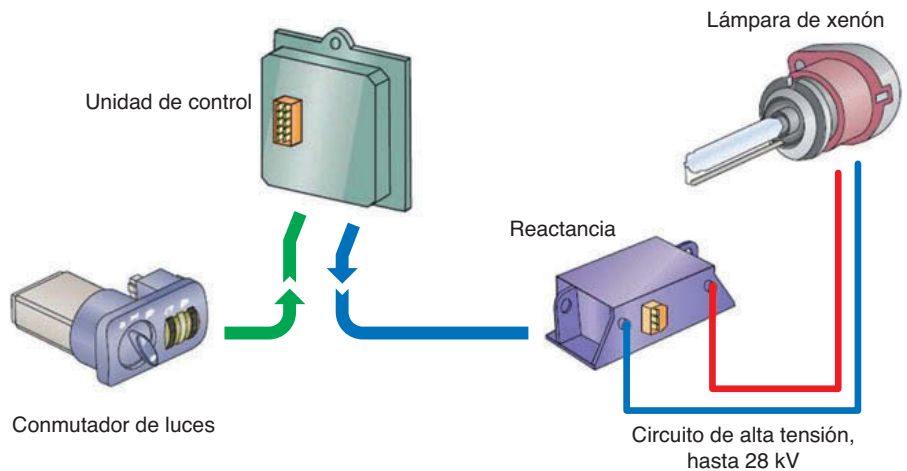
En esta fase la unidad alimenta a la reactancia con una tensión regulada, que varía principalmente en función de la intensidad absorbida por la lámpara, o sea, de su resistencia interna.

Las ventajas de las lámparas de descarga gas xenón, frente a las de incandescencia, son las siguientes:

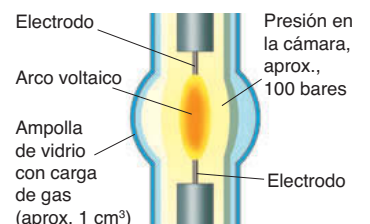
- Un rendimiento luminoso casi tres veces superior, con una absorción de potencia normalmente inferior; proporciona un flujo luminoso de 3.200 lm con tan solo 35 W de potencia.
- Alta producción de luz; mediante una configuración especial del reflector, visera y lente se consigue un alcance claramente superior y una zona de dispersión bastante más ancha en la zona de proximidad. De esta forma es posible una mejor iluminación del borde de la calzada, lo cual reduce la fatiga visual del conductor.
- Duración notablemente superior; la vida útil de una lámpara de xenón alcanza las 2.500 h.



↑ Figura 5.13. Lámpara de xenón y reactancia.



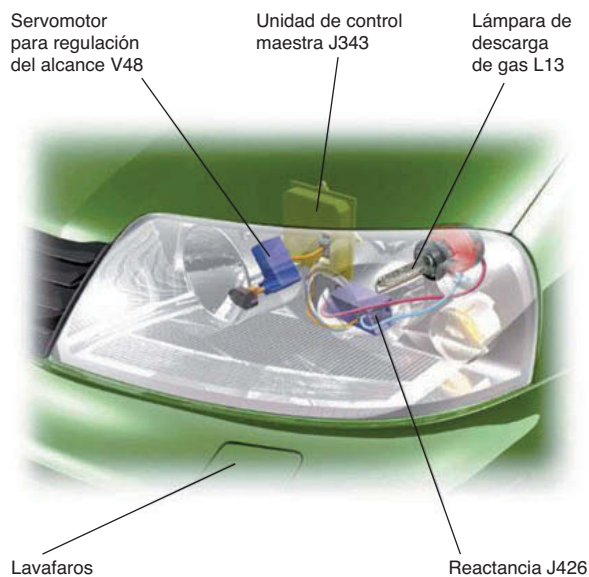
↑ Figura 5.14. Componentes de un circuito de lámparas de xenón (fuente Seat).



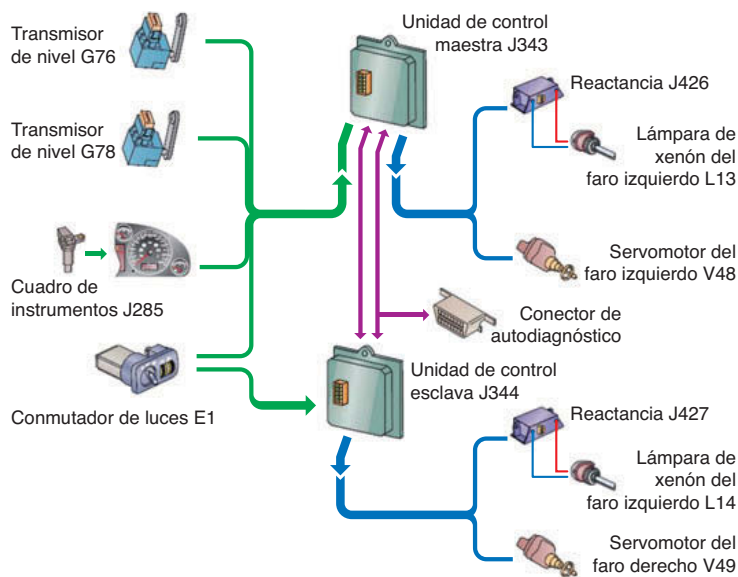
↑ Figura 5.15. Lámparas de descarga de gas (xenón).

Todo no son ventajas, las lámparas de xenón tienen un mayor costo de fabricación y no se pueden encender y apagar de forma rápida, para realizar el cambio de luces de carretera a cruce.

La normativa de homologación obliga a los vehículos que montan faros con lámpara de xenón a equipar un sistema de lavafaros y un circuito corrector del alcance luminoso, equipado con transmisores de nivel y servomotores en los faros (figuras 5.16 y 5.17).



↑ **Figura 5.16.** Componentes de un faro de xenón (fuente Seat).



↑ **Figura 5.17.** Circuito corrector del alcance luminoso (fuente Seat).

#### 4.4. Diodos emisores de luz (LED)

El funcionamiento eléctrico de los diodos LED es similar al de un diodo normal, el diodo LED tiene la particularidad de emitir una luz visible cuando se polariza directamente. El paso de la corriente eléctrica por el diodo LED y a partir de cierto umbral de tensión, comienza a emitir luz, aumentando la intensidad luminosa del LED, al aumentar el paso de la corriente.

El LED tiene un voltaje de funcionamiento que va de 1,5 a 2,2 voltios y la intensidad de la corriente que circula por los leds entre los 10 y 20 miliamperios (mA), en los diodos de color rojo, y entre los 20 y 40 miliamperios (mA) en los otros tipos de LED. Si no se mantiene la intensidad de alimentación constante sube la temperatura y el LED entra en avalancha térmica y se destruye.

El color y la longitud de onda que emiten (rojo, verde, amarillo, ámbar, infrarrojo, etc.) dependen del material con el que se fabrican: galio-arsénico (Ga-As) galio-arsénico-fósforo (Ga-As-P), galio-fósforo (Ga-P), galio-arsénico-cinc (Ga-As-Zn), etc.

Material	Longitud de onda de emisión en ángstroms (Å)	Color
GaAs: Zn	9.100	Infrarrojo
GaAsP 4.	6.500	Rojo
GaAsP.5	6.100	Ámbar
GaAsP.85:N	5.900	Amarillo
Ga:P	5.600	Verde

→ **Tabla 5.3.**

Los diodos LED cada vez se emplean más en la señalización e iluminación de los vehículos. En los últimos años su empleo se ha multiplicado de forma paralela a su eficiencia: se utilizan en los circuitos de señalización, luces de marcha atrás, posición, luz día, etc., o como pilotos o testigos indicadores. Los diodos LED tienen las siguientes ventajas:

- Alta seguridad contra fallos; los diodos, al contrario que las lámparas, son insensibles a las vibraciones y sacudidas.
- Ahorro de costes de mantenimiento, pues no resulta necesario cambiar las lámparas.
- Duración muy superior, más de 10.000 h de servicio.
- Corto tiempo de respuesta.
- Bajo consumo de energía.

### Faros con todas la funciones con LED

En vehículos de alta gama tipo Audi R8 disponen de una unidad completa de faro dotada de LED, con todas las funciones de iluminación: luz diurna, intermitencia, cruce y carretera.

Cada faro delantero dispone de 54 LED, módulo de gestión, cableado y un conjunto de electroventiladores para evacuar el calor y la refrigeración de las ópticas.

La luz de cruce se forma con tres lámparas formadas por cuatro LED cada una.

Otros dos grupos de dos lámparas se destinan a las largas y tres para las direccionales formando la unidad focal; mediante otra pastilla dentro de cada grupo reflector generan el haz principal, 24 LED destinados a la iluminación diurna se posicionan en la base del faro, creando una atractiva presencia tridimensional. La intermitencia, con sus ocho LED amarillos de alta intensidad, completa la unidad (figura 5.18).

En contraste con los sistemas halógenos o xenón, la tecnología LED emite *luz fría*, lo que significa que no se produce ninguna radiación infrarroja. Debido a su alta eficiencia, el 20% de la energía utilizada se transforma en luz visible (un filamento de una halógena solo transforma un 5%), mientras que el resto de la energía genera calor dentro del chip del semiconductor que los electroventiladores se encargan de evacuar.

El empleo de diodos LED en la iluminación contribuye significativamente a la reducción del consumo de combustible y, por tanto, a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Este aspecto cobra especial importancia con la normativa, a partir de 2011, sobre las luces de conducción diurna. Con esta configuración solamente se necesitan 14 W de energía (los sistemas tradicionales consumen cerca de los 300 W).

La eficacia luminosa de la tecnología LED es la mejor de todos los sistemas de iluminación se encuentra cercana a los 100 lúmenes por vatio, y crece cada vez más, mientras que una lámpara halógena genera 20-25 lúmenes por vatio y un sistema de xenón en torno a los 80 lúmenes por vatio.

## 4.5. Vida media de las lámparas

La vida de las lámparas se mide mediante curvas de bajas, que representan las lámparas dadas de baja durante su vida útil; las curvas representan los porcentajes de lámparas dadas de baja por fallo, frente al total de la muestra.

Las lámparas de xenón tienen una duración superior a las 2.500 horas, los diodos LED tienen una duración casi de por vida, unas 10.000 horas, en cambio las lámparas de incandescencia tienen una vida media es muy inferior y depende del número de veces que se encienden y apagan. Las lámparas que permanecen encendidas de forma constante, lámparas de posición, iluminación del cuadro etc., tienen una duración mayor a las lámparas de frenado, intermitentes y cruce y carretera que se encienden y apagan de forma continua.



↑ **Figura 5.18.** Faros completos LED (fuente Audi).

### recuerda

El flujo luminoso, color y la tensión entrante son dependientes de la temperatura y, tan pronto como se sobrepasan los 130 °C, la vida útil del LED se ve afectada.



↑ **Figura 5.19.** Faro con diodos LED.

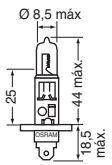
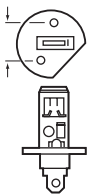
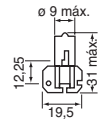

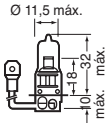

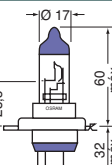

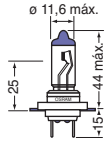
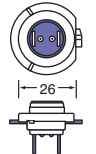
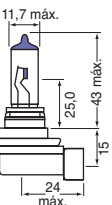
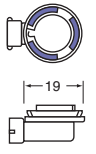
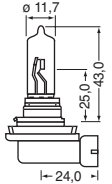
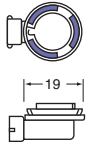
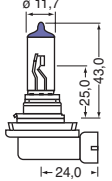
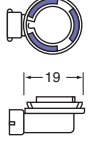


↑ **Figura 5.20.** Pilotos traseros con diodos LED.

### caso práctico inicial

Las lámparas de iluminación del cuadro del caso inicial son lámparas de incandescencia que no se apagan y encienden continuamente y tienen una larga duración.

## 5. Tablas de características para lámparas

HALÓGENAS: (H)							
	Categoría (ECE)	Tensión nominal (V)	Potencia nominal (W)	Flujo (lm)	Aplicaciones	Portalámparas	
	H1	6 12 24	55 55 70	1.400 1.700 1.900	Luz cruce Luz carretera Luz antiniebla	P14,5s	
	H2	12 24	55 70	1.800 2.150	Luz cruce Luz antiniebla	X511	
	H3	12 24	55 70	1.450 1.750	Luz cruce Luz carretera Luz adicional	PK22s	
	H4	12 24	60/55 75/70	1.700/1 075 1.900/1 200	Luz cruce Luz carretera	P43t	
	H7	12 24	55 70	1.500 1.750	Luz cruce Luz carretera Luz adicional Luz antiniebla	PX26d	
	H8	12	35	800	Luz faros Luz adicional	PGJ19-1	
	H9	12	65	2.100	Luz faros Luz adicional	PGJ19-5	
	H11	12 24	55 70	1.350 1.350	Luz faros Luz adicional	PGJ19-2	

↑ **Tabla 5.4.**

LÁMPARAS AUXILIARES Y ADICIONALES							
	Categoría (ECE)	Tensión nominal (V)	Potencia nominal (W)	Flujo (lm)	Aplicaciones	Portalámparas	
	H6W	12	6	125	Luz posición	P14,5s	
	P21/5W	12 24	21/5 21/5	440/35 440/35	Luz intermitentes Luz frenado Luz posición	X511	
	P27/7W	12	27/7	475/36	Luz intermitentes Luz frenado Luz posición	PK22s	
	P21/4W	12 24	21/4 21/4	440/15 440/15	Luz intermitentes Luz frenado Luz posición	P43t	
	P21	12 24	21 21	600 600	Luz intermitentes Luz frenado	PX26d	
	R5 W	6 12 24	5 5 5	50 50 50	Luz posición Luz trasera Luz matrícula	BA15s BA15d	
	R10 W	6 12 24	10 10 10	125 125 125	Luz posición Luz trasera Luz matrícula	BA15s BA15d	
	T4W	6 12 24	4 4 4	35 35 35	Luz posición Luz interior	BA9s	
	W3W (Wedga)	6 12 24	3 3 3	22 22 22	Luz posición Luz interior Luz matrícula		
	W5W	6 12 24	5 5 5	50 50 50	Luz posición Luz interior	W2,1x9,5d	
	C5W Plafonier	6 12 24	5 5 5	45 45 45	Alumbrado auxiliar		
	C21W Plafonier	12	5	460	Alumbrado auxiliar	SVB8,5-8	

↑ Tabla 5.5. Licenciado a Instituto Superior Tecnológico - paulmerino@hotmail.com



### LÁMPARAS DE DESCARGA DE GAS XENÓN

	Categoría (ECE)	Tensión prueba (V)	Potencia nominal (W)	Flujo (lm)	Aplicaciones	Portalámparas	
	D2R D2S	85 85	35 35	2.800 3.200	Luz cruce Luz carretera	P32d-3/P32d-2	

↑ **Tabla 5.6.**

### LÁMPARAS CONVENCIONALES

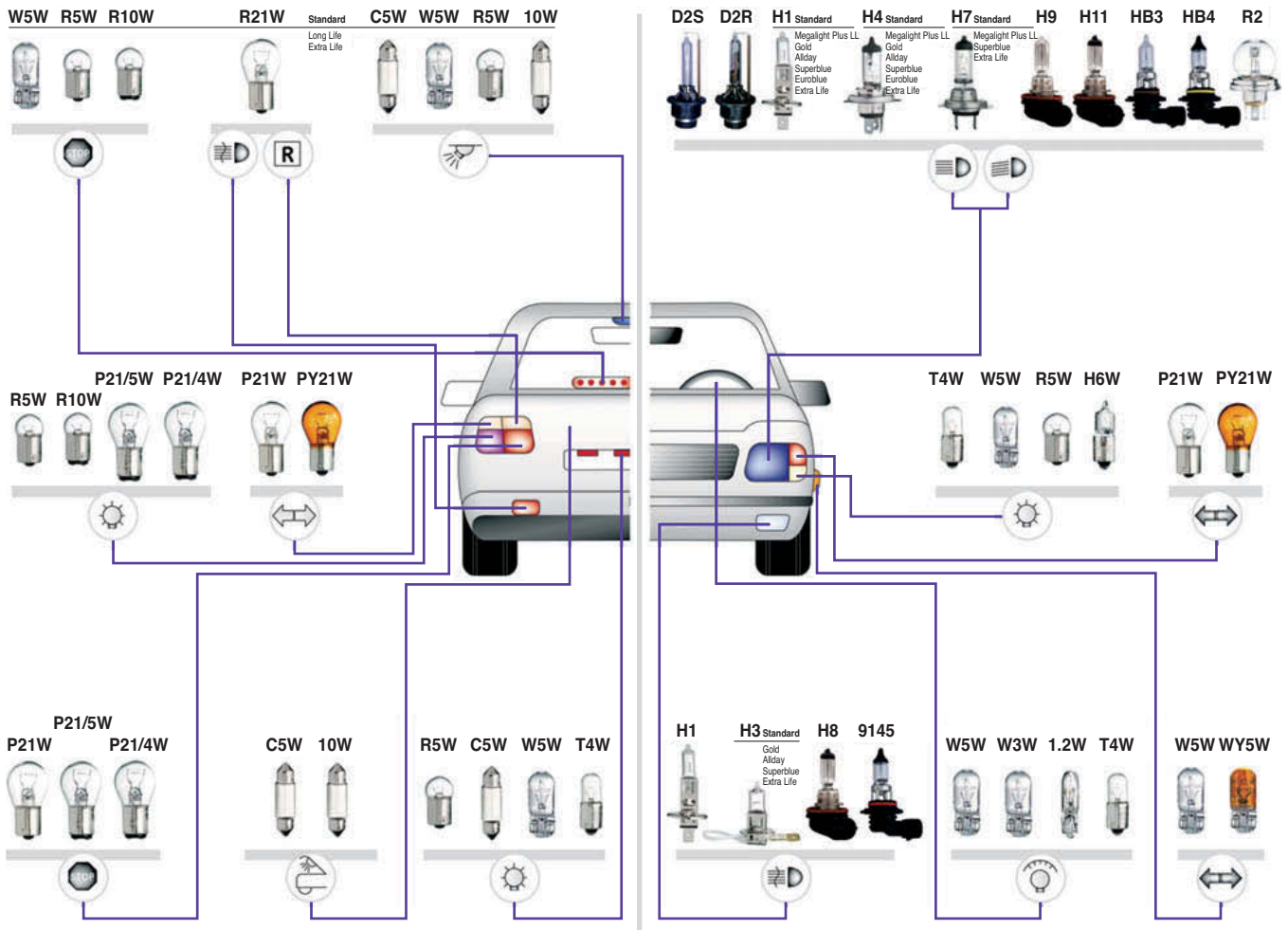
	Categoría (ECE)	Tensión nominal (V)	Potencia nominal (W)	Flujo (lm)	Aplicaciones	Portalámparas	
	R2	12	40/45	1.200 1.600	Luz cruce Luz carretera	P45t-41	

↑ **Tabla 5.7.**

### LÁMPARAS PARA MOTOCICLETAS

	Categoría (ECE)	Tensión prueba (V)	Potencia nominal (W)	Flujo (lm)	Aplicaciones	Portalámparas	
	HS1 H4	12 12	35/35 60/55	825/825 1.650/1.000	Luz carretera Luz cruce	P43t	
	S1  S2	6 12  6 12	25/25  25/25	435/315 435/315  520/375 520/375	Luz carretera Luz cruce  Luz carretera Luz cruce	BA20d	

↑ **Tabla 5.8.**



↑ Figura 5.21. Gráfico de lámparas parte trasera y delantera de todos los circuitos de alumbrado.

## 6. Cuadro resumen de unidades

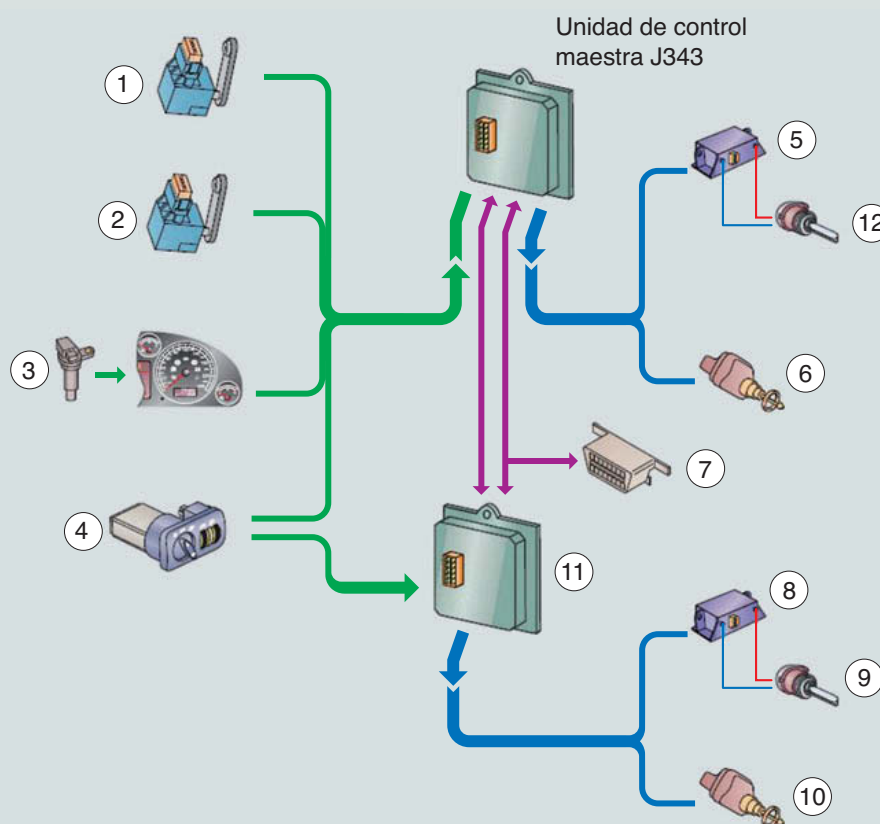
Magnitudes	Símbolo	Fórmula	Unidades	Símbolo
Flujo	$\Phi$	$\Phi = I \cdot W$	lumen	lm
Cantidad de luz	$Q$	$Q = \Phi \cdot t$	lumen · segundo	lum · s
Intensidad	$I$	$I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Omega}$	candela	cd
Luminancia	$L$	$L = \frac{\Delta I}{\Delta S}$	$\frac{\text{candela}}{\text{m}^2}$	nit
Iluminancia	$E$	$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S}$	$\frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$	lx
Eficacia luminosa	$\eta$	$\eta = \frac{\Delta\Phi}{\Delta P}$	$\frac{\text{lumen}}{\text{vatio}}$	$\frac{\text{lm}}{\text{W}}$

↑ Tabla 5.9.



## ACTIVIDADES FINALES

- 1. ¿Qué relación hay entre la intensidad y el flujo luminoso?
- 2. Define la candela como unidad de medida.
- 3. Relaciona y comenta las ventajas de las lámparas halógenas frente a las convencionales.
- 4. ¿Cuáles son las características más relevantes de las lámparas de xenón?
- 5. ¿A qué es debido el deslumbramiento?
- 6. ¿Cuál es campo de aplicación de una lámpara H4 y de una P21/5W?
- 7. ¿Qué tipo de lámpara crees que debe utilizar en el alumbrado principal el famoso SEAT 600?
- 8. ¿Qué futuro crees que tiene el empleo de LED en los sistemas de iluminación?
- 9. Nombra en tu cuaderno los componentes numerados del siguiente circuito de luces de xenón:



↑ **Figura 5.22.** Esquema de componentes del circuito de luces de xenón.

- 10. Recopila, del taller o laboratorio, un conjunto de lámparas utilizadas en los diferentes circuitos del automóvil, y con ayuda de las tablas mostradas en esta unidad, identifícalas y determina sus características.
- 11. Con ayuda de un polímetro, comprueba las resistencias de las distintas lámparas alojadas en un piloto trasero de un vehículo del taller.  
**Nota:** realiza la práctica con las lámparas en frío.
- 12. Calcula, con los datos de la práctica anterior, la intensidad que circula por cada lámpara suponiendo que es un circuito simple alimentado con una tensión de 12 voltios.
- 13. Realiza la sustitución de lámparas fundidas en los circuitos de alumbrado de los faros, pilotos y luces del cuadro.



# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

- 1. El ojo humano es capaz de distinguir radiaciones de entre:**
  - a. 100 y 200 nanómetros.
  - b. 1.250 y 2.600 nanómetros.
  - c. 380 y 760 nanómetros.
  - d. 1.560 y 1.720 nanómetros.
- 2. ¿Cuál es la unidad de medida de la eficacia luminosa?**
  - a. El kelvin (K).
  - b. El lumen/vatio (lm/W).
  - c. La candela (cd).
  - d. El lumen (lm).
- 3. ¿Qué temperatura puede alcanzar una bombilla incandescente de luz blanca cálida?**
  - a. 600 K.
  - b. 150 K.
  - c. 2.700 K.
  - d. 8.000 K.
- 4. Los casquillos de las lámparas de halógenos están fabricados generalmente con:**
  - a. Fundición.
  - b. Cobre.
  - c. Plomo.
  - d. Latón.
- 5. Los filamentos de las lámparas convencionales son de:**
  - a. Cobre.
  - b. Tungsteno.
  - c. Kriptón.
  - d. Fósforo.
- 6. ¿Qué tipo de lámpara proporciona un flujo luminoso de aproximadamente 3.200 lm con 35 W de potencia?**
  - a. La lámpara de xenón.
  - b. Los diodos LED.
  - c. La lámpara halógena.
  - d. La lámpara convencional.
- 7. Un diodo LED emite luz en:**
  - a. Polaridad inversa.
  - b. Polaridad directa.
  - c. Ambas son ciertas.
  - d. Ninguna de las anteriores es cierta.
- 8. Una lámpara H7 de 12 voltios y 55 vatios, ¿qué flujo luminoso emite?**
  - a. 2.100 lm.
  - b. 400 lm.
  - c. 1.500 lm.
  - d. 3.200 lm.
- 9. ¿Qué duración de vida tienen aproximadamente, las lámparas de diodos LED?**
  - a. 10.000 horas de servicio.
  - b. 500 horas de servicio.
  - c. 100.000 horas de servicio.
  - d. 2.000 horas de servicio.
- 10. La eficacia luminosa de la tecnología de iluminación con LED se encuentra cercana a los...**
  - a. 20-25 lúmenes por vatio.
  - b. 80 lúmenes por vatio.
  - c. 10 lúmenes por vatio.
  - d. 100 lúmenes por vatio.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Polímetro digital

## MATERIAL

- Vehículo o maqueta con faro H4

## Comprobación de la resistencia de los filamentos de una lámpara halógena H4

### OBJETIVOS

Con esta práctica se pretende detectar si la lámpara está en buen estado o, por el contrario, si está fundida. Además, contrastaremos los resultados de resistencia del filamento de cortas y largas.

### PRECAUCIONES

Realizar la medición con las lámparas en frío y evitar tocar en lo posible la parte de cristal de la lámpara.

### DESARROLLO

1. Localiza la lámpara en el faro (figura 5.23) desmontando el caperuzón protector.
2. Desconectar la clema de conexión, soltar las presillas y la extraer la lámpara evitando tocar el cristal con los dedos (figura 5.24).

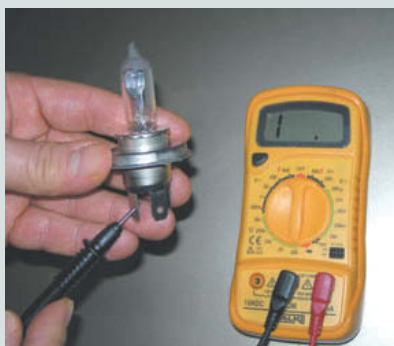


↑ Figura 5.23. Desconectar los cables.



↑ Figura 5.24. Extraer la lámpara.

3. Localiza la conexión eléctrica común de ambos filamentos (cortas y largas) y une el cable negro del polímetro al terminal de masa de la lámpara (figura 5.25).
4. Realiza la medición de cada filamento conectando el cable rojo en una y otra conexión restantes de la lámpara. Si la lámpara se encuentra bien, el óhmetro marcará un valor de resistencia, en el caso de la práctica  $0,6 \Omega$ , en la otra patilla el valor es infinito (sin continuidad) lo que nos indica que el filamento se encuentra cortado.
5. Cuando hayas realizado la medición, monta una nueva lámpara y comprueba que funciona correctamente (figura 5.27).



↑ Figura 5.25. Conectar el terminal negativo de la lámpara.



↑ Figura 5.26. Valor en ohmios de la resistencia.



↑ Figura 5.27. Lámpara encendida en cortas.

## Sustituir dos lámparas fundidas de un cuadro de instrumentos

### OBJETIVOS

Conocer el proceso de sustitución de lámparas fundidas en un cuadro de mandos.

### PRECAUCIONES

Evitar los golpes que podrían dañar componentes internos.

### DESARROLLO

1. El cuadro tiene falta de iluminación en la mitad derecha, cuenta vueltas del motor e indicador del nivel en el depósito de combustible.
2. Para poder acceder a las lámparas fundidas es necesario desmontar el cuadro de su fijación al salpicadero.
3. Empleando un destornillador de estrella corto (figura 5.28) aflojar los tornillos de fijación del embellecedor.
4. Con el embellecedor desmontado aflojar los tornillos de fijación del cuadro al salpicadero (figura 5.29).



↑ Figura 5.28. Aflojar tornillos del embellecedor.



↑ Figura 5.29. Soltar el cuadro de la fijación atornillada.

5. Con el cuadro suelto y antes de extraerlo, desconectar la clema de conexión eléctrica de color rojo (figura 5.30).
6. Una vez desconectada la clema, se puede extraer el cuadro y realizar el cambio de las lámparas fundidas, que se encuentran oscuras (figura 5.31).
7. Con las lámparas nuevas y una vez que se comprueban que lucen correctamente, montar el cuadro siguiendo el proceso inverso al seguido en el desmontaje.



↑ Figura 5.30. Clema de conexión eléctrica del cuadro.



↑ Figura 5.31. Cambiar la lámpara fundida (ennegrecida).

### HERRAMIENTAS

- Equipo de herramientas del técnico electromecánico

### MATERIAL

- Vehículo o maqueta

## MUNDO TÉCNICO

### Nueva generación de faros con iluminación LED

Valeo y su socio japonés Ichikoh, han desarrollado una nueva generación de faros de iluminación LED, que se montará como primicia mundial en el coche eléctrico, el Nissan Leaf.

Los ingenieros de la Alianza han desarrollado un proyector especialmente innovador que combina la potente iluminación cercana a la luz del día y un estilo innovador. Mientras que consume poca energía, el proyector del nuevo Nissan ofrece una iluminación más eficiente y tiene una vida útil más larga.

El sistema óptico presenta muchas novedades para la iluminación: el colector y el reflector se combinan en un solo bloque termoplástico, sin objetivo, dándole una nueva apariencia en comparación con los proyectores convencionales.

Con una iluminación en la carretera de más de 500 lúmenes, el rayo gama ofrece un buen alcance y alta homogeneidad. Gracias a su temperatura de color igual a 5.500 K, este proyector se ha situado en las comparaciones realizadas en la conducción nocturna,

al mismo nivel que los faros de xenón en el mercado hoy.

Con solo dos faros LED por módulo, este es el primer proyector del mercado que permite una reducción significativa en el consumo de 50 W por vehículo, o el 30% de ahorro de energía en comparación con los mejores proyectores de 3 LED ya disponibles. En comparación con fuentes de luz convencionales, la economía puede alcanzar el 50% en comparación con los sistemas con lámpara de xenón y 62% para aquellos con lámpara halógena.

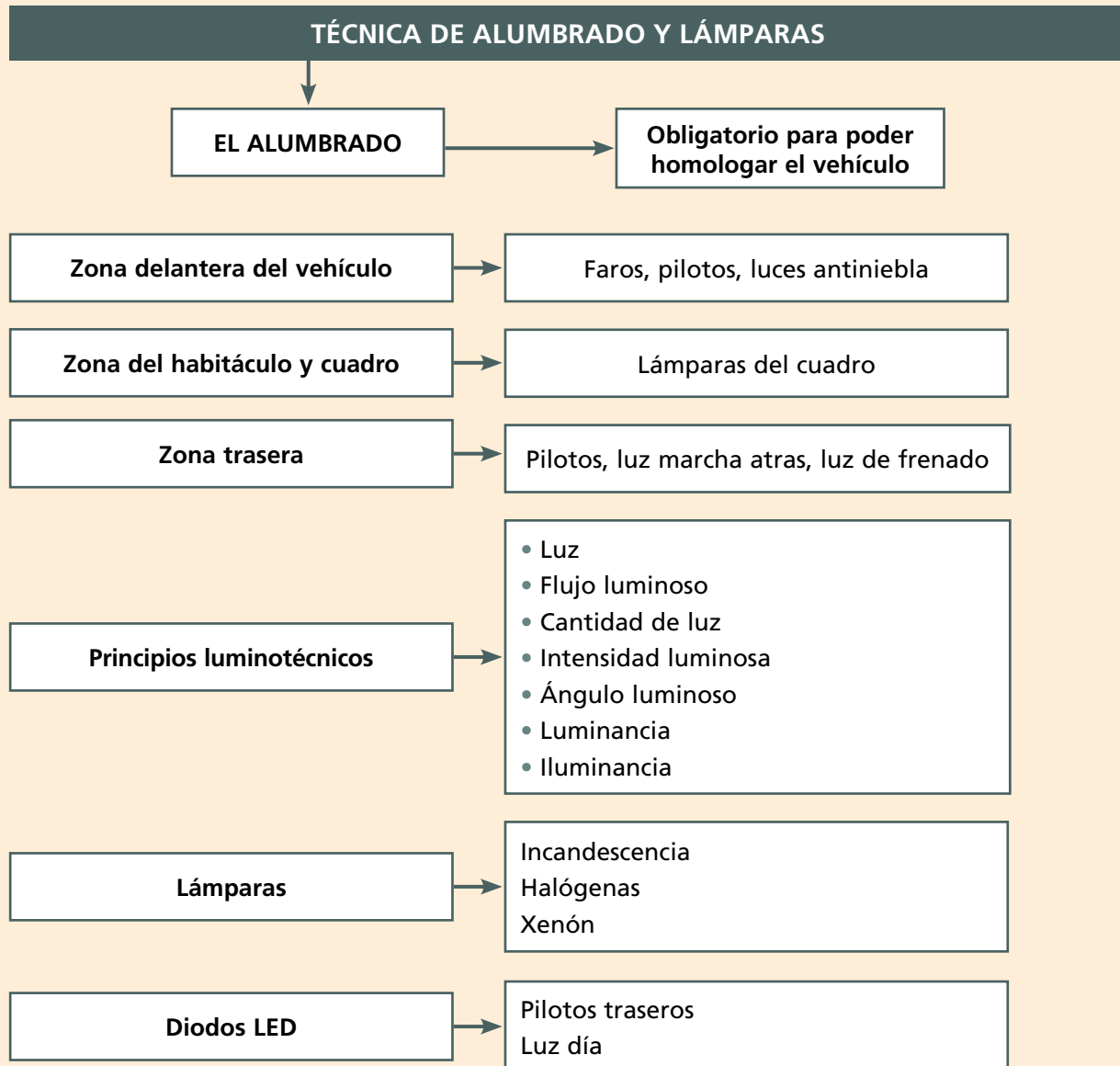
Especialmente adecuado para los vehículos eléctricos, esta tecnología también es muy apropiada para los motores de combustión con una reducción equivalente de las emisiones de CO<sub>2</sub> de hasta 1 g/km.

Con este nuevo proyector el nuevo Nissan, el primer vehículo eléctrico de la marca fabricado en serie 100%, Valeo y su socio Ichikoh avanzan de forma imparable en este mercado en pleno auge del proyector LED y preparar, en estrecha colaboración en los nuevos avances en el campo de la iluminación LED.



↑ Figura 5.32. Nissan Leaf.

## EN RESUMEN



### entra en internet

- 1. Puedes ampliar información en las siguientes páginas:
- <[www.hella.es](http://www.hella.es)>
  - <[www.valeo.com](http://www.valeo.com)>
  - <[www.philips.com/automotive](http://www.philips.com/automotive)>
  - <[www.osram.es](http://www.osram.es)>

# 6

# Mantenimiento del sistema de alumbrado

## vamos a conocer...

1. El circuito de posición
2. Luces de gálibo y luces especiales
3. El circuito de alumbrado (cruce, carretera y ráfaga)
4. Reglaje de los faros
5. Diagnóstico de circuitos de alumbrado con gestión electrónica
6. Faros antiniebla
7. Faros de luz día
8. Averías en los circuitos de alumbrado

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Localización guiada de averías en los circuitos de alumbrado

### MUNDO TÉCNICO

Mercedes-Benz lanza el sistema de «luces inteligentes», adaptables a la conducción y la meteorología

## y al finalizar esta unidad...

- Conocerás los circuitos que forman el sistema de alumbrado de los vehículos automóviles y sus particularidades.
- Interpretarás la documentación técnica utilizada por los fabricantes de automóviles relativa a los circuitos de alumbrado.
- Conocerás los sistemas de alumbrado y los dispositivos correctores del alcance luminoso.
- Realizarás las pruebas y controles necesarios en los sistemas de alumbrado para determinar su correcto funcionamiento, realizando las correcciones y reglajes necesarios.

## situación de partida

En cada inspección técnica (ITV), que se somete un vehículo, se revisa y verifican el estado de los circuitos más importantes en materia de seguridad y emisión de gases contaminantes.

Los sistemas de frenos se comprueban en un banco de rodillos, la emisión de gases contaminantes del motor con un analizador de gases, el estado del sistema de dirección y suspensión con plataformas desplazables. Las luces del circuito de alumbrado se comprueban con el regloscopio, pilotos de señalización y maniobra se revisan visualmente.

Para la Inspección Técnica de Vehículos los circuitos de alumbrado y señalización son considerados circuitos vitales en materia seguridad, una lámpara fundida de los circuitos de señalización o maniobra, un piloto roto o deteriorado sin que la lámpara se vea, se considera un defecto leve, que debe repararse.

En cambio un reglaje incorrecto del haz luminoso de las lámparas de cruce, lámpara de cruce fundida, un piloto roto que se vea la lámpara es considerado defecto grave, que impide que el vehículo pueda circular sin reparar el defecto.



↑ ITV y regloscopio.

## estudio del caso

*Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.*

1. ¿Crees que es peligroso circular con un vehículo que tiene mal reglados los faros de las luces de cruce?
2. ¿Un mal reglaje en las luces de cruce, afecta también a la luces de carretera?
3. ¿Crees que se puede montar un kit de luces de xenón a un vehículo con lámparas halógenas?
4. ¿Se puede cambiar el color de los pilotos que monta en origen un vehículo?



# 1. El circuito de posición

## 1.1. Misión del circuito de posición

El alumbrado de posición se debe conectar en circunstancias de poca visibilidad, como entre la puesta y la salida del sol, en zonas señaladas a tal efecto (como túneles) o en circunstancias medioambientales adversas, lluvia, niebla, etc.

El alumbrado ordinario de posición, conocido también como alumbrado de población, tiene como misión alertar a conductores y viandantes de la existencia del vehículo, su posición y anchura en la calzada.

## 1.2. Normativa aplicable

La Unión Europea en su directiva 76/758/CEE y 89/277/CEE, el código de circulación y el reglamento general de vehículos, en el anexo X, establecen «la obligatoriedad de incorporar luces de posición a todos los vehículos que no sobrepasen un ancho de 2.100 mm, visibles de noche a una distancia mínima de 150 m con tiempo claro, que no deslumbren a los demás usuarios de la vía pública». Si sobrepasan los 2,1 metros o miden más de 6 m de longitud, deberán llevar adicionalmente montadas luces de gálibo.

## 1.3. Características y disposición de los componentes

Los vehículos están obligados a montar dos luces en la parte delantera de posición de color blanco, también se autoriza el color amarillo-selectivo cuando montan en combinación con faros (cruce/carretera) que emitan luz amarilla. En la parte trasera del vehículo se montarán dos luces de color rojo que pueden ir montadas en conjunto con cualquier otra luz trasera.

Las luces de posición traseras y delanteras forman el mismo circuito eléctrico y se encienden a la vez. «Las luces estarán situadas tan cerca como sea posible de los bordes exteriores del vehículo, y en todo caso a menos de 400 mm de estos». Están autorizadas dos o cuatro luces laterales de posición, preferiblemente dos a cada lado del vehículo de las mismas características que las obligatorias. El volvo S40 dispone de luces de posición en los paragolpes delanteros.

En motocicletas, se pueden de montar una o dos luces delanteras en color blanco o amarillo-selectivo y una o dos luces traseras en color rojo. Si se opta por una delantera y otra trasera, estarán situadas en el plano longitudinal de simetría; en caso de optar por dos delante y detrás, se colocarán simétricas respecto al plano longitudinal.

«Las motocicletas con sidecar llevarán, en este, una en la parte delantera y otra en la parte trasera, que cumplan con las condiciones de color y visibilidad impuestas».



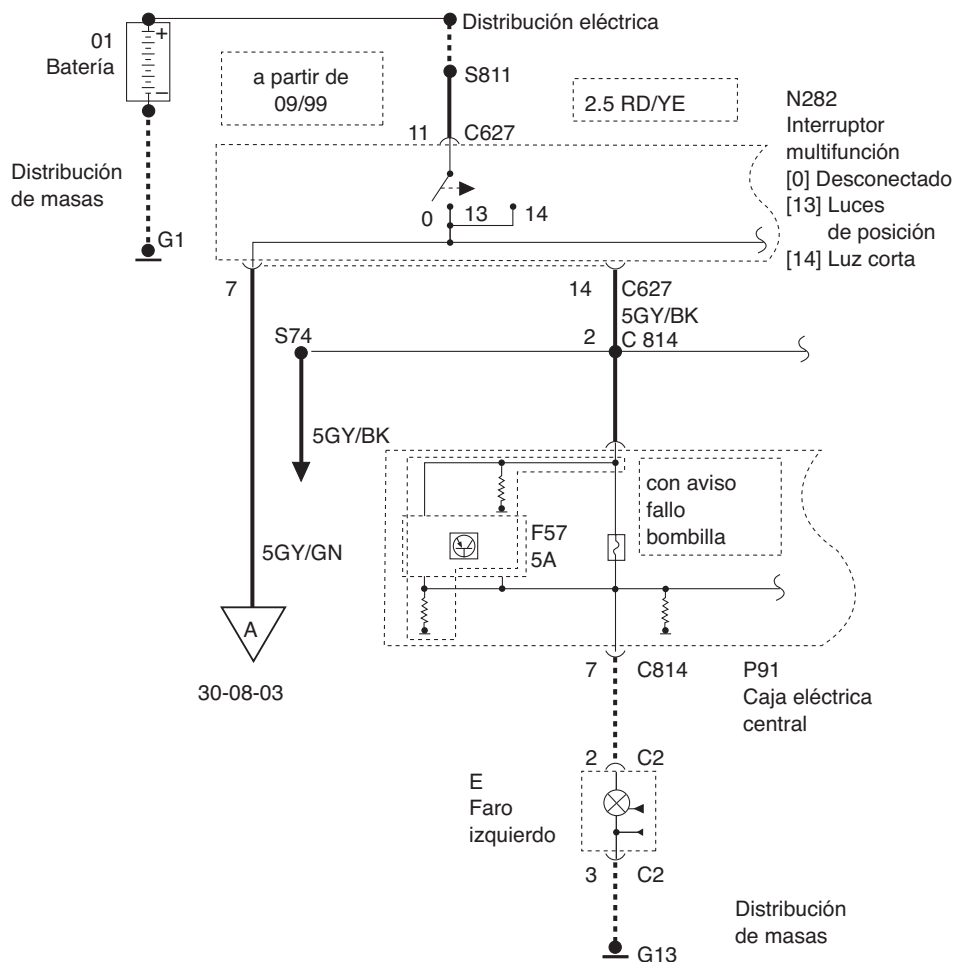
↑ **Figura 6.1.** Combinación de luz diurna y de posición.

### caso práctico inicial

En la ITV se revisan todos los componentes de los circuitos de posición, estado de los pilotos, luces, color de los pilotos y número de pilotos.

### 1.4. Funcionamiento eléctrico del circuito de posición

El esquema eléctrico de la figura 6.2 representa el esquema del circuito de posición de un modelo Ford. El circuito se encuentra separado en dos esquemas, la parte delantera en la casilla «faros» (remarcada) y la parte trasera «luces de posición y luces de matrícula».

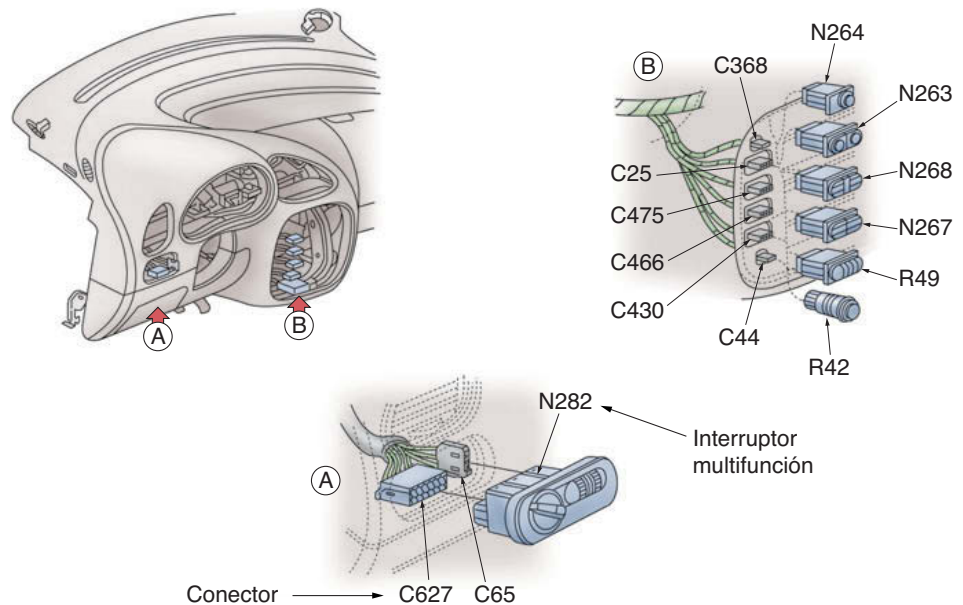


↑ **Figura 6.2.** Esquema de principio de luces de posición.

En el esquema inicial o de principio aparecen representados los siguientes componentes:

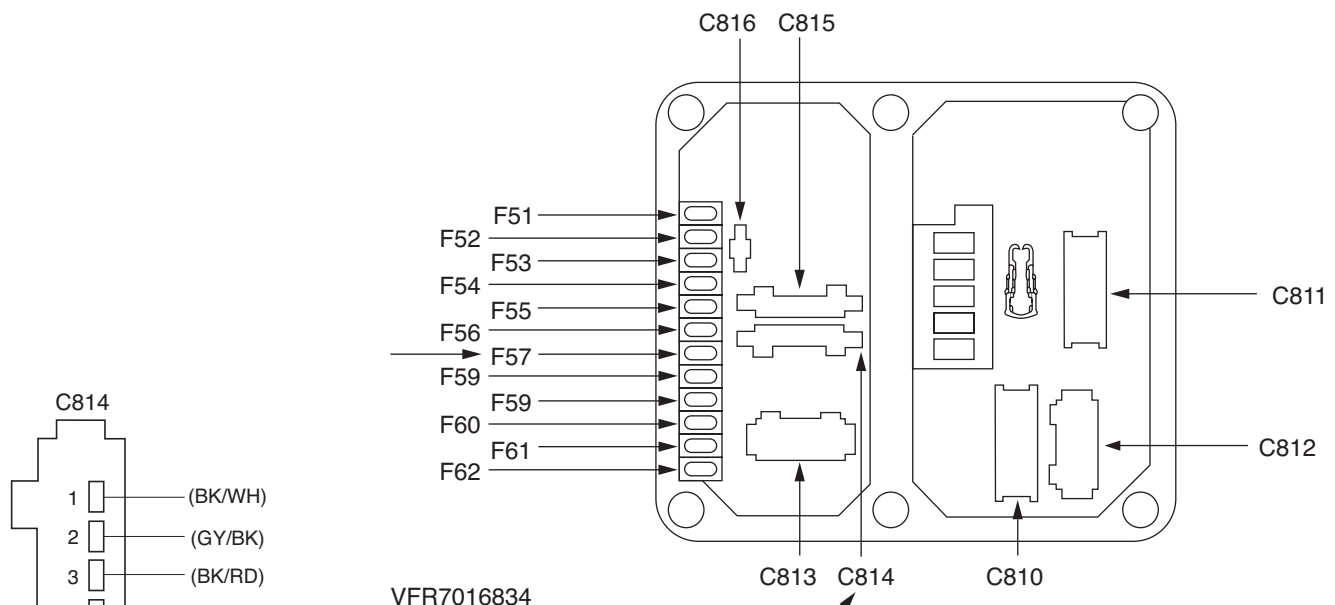
- Batería 01.
- Masa de la batería G1.
- Distribución eléctrica. Los cables señalados con líneas discontinuas indican que hay más de un cable en esa distribución. Desde conector S811, sale el cable de 2,5 mm y colores RD/YE.
- N-282 Interruptor multifunción (se encuentra representado dentro de un rectángulo de líneas discontinuas, lo que nos indica que es parte del citado interruptor). El interruptor multifunción se alimenta por el borne 11 con el conector C627.

Los fabricantes proporcionan esquemas de posición de cableados y conectores, el conector C627 se encuentra representado en la figura 6.3.



↑ **Figura 6.3.** Posición de los conectores e interruptores en la consola central del vehículo.

Desde el interruptor multifunción N 282 salen dos cables. En el borne 7 el cable «5 GR/GN», que alimenta el circuito siguiente «A 32-08-3», y en el borne 14 el cable «5GY/BK», que alimenta también las luces de conducción diurna y la caja eléctrica central P91 por el conector C814, borne 2 (figuras 6.2 y 6.4).

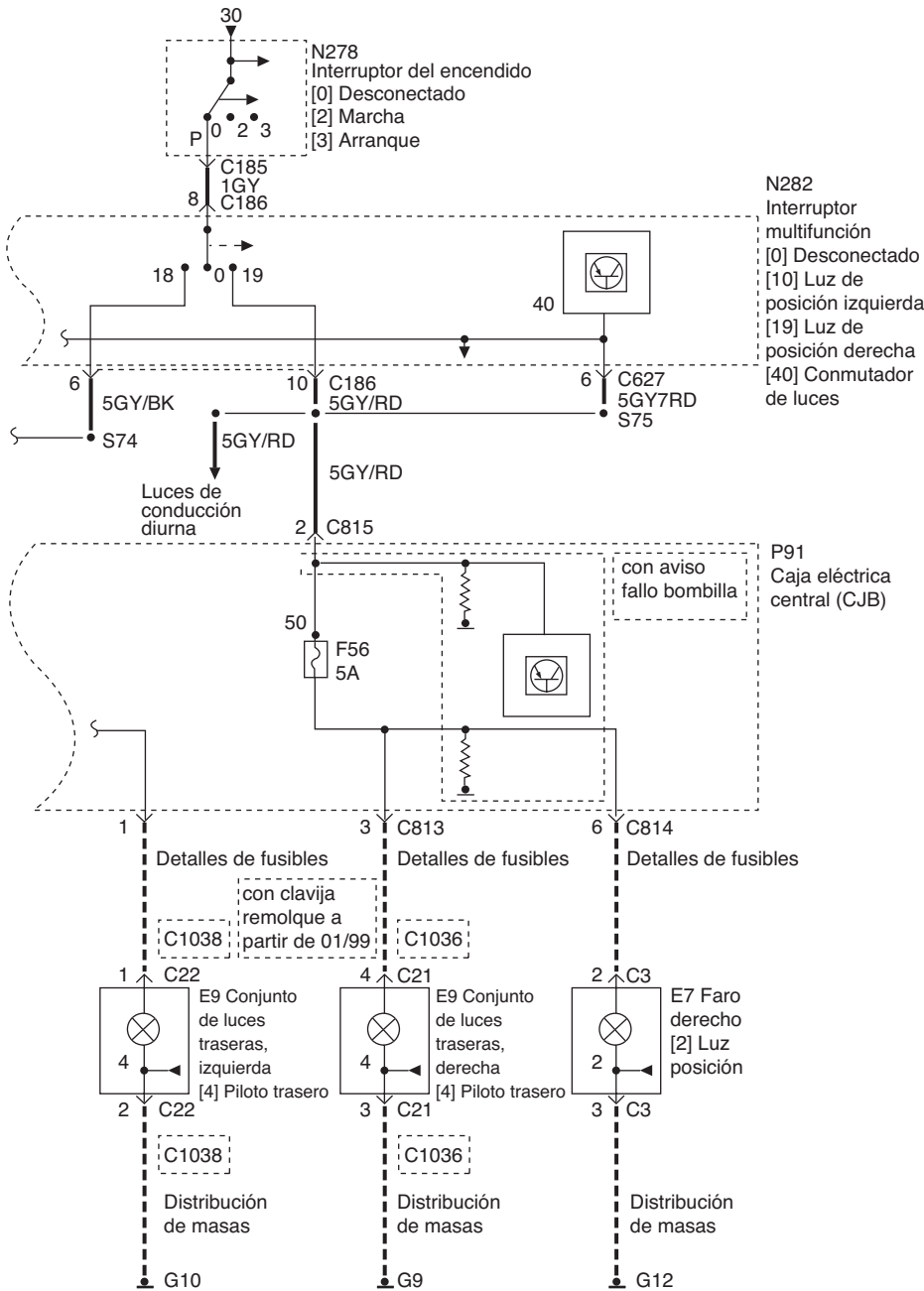


VFR7016834

↑ **Figura 6.4.** Caja central P 91 con fusibles y conectores.

La caja eléctrica central (P91) incorpora el dispositivo de aviso de lámpara fundida y el fusible del circuito el F57 de 5 A. Las salidas de corriente desde la caja eléctrica se realizan por la salida 7 y 6 del conector C814 para los faros delanteros (figura 6.5) y por las salidas 1 y 3 del conector C 813 para los conjuntos de luces traseras (figura 6.6).

↑ **Figura 6.5.** Conector C814 con su numeración y color de los cables.

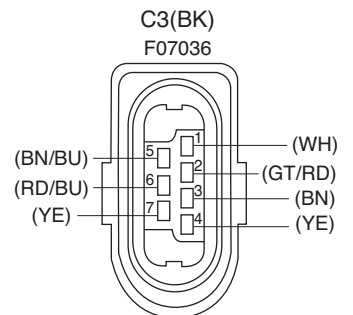


↑ Figura 6.6. Esquema de luces de posición traseras.

Las figuras 6.2 y 6.6 del esquema son continuación; el interruptor multifunción y la caja eléctrica se encuentran formando rectángulos con líneas discontinuas, lo que indica que son componentes que tienen continuación en otro esquema y que forman parte de otro circuito.

El circuito de posición, comprobamos que se alimenta desde dos puntos. De manera continua por conector C627 borne 11, y por el interruptor de encendido N278 (llave de contacto), conector C186 borne 8. Desde el interruptor multifunción N282 se alimenta la caja eléctrica central P91. El circuito se encuentra protegido por dos fusibles, el F56 y el F57, de 5 amperios.

La corriente llega al faro delantero con un conector tipo C3 (figura 6.7).



↑ Figura 6.7. Conector de faros delanteros C3.

## 2. Luces de gálibo y luces especiales

### 2.1. Luz de gálibo

Las luces de gálibo tienen la función de señalar la anchura total del vehículo, y su altura, informando con sus pilotos al resto de conductores del volumen del vehículo.

La normativa obliga a los vehículos de más de dos metros de ancho y de longitud igual o superior a seis metros a montar dos luces blancas o amarillas en la parte delantera y dos luces rojas en la parte posterior, tan próximas a los bordes extremos como sea posible y en un plano superior al de las luces de alumbrado ordinario y lo más alto que permita la estructura del vehículo (figura 6.8).



↑ **Figura 6.8.** Luz de gálibo trasera.

### 2.2. Luz de matrícula

Esta luz debe permitir que sea visible por la noche la matrícula trasera del vehículo.

Para ello, debe iluminarla con una luz blanca que sea legible a una distancia de 25 metros, las lámparas empleadas son del tipo R5W, C5W, W5W, T4W.

La conexión eléctrica de la luz de matrícula se suele realizar en combinación con la luz de posición, se iluminan de forma simultánea.

### 2.3. Luces giratorias

Son equipos especiales de alumbrado cuya misión es alertar al tráfico de una situación de emergencia o una situación especial, el vehículo dispone de un interruptor de puesta en marcha.

Deben actuar girando, como si realizaran una intermitencia, con una frecuencia de entre 2 y 5 Hz. Pueden ser azules para vehículos de policía y bomberos, etc. y amarillas para vehículos agrícolas, vehículos de obras, etc.

Este tipo de luces pueden ser por accionamiento mecánico (reflector que gira alrededor de una lámpara), o por destellos por control electrónico (tubo de destellos con repetidas descargas de gas).

Las luces giratorias deben tener una intensidad luminosa paralela al plano de la calzada mínima de 20 cd para las luces azules y 40 cd para las amarillas, mientras que el haz luminoso debe alcanzar una intensidad de 10 cd a  $\pm 4^\circ$  para las luces giratorias azules y de 20 cd a  $\pm 8^\circ$  para luces amarillas.



↑ **Figura 6.9.** Vehículo con luces azules de emergencia.

### 3. El circuito de alumbrado (cruce, carretera y ráfaga)

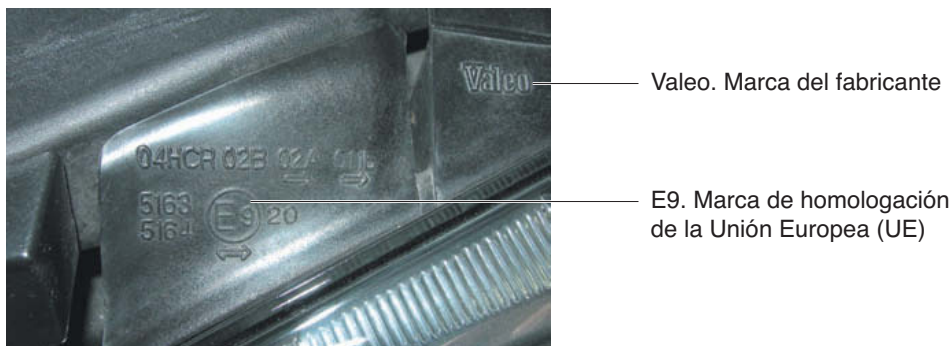
#### 3.1. Misión del circuito de alumbrado

El circuito de alumbrado tiene como misión iluminar la vía por la que circula el vehículo. La iluminación de la calzada debe ser idónea para circular con seguridad situaciones de baja visibilidad, conducción nocturna o cuando así lo indique la señalización (túneles).

#### 3.2. Normativa aplicable

La Unión Europea, en su directiva 76/759/CEE y 89/277/ CEE, el código de circulación y el reglamento general de vehículos, en el anexo X, establecen la obligatoriedad de incorporar luces de carretera a todo vehículo automóvil que en llano sea capaz de superar una velocidad de 40 km/h. Asimismo incorporarán luces de cruce los vehículos automóviles que en llano puedan superar los 10 km/h.

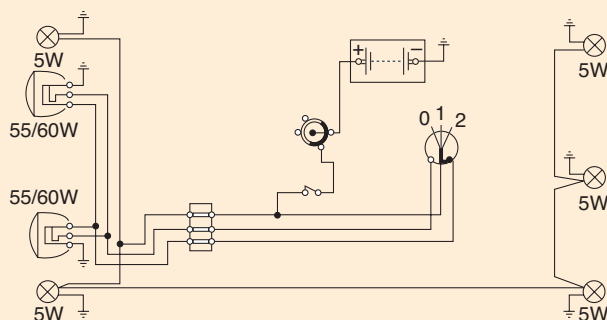
Los proyectores luminotécnicos que se monten han de estar homologados y debidamente marcados con letras y símbolos normalizados (figura 6.10).



↑ Figura 6.10. Ejemplo de homologación de un faro.

### ACTIVIDADES

1. ¿Cuál es la misión del circuito de posición?
2. Calcula la potencia total de las lámparas que intervienen en el siguiente esquema eléctrico (figura 6.11) del circuito de alumbrado cuando están en funcionamiento la luz de posición, cruce y carretera.



↑ Figura 6.11. Esquema básico de los circuitos de posición, carretera y cruce.

### 3.3. Circuitos de luz de cruce (cortas) y luz de carretera (largas)

#### caso práctico inicial

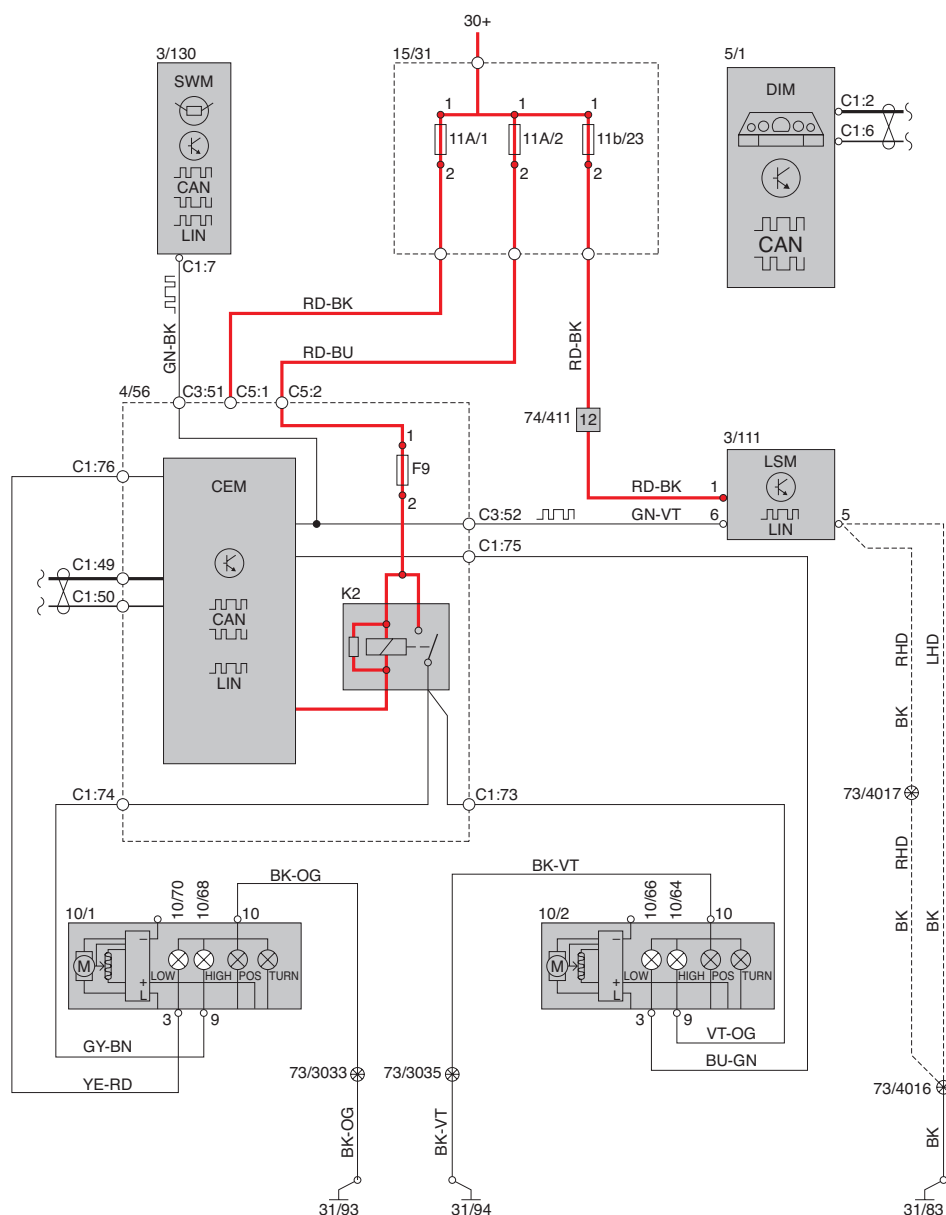
El estado de las luces de cruce es una de las verificaciones más importantes que se realiza en la ITV de los vehículos.

Una lámpara fundida en las luces de cruce es un defecto grave.

El circuito de luces de cruce se emplea para iluminar la calzada sin deslumbrar a los conductores que circulan en dirección contraria, la ráfaga de luz tiene una distancia controlada de unos 80 m. La luz de carretera no tiene ninguna limitación de alcance y puede llegar a los 200 m. Cuando se aproxima un vehículo, o se circula detrás, es necesario cambiar a luz de cruce para evitar los deslumbramientos.

El esquema eléctrico de los circuitos de cruce y carretera son similares y emplean los mismos componentes.

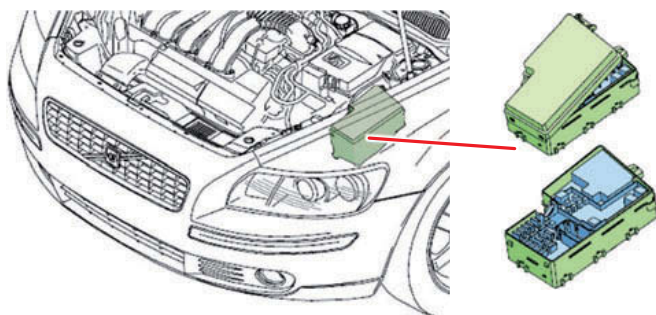
En los nuevos modelos de automóviles se emplean interruptores integrados con una centralita electrónica, por ejemplo en el modelo XC60 de Volvo en un circuito relativamente sencillo, participan varias centralitas de gestión (centralitas 3/130, 4/56 y 3/111) (figura 6.12).



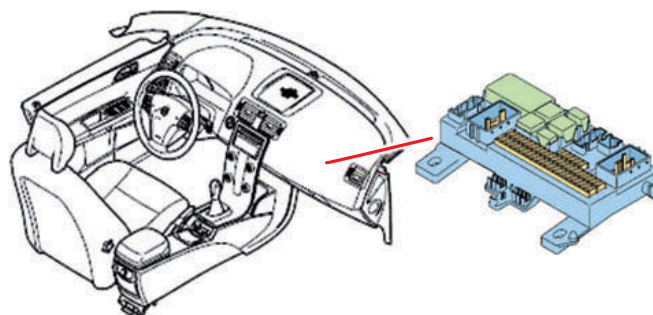
↑ Figura 6.12. Esquema eléctrico de luces de carretera y cruce (fuente Volvo).

### 3.4. Funcionamiento eléctrico

Los circuitos se alimentan con corriente positiva directa, borne 30+, en la caja de distribución del compartimento del motor 15/31 (figura 6.13), corriente que sale de la caja por el conector 11 A terminal 1 para cruce y 2 en el circuito de carretera para alimentar la unidad de mando electrónica central 4/56 (figura 6.14), conector C5 pin 1 cable RB-BK (cruce) y conector C5 pin 2 RB-BU (carretera).



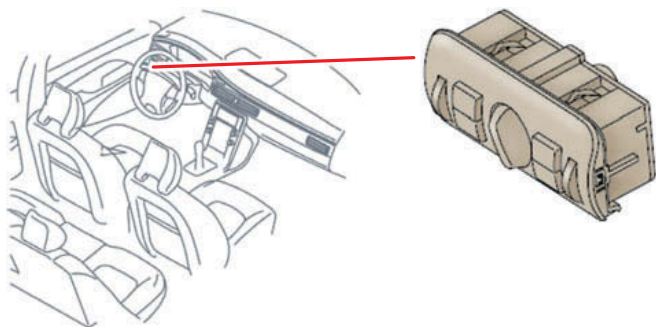
↑ **Figura 6.13.** Caja eléctrica distribuidora del motor 15/31 (fuente Volvo).



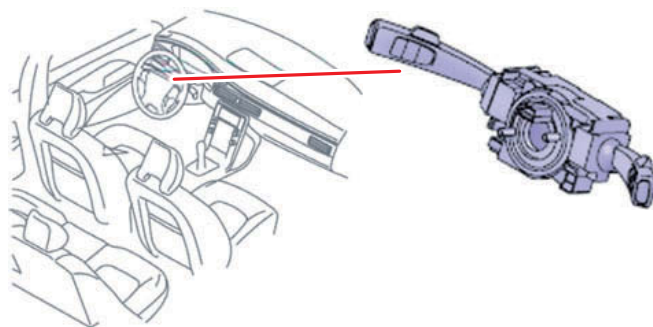
↑ **Figura 6.14.** Unidad de mando de la electrónica central 4/56 (fuente Volvo).

La unidad del interruptor de luces 3/111 (figura 6.15) se alimenta con corriente positiva por el pin 1, cable RD-BK, y toma la masa por el pin 5, punto de masa 31/83. La unidad del interruptor dispone del interruptor y un módulo de gestión que se encuentra conectado por una red Lin bus de datos pin 6, con la unidad de mando central 4/56, conector C3 pin 52. Cuando el conductor gira el interruptor para conectar las luces de cruce, el interruptor manda la señal a la unidad del interruptor 3/111 y la manda por la red Lin bus a la unidad 4/46.

Para cambiar de cruce a carretera se actúa sobre el mando del volante 3/130 (figura 6.16) que dispone de centralita de gestión y manda las señales del cambio de luces y luz de ráfaga por la línea Lin bus conector C1 pin 7 cable GN-GK.



↑ **Figura 6.15.** Unidad del interruptor de luces 3/111 (fuente Volvo).

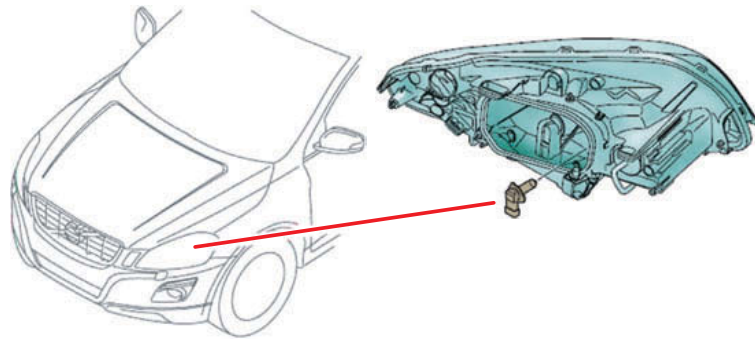


↑ **Figura 6.16.** Unidad del volante 3/130 (fuente Volvo).

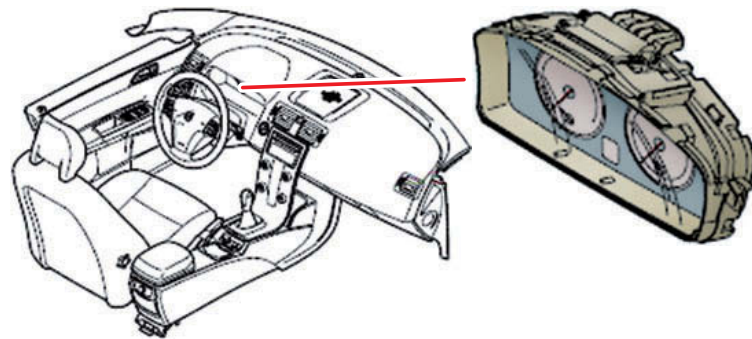
La unidad de mando de la central electrónica 4/56 procesa las señales de mando que le llegan por la línea de Lin bus, luces de cruce, carretera o ráfagas. Si el conductor decide llevar las luces de carretera figura 6.12, la unidad cierra a masa la corriente del bobinado de excitación del relé correspondiente, en este caso el K2, y desde el relé se alimentan las lámparas colocadas en los dos faros delanteros 10/68 y 10/64, los circuitos se encuentran protegidos por el fusible F9 colocado en la misma caja de la unidad de mando 4/56. Todas las lámparas cierran el circuito a masa por el pin 10 en el faro derecho en la masa 31/94 y en el faro izquierdo por el punto de masa 31/93.



La señal indicadora de funcionamiento del circuito en el cuadro de mandos 5/1 se transmite desde el módulo de la unidad de mando 4/56 al módulo 5/1 (figura 6.18) mediante los dos cables de la red Can Bus, conector C1 pin 49 y 50.



→ **Figura 6.17.** Lámpara de alumbrado de carretera (fuente Volvo).



→ **Figura 6.18.** Cuadro de mandos 5/1 (fuente Volvo).



↑ **Figura 6.19.** Faros de motocicleta.

### 3.5. Alumbrado de carretera (largas)

Los vehículos automóviles deben incorporar dos o cuatro luces de carretera. En el caso de motocicletas puede montarse una o dos luces; si son dos, estarán lo más cerca posible entre sí (figura 6.19). La luz proyectada puede ser blanca o de color amarillo-selectivo, estarán fijadas en la parte delantera e iluminarán la calzada de forma eficaz de noche, con tiempo claro, en una zona de longitud mínima de 100 m por delante del vehículo y con una intensidad máxima de 225.000 candelas.

Los centros de los faros o proyectores deben estar a una altura del suelo comprendida entre 0,50 y 1,20 m. En los vehículos con cuatro faros, los faros de carretera se deben colocar en la parte interior y los de cruce en la exterior.

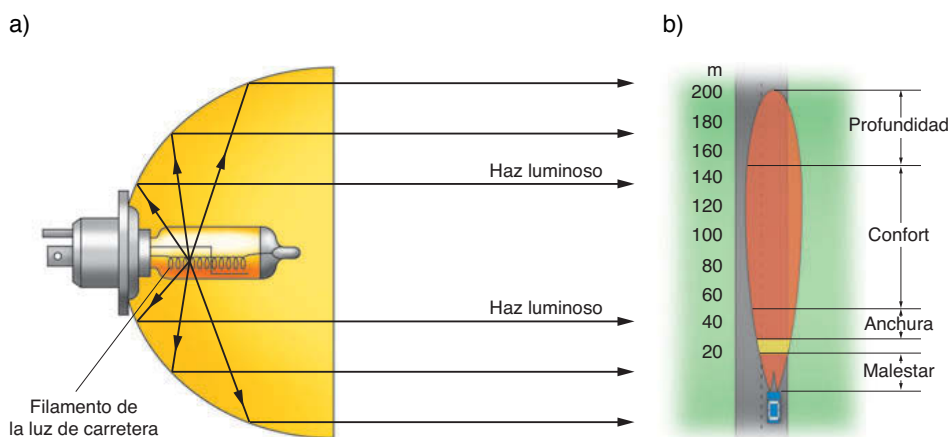
La luz de carretera se genera por una lámpara cuyo filamento está posicionado en el foco de la parábola que conforma el reflector, con lo cual el haz de luz se refleja y sale paralelo a la dirección del eje del reflector (figura 6.20 a). La figura 6.20 b muestra la distribución del haz de luz sobre la calzada, proporcionado por faros equipados con lámparas halógenas.

El haz está dividido en cuatro zonas:

- Malestar, exceso de luz en los primeros 20 m.
- Anchura, es la zona iluminada de la calzada entre 30 y 50 m.
- Confort, zona iluminada de la calzada entre 50 y 150 m.
- Profundidad, zona iluminada de la calzada a partir de los 150 m.

#### caso práctico inicial

Una lámpara fundida en el circuito de carretera es un defecto leve en la ITV.



↑ **Figura 6.20.** a) Alumbro de carretera. b) Haz luz de carretera.

### 3.6. Alumbrado de cruce (cortas)

El alumbrado de cruce lo forman dos luces en los automóviles y una o dos en caso de motocicletas. La principal característica de las luces de cruce es la iluminación de la calzada sin deslumbrar a los conductores que circulen en sentido contrario.

Las luces de cruce pueden ser de color blanco o amarillo-selectivo, deben iluminar eficazmente la vía de noche, con tiempo claro, en una zona de 40 m de longitud como mínimo por delante del vehículo, sin deslumbramientos.

Los centros de los faros o proyectores deben estar a una altura del suelo comprendida entre 0,5 y 1,2 m.

La luz de cruce es producida por una lámpara cuyo filamento se coloca delante del foco del reflector parabólico, de tal forma que el haz de luz sale reflejado con una cierta inclinación respecto al eje del reflector (véase figura 6.21).

La lámpara de la luz de cruce incorpora una pantalla metálica situada debajo del filamento que evita que el haz de luz no se refleje en la parte baja del reflector, con lo cual saldría con una inclinación hacia arriba, el borde de la pantalla determina sobre la calzada el límite «claro-oscuro»: zona alta oscuro, zona baja claro. Esta disposición de la lámpara permite una distribución del haz de luz de forma tal que por un lado disminuye el deslumbramiento y por el otro proporciona gran intensidad de iluminación.

En los ciclomotores, el haz de luz de cruce no debe sobrepasar del plano horizontal del centro del faro. En los demás automóviles, el haz luminoso no debe elevarse, en su mitad izquierda en el sentido de la marcha, por encima del plano horizontal que pasa por el centro de los faros, ni debe formar en su mitad derecha un ángulo mayor de 15° con aquel plano horizontal por encima del mismo.

Para evitar el deslumbramiento en los vehículos que circulan en sentido contrario, se reduce el alcance de la luz de cruce de forma asimétrica. En Europa se emplea el código europeo o código asimétrico, cuyo haz de luz proporciona mayor visibilidad en el margen derecho de la carretera (en países que se circule por la derecha; en países que se circule por la izquierda será al contrario). La configuración del haz asimétrico se consigue por medio del tallado especial del cristal del faro y por la inclinación de unos 15° hacia la derecha de la pantalla que está situada debajo del filamento de la luz de cruce.

### saber más

El código de homologación aparece incluido en un círculo con la letra E y un número, el número indica el país que ha concedido la homologación Eje (E 9 España).

1. Alemania
2. Francia
3. Italia
4. Países Bajos
5. Suecia
6. Bélgica
7. Hungría
8. Checoslovaquia
9. España
10. Serbia
11. Reino Unido
12. Austria
13. Luxemburgo
14. Suiza
16. Noruega
17. Finlandia
18. Dinamarca
19. Rumanía
20. Polonia
21. Portugal
22. Rusia

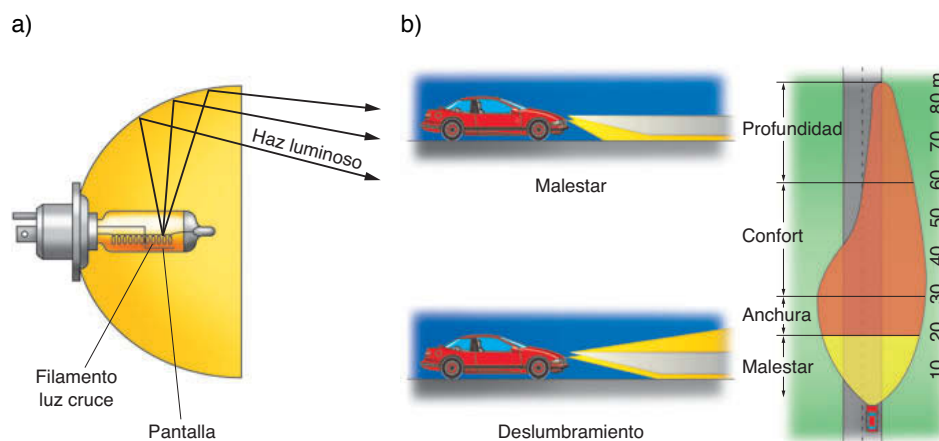
↑ **Tabla 6.1.** País de homologación.

### recuerda

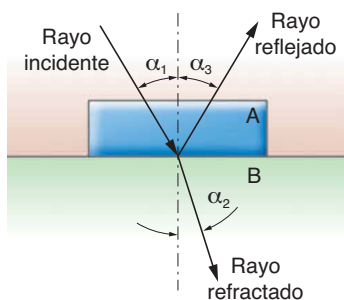
Una lámpara fundida en el circuito de alumbrado de cruce es un defecto grave en la ITV.

### saber más

Para el control del efecto deslumbrante de un faro, se aplica la directiva que considera nulo el deslumbramiento cuando la iluminación a 25 m de distancia, a la altura del centro del faro, no excede de 1 lux.



↑ **Figura 6.21.** a) Alumbrado de cruce. b) Haz de la luz de cruce asimétrico.



↑ **Figura 6.22.** Reflexión y refracción de la luz.

## recuerda

El índice de refracción ( $n$ ) es igual a la relación entre la velocidad de la luz en el vacío ( $c$ ) y la del medio considerado ( $v$ ):

$$\eta = \frac{c}{v}$$

La figura 6.21 b muestra la distribución del haz de luz asimétrico sobre la calzada, el automóvil está equipado con lámparas halógenas. Se observa que con el haz asimétrico se consigue una profundidad mayor del haz, consiguiendo unos 80 m. La zona iluminada a partir de aproximadamente 60 m se considera como zona de advertencia previa.

En el haz de cruce podemos distinguir cuatro zonas:

- **Malestar:** debido al exceso de iluminación del suelo en las proximidades del vehículo, que impide ver más lejos y es causa de fatiga para el conductor.
- **Anchura:** permite ver en curvas y en situaciones de mala visibilidad, es la zona comprendida entre los 20 y 30 m por delante del vehículo.
- **Confort:** es la zona de la calzada iluminada entre los 30 y 60 m.
- **Profundidad:** corresponde a la iluminación de la carretera a más de 60 m.

## 3.7. Conceptos básicos de geometría óptica

### Refracción y reflexión de la luz

Al colocar dos medios distintos en contacto (A y B), aparece entre ellos una superficie de separación. Si hacemos incidir un rayo de luz con un cierto ángulo sobre esta superficie (figura 6.22), el rayo de luz se descompone en dos, uno refractado y otro reflejado, que cumplen las siguientes leyes:

- Para el rayo reflejado se cumple que:  $\alpha_1 = \alpha_3$ .
- Para el rayo refractado se cumple que:  $\eta_1 \cdot \sin \alpha_1 = \eta_2 \cdot \sin \alpha_2$ .

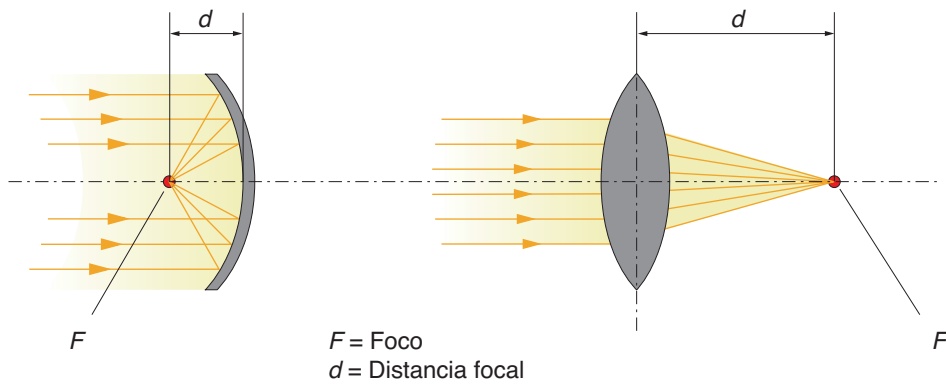
Siendo  $\eta_1$  y  $\eta_2$  los índices de refracción de los medios A y B, y  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$  los ángulos de incidencia, refracción y reflexión.

### Foco

En geometría óptica se denomina foco, al punto o lugar geométrico en el que convergen los rayos luminosos y caloríficos emitidos por una fuente.

### Distancia focal

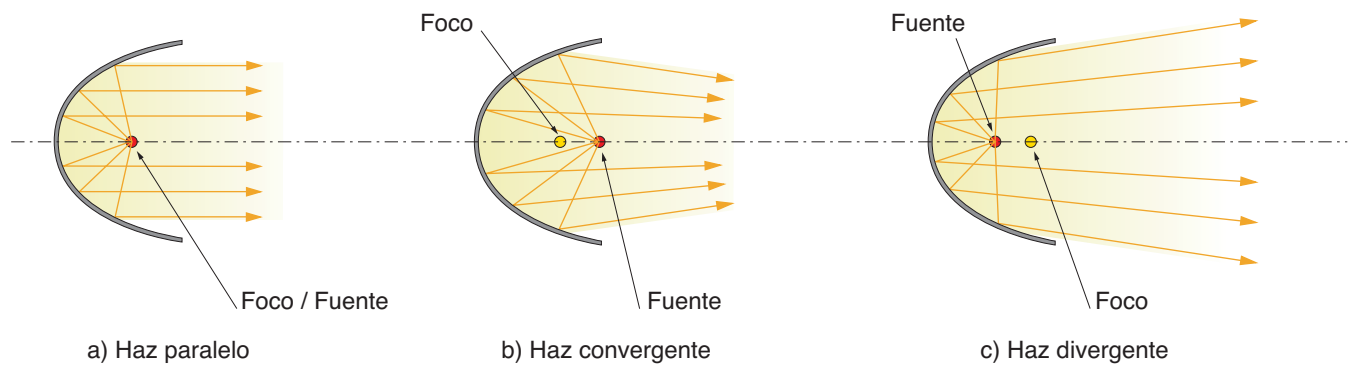
Es la distancia entre el foco y el plano medio de la lente convexa o el vértice de la parábola que conforma el espejo cóncavo (ver figura 6.23). En los faros de los automóviles se emplean distancias pequeñas, entre 2 y 4 cm.



↑ **Figura 6.23.** Foco y distancia focal en un espejo cóncavo y una lente convexa.

Según la posición del foco y la fuente luminosa de la luz en un espejo cóncavo (figura 6.24) se obtienen tres tipos de proyección de los rayos luminosos:

- a) Proyección paralela: la fuente se sitúa en el foco.
- b) Proyección convergente: la fuente se sitúa adelantada respecto al foco.
- c) Proyección divergente: la fuente se sitúa retrasada respecto al foco.



↑ **Figura 6.24.** Posiciones del foco y fuente de luz.

### Intensidad de luz efectiva

Es la intensidad del haz de luz a la salida del aparato óptico o faro. Una fuente luminosa (lámpara) produce cierta intensidad de luz; parte de esta luz es reflejada y/o refractada, proyectando un haz luminoso que se puede medir y que proporciona un valor efectivo de su intensidad.

En los reflectores montados en los vehículos se emplean distancias focales pequeñas y el reflector captura la mayoría de la luz generada por la lámpara.

## 3.8. Descripción y funcionamiento de los componentes de los faros

### Faro

Los faros son los equipos luminotécnicos proyectores de luz que equipan los vehículos en su parte delantera para alumbrar la calzada y ser vistos por los otros conductores. La luz proyectada depende de la lámpara que monte y de las propiedades y configuración del resto de los elementos del faro, parábola, distancia focal, cristal difusor, etc.

## saber más

La máxima intensidad luminosa admisible, considerada como suma de las distintas intensidades luminosas de todos los faros de luz de carretera montados en el vehículo, es de 225.000 cd. Este valor se controla mediante números de referencia que figuran indicados en todos los faros, cerca de la marca de homologación. Los 225.000 cd corresponden al número 75.

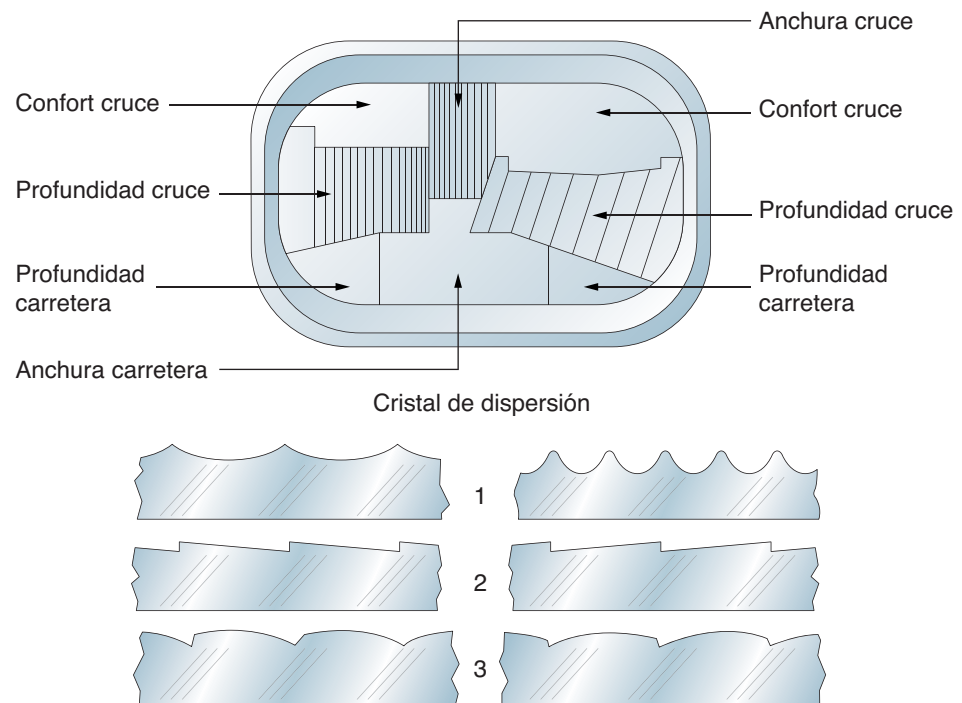
Los faros están formados por un cuerpo o estructura a modo de carcasa sobre el cual se montan el resto de componentes específicos del faro. En el cuerpo del faro se monta el reflector (simple o doble), la junta y el cristal difusor de faro. Según la forma de unión entre el difusor y el cuerpo se consiguen faros sellados con pegamento adhesivo o faros sellados empleando juntas y grapas de unión; una perfecta unión entre estos componentes es fundamental para conseguir la estanqueidad del faro, la entrada de humedad por falta de estanqueidad reduce la vida útil y el rendimiento luminoso del faro.

El faro se cierra por la parte trasera mediante el portalámparas y su tapa.

Los faros, al ser equipos luminotécnicos relacionados con la seguridad, deben estar debidamente homologados, la homologación del faro que debe figurar mediante un símbolo en el cristal difusor de forma visible.

### Cristal difusor de vidrio

El cristal difusor o de dispersión tiene la misión de desviar con precisión la luz emitida por los reflectores y dispersarla o agruparla en un haz para lograr el efecto luminoso sobre la calzada. Para realizar estas funciones, el cristal de dispersión dispone en su cara interna de una serie de elementos lenticulares y prismáticos, así como superficies planas, con el fin de lograr tanto una luz de carretera de largo alcance, como una luz de cruce bien distribuida, optimizando los parámetros fotométricos (profundidad, confort y anchura) (figura 6.24).



1. Elementos lenticulares
2. Elementos prismáticos
3. Elementos combinados

↑ **Figura 6.25.** Zonas de dispersión del cristal difusor.

En los nuevos modelos de automóviles emplean difusores sin tallar denominados de cristal transparente, que producen un efecto muy brillante de la óptica. Los cristales lisos dan un efecto de transparencia y profundidad superior, y permiten integrarse en los vehículos con líneas aerodinámicas al permitir inclinaciones de hasta 60° sin distorsiones.

## Difusores plásticos

La incorporación de nuevas tecnologías a la fabricación de faros permite la realización de difusores de material plástico. Se utiliza como material base policarbonato de alta calidad, al cual se le aplica una sólida capa contra ralladuras y rayos UV.

Dependiendo de la tecnología utilizada, puede ser de diseño estriado, asumiendo la distribución del haz luminoso o liso, en este caso el cristal de plástico solo tiene una función de protección y estética, la distribución del haz luminoso la realiza en su totalidad el reflector interior.

Los difusores plásticos tienen las siguientes ventajas:

- Reducido peso, un faro con difusor plástico pesa  $2/3$  menos que uno con dispersor de cristal.
- Alta resistencia a los golpes, una capa especialmente diseñada protege a los dispersores de plástico de impactos y arañazos.
- Diseño, la fabricación de dispersores en material plástico permite diseños estéticos.

Las precauciones en el mantenimiento de dispersores plásticos son:

- No se debe nunca limpiar en seco estos dispersores: solo se pueden utilizar sistemas de limpieza de chorro de agua sin productos limpiaparabrisas.
- No se puede añadir ningún tipo de aditivo limpiador al agua sin la autorización del fabricante. No obstante, pueden ser lavados en máquinas de lavado automático de vehículos.

## El reflector

El reflector del faro tiene como misión reflejar en una dirección dada el haz de luz emitido por las lámparas, se fabrican en material plástico, mediante un proceso de moldeo o en chapa de acero estampada.

La superficie reflectante del reflector de acero se protege con un tratamiento superficial anticorrosivo y un pulido, sobre el pulido se aplica una capa reflectora a base de aluminio o magnesio que se comporta a modo de espejo, a la que se le aplica la segunda capa protectora anticorrosión (el grado de reflexión del aluminio pulido llega al 80% y la del óxido de magnesio al 95%).

La superficie reflectante generalmente tiene forma parabólica o elipsoidal. La forma, tamaño y colocación del reflector es determinante para una buena iluminación: una colocación alta de los faros mejora el alcance geométrico, pero esto no siempre es posible debido a los perfiles aerodinámicos de los vehículos actuales, lo que obliga a realizar faros más grandes (aumentando el ancho).

Para un tamaño de faro determinado, distancias focales pequeñas proporcionan haces luminosos anchos, que iluminan de forma favorable el campo próximo y lateral, proporcionando buena visibilidad en curvas.

## Tipos de reflectores

- **Reflector homofocal.** Es un reflector muy utilizado con lámparas bifilar (H4) en el cual todas las curvaturas de los sectores parabólicos tienen un foco común. Está formado por un reflector principal, el cual puede llevar adosado unos reflectores complementarios con una distancia focal más pequeña para hacer coincidir sus focos con el principal; los reflectores complementarios aumentan la iluminación lateral y frontal pero no incrementan el alcance.

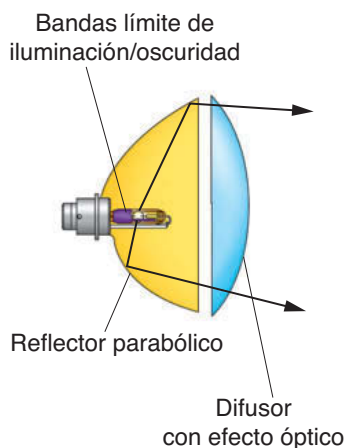


↑ **Figura 6.26.** Faro principal con difusor plástico, Suzuki Swift.

## saber más

Los difusores plásticos de los faros con el paso del tiempo se pueden llegar a crear una película opaca que impide la normal proyección de la luz.

Los difusores de plástico dañados y opacos se pueden pulir y abrillantar empleando un KIT de reparación para faros.



↑ **Figura 6.27.** Reflector bifocal.



↑ **Figura 6.28.** Reflector multifocal de una motocicleta.

La utilización de pantalla en el filamento de la lámpara o tapa luz correspondiente a la luz de cruce limita el haz luminoso con una considerable pérdida de rendimiento al no utilizar la parte baja del reflector.

- **Reflector bifocal.** Este reflector está formado por dos sectores parabólicos con distinto foco, de manera que la luz reflejada por ambos sectores iluminen con una determinada inclinación hacia la calzada.

Este sistema aprovecha la parte baja del reflector, generalmente desaprovechada con las luces de cruce, y solo permite ser utilizado en faros de luz de cruce (figura 6.27).

- **Reflector libre de forma F.F, o de superficie compleja SC (multifocal).** El reflector multifocal está formado por diferentes sectores paraboloïdes, cada uno con una distancia focal determinada diferente al resto (figura 6.28). Con este concepto de reflector, cada área de la superficie del reflector está distribuida para iluminar una parte de la carretera. El reflector multifocal se emplea en los difusores plásticos lisos, el sistema aprovecha la parte baja del reflector proporcionando un mayor haz luminoso y aportando hasta un 80% más de luz que un reflector parabólico normal.

La superficie del reflector está calculada sobre la base de las llamadas estrategias de desvío con la ayuda de una computadora. Esto da como resultado lo que llamamos «libre de forma o de forma libre» en lugar de una superficie regular. El *software* de cálculo está siendo mejorado constantemente para nuevos conceptos de diseño «libre de forma».

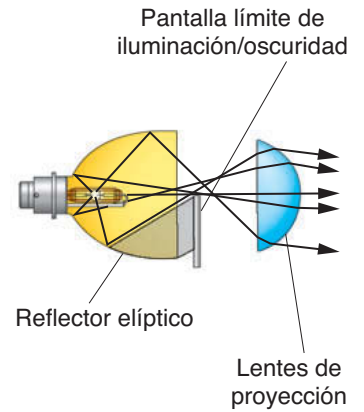
Este sistema proporciona las propiedades de los faros profundos pero ahorrando espacio, con lo cual se facilita su instalación, en condiciones de espacio reducido; con este sistema desaparecen las zonas oscuras al pasar del haz de cruce al de carretera.

	Proyector redondo	Proyector rectangular	Haz de luz
Parábola sin tapa-luz		Deslumbrante  Utilización de flujo no controlado 100%	
Parábola con tapa-luz		 Pérdida de flujo =45%	
Parábola de superficie compleja sin tapa-luz		No deslumbrante  Utilización del flujo controlado al 100%	

↑ **Figura 6.29.** Reflector libre de forma (Valeo).

- **Reflector elipsoidal-polielipsoidal.** Son reflectores utilizados en faros de última generación, fabricados en aluminio o metal moldeado. Calculados y diseñados con programas específicos por ordenador, las dimensiones de estos faros son más reducidas que las de los faros parabólicos.

Los reflectores elípticos se emplean con una lente de proyección que asegura la correcta distribución del haz luminoso sobre la calzada, y una pantalla o diafragma que proporciona unos límites de iluminación/oscuridad.



↑ **Figura 6.30.** Componentes de un faro elipsoidal (Osran).

### 3.9. Faros de xenón y bixenón

Los faros con luz de xenón y bixenón se emplean en la mayoría de modelos de gama alta y cada vez más en turismos pequeños.

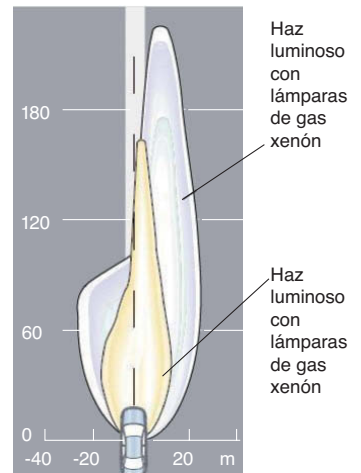
Las lámparas de xenón no disponen de doble filamento ni se pueden encender y apagar de forma rápida, como las lámparas halógenas. Los primeros modelos que se montaron faros de xenón solamente podían realizar una función, luz de cruce o carretera. En los vehículos actuales se montan los faros bixenón que permiten realizar el alumbrado de cruce y carretera con la misma lámpara, para las ráfagas se monta una lámpara adicional tipo H1 o H7 de 55W.

Los faros con lámpara de xenón, tienen las siguientes **ventajas**:

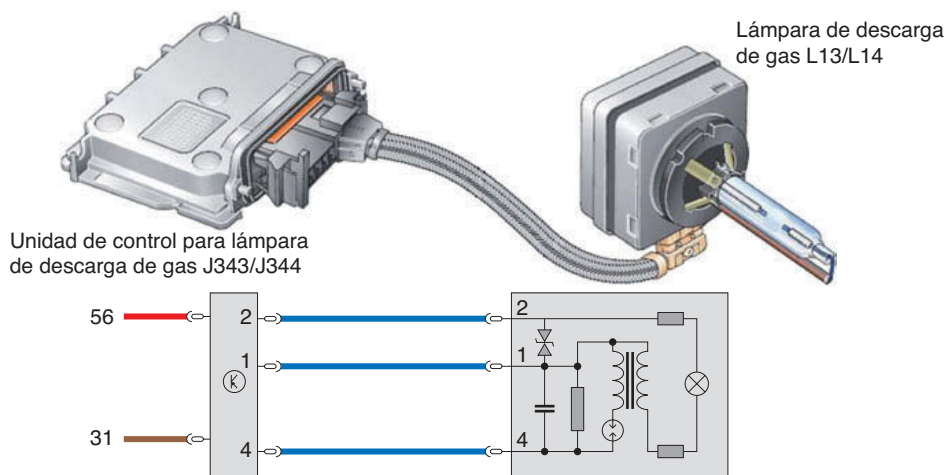
- **Mayor rendimiento luminoso,** proporciona una corriente de luz tres veces superior con una absorción de potencia menor y un flujo luminoso de 3.200 lm con tan solo 35 W de potencia.
- **Tonalidad más clara del haz luminoso,** similar a la luz natural. Mayor alcance del haz luminoso y mayor anchura de la zona de dispersión (figura 6.31), con lo que se consigue una mejor iluminación del borde de la calzada y, en consecuencia, una menor fatiga visual del conductor.
- **Duración superior,** la vida útil de una lámpara de xenón alcanza las 2.500 h.

En contrapartida, estos faros son más costosos al ser más complicada su fabricación y precisar de un equipo electrónico de control.

La normativa de homologación obliga a los vehículos que montan faros con lámpara de xenón a equipar un sistema de lavafaros y un circuito corrector del alcance luminoso equipado con transmisores de nivel y servomotores en los faros (véase unidad 5, figuras 5.16 y 5.17).



↑ **Figura 6.31.** Comparación del haz luminoso de las lámparas halógenas y de xenón.



↑ **Figura 6.32.** Componentes eléctricos y electrónicos del circuito de los faros de xenón.



## saber más

Las lámparas de xenón montadas en los vehículos son de dos tipos:

El tipo D1 lleva la reactancia incorporada.

El tipo D2 no dispone de reactancia.

Las unidades de control J343/J344 (figura 6.32) van fijadas a la carcasa de cada faro a través de dos tornillos. Tienen la función de excitar directamente a la reactancia de la lámpara.

### Funcionamiento del circuito

El circuito recibe alimentación (borne 56) y masa a través del conector del faro 31.

Excitan a la reactancia de la lámpara en tres fases: encendido, precalentamiento y servicio. Y lo hace mediante tres cables:

- Contacto 1: excitación para el encendido, precalentamiento y alimentación de servicio.
- Contacto 2: masa.
- Contacto 4: excitación para el encendido de la lámpara.

La luz que proporcionan se logra por la excitación del gas xenón que contienen, al ser sometido a una tensión eléctrica.

Las lámparas del circuito de la figura 6.32 son del tipo D1 que poseen integrada la reactancia necesaria para transformar la baja tensión procedente de la unidad de control J343/J344 en alta tensión para alimentar a las lámparas.

### Excitación

En la fase de encendido, la diferencia de tensión existente entre el contacto 1 y 4 de la reactancia es transformada a unos 20 kV con los que se alimenta a la lámpara.

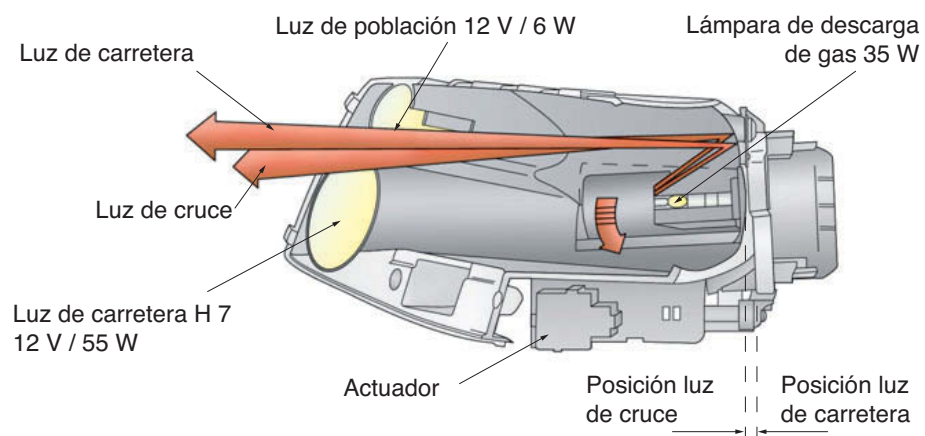
En la fase de precalentamiento, la tensión en la lámpara es baja debido al gran consumo de la misma.

Durante la fase de servicio, la tensión que recibe la lámpara se estabiliza en una señal cuadrada de 85 V de pico y 400 Hz de frecuencia. En estas condiciones la lámpara consume unos 35 W.

### Luz de cruce y carretera en faros bixenón

Los faros bixenón para realizar la luz de carretera y carretera emplean los sistemas siguientes:

1. Desplazamiento de la lámpara con respecto al reflector, con lo cual obtendremos dos haces de luz con inclinaciones diferentes; uno corresponderá a la luz de carretera y el otro a la de cruce (figura 6.33).

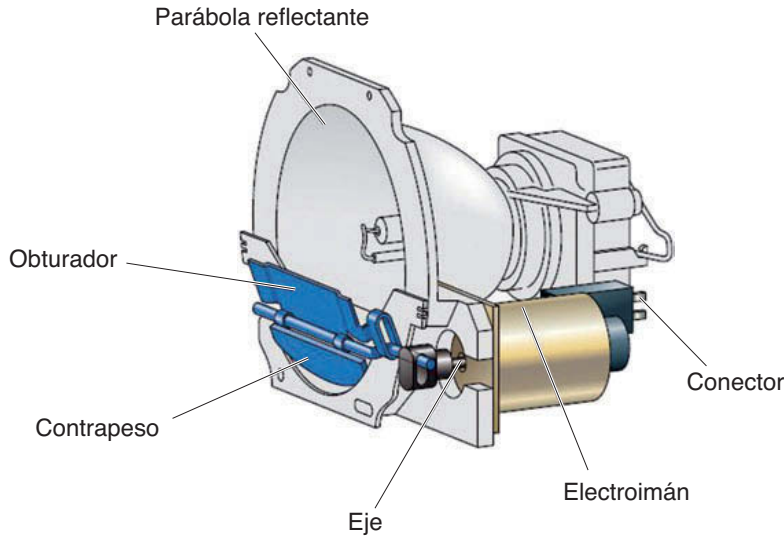


↑ **Figura 6.33.** Conmutación del haz de luz desplazando la lámpara.

## caso práctico inicial

Los faros de xenón se montan en fábrica, si a un vehículo se quiere montar un kit de faros de xenón es obligado a montar también un dispositivo corrector de alcance y limpieza de faros.

2. Empleo de un obturador que tapa la salida de luz en cada faro, el dispositivo dispone de un electroimán que acciona el obturador para conmutar de luces de cruce a carretera (figura 6.34).



↑ **Figura 6.34.** Obturador y electroimán de accionamiento (fuente Seat).

El movimiento del obturador lo efectúa un electroimán alimentado por la unidad de control para la red de a bordo. Cuando la unidad de control para la red de a bordo recibe la señal de activación para la luz de carretera, alimenta con 12 V el electroimán N395/N396.

Para volver a la configuración de luces de cruce, la red de a bordo deja de excitar con 12 V de forma que este vuelve a la posición de reposo por la acción de un muelle.

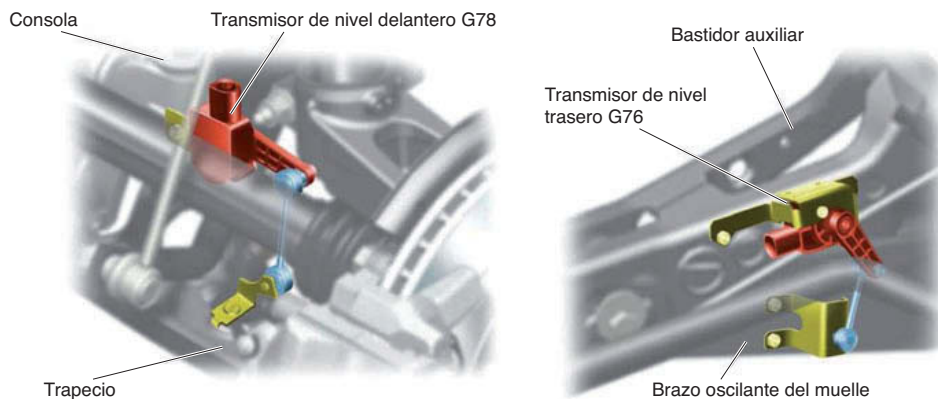
**Regulación automática del alcance luminoso**

Los vehículos automóviles que emplean lámparas de xenón en el alumbrado requieren necesariamente de un sistema de limpieza de los faros y otro sistema automático de regulación del alcance luminoso que evite el deslumbramiento al resto de conductores.

La regulación automática del alcance luminoso está compuesta por unos sensores o transmisores de nivel, ubicados en el eje delantero (G78) y trasero (G76) del vehículo. Los sensores supervisan el estado de carga (figura 6.36).

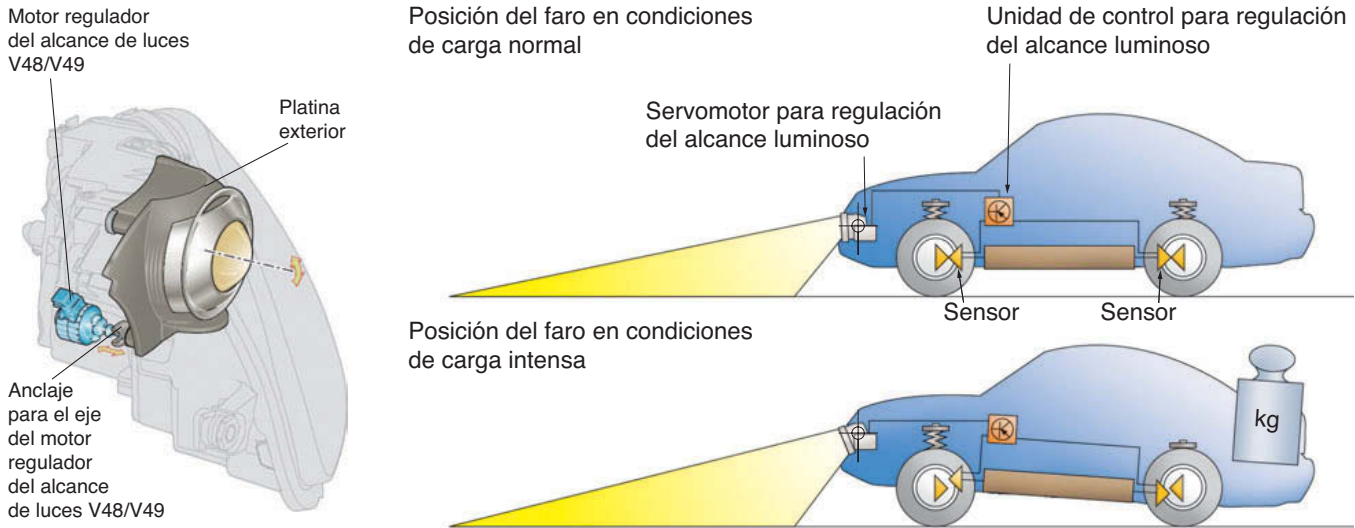


↑ **Figura 6.35.** Faros de xenón.



↑ **Figura 6.36.** Transmisores de nivel (fuente SEAT).

La información de los captadores es enviada a la unidad de control, que calcula la inclinación que deben de tener los faros, el módulo envía las señales eléctricas a los servomotores (figura 6.37) constantemente para corregir la inclinación de los faros y así mantener la iluminación óptima de la calzada sin deslumbrar, independientemente de la carga que soporte el vehículo.



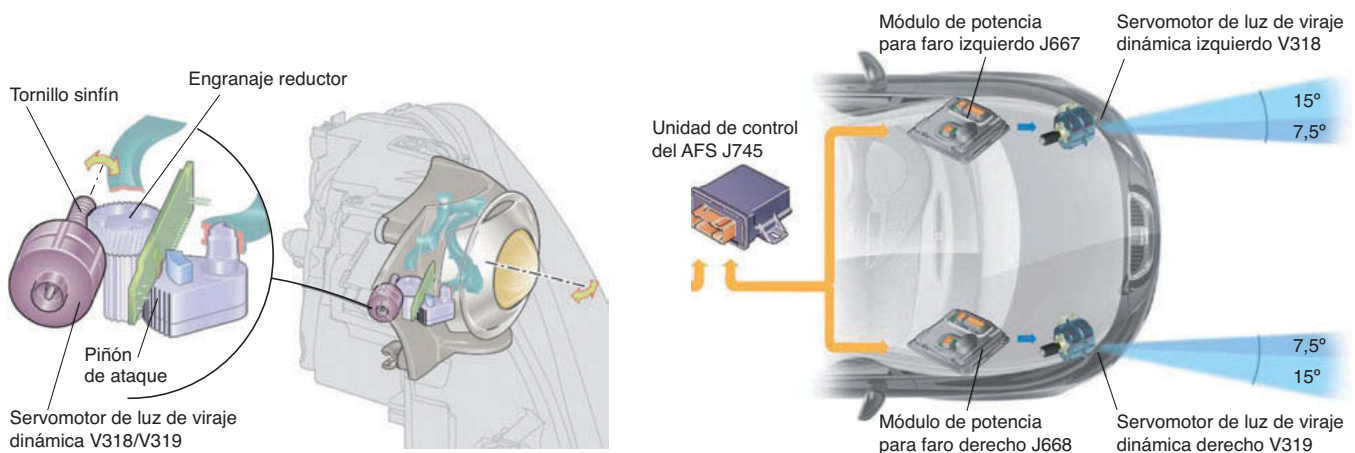
↑ **Figura 6.37.** Motor regulador de alcance de luces y regulación automática del alcance luminoso.

Los motores reguladores de los faros son **motores paso a paso** que van ubicados uno en cada faro. El eje del motor va unido al anclaje situado en la platina exterior, de forma que cuando se excita al motor, se desplaza el módulo orientable en el eje vertical. Estos motores se encargan de regular el alcance de luz de cada faro de forma independiente.

### Luz de curva dinámica (sistema de óptica móvil)

La luz de viraje dinámica (AFS) consiste en la variación de la posición en el eje horizontal de los faros según el giro del volante (figura 6.38). El sistema AFS permite optimizar la iluminación de las curvas al girar el faro según el radio de la curva.

El giro de cada óptica de faro es independiente, gira más grados el faro interior a la curva que el exterior ( $15^\circ$  y  $7.5^\circ$ ) (figura 6.38).



↑ **Figura 6.38.** Servomotor de luz de viraje (fuente Seat).

↑ **Figura 6.39.** Giro de los faros del sistema de óptica móvil (fuente Seat).

Las señales que se tienen en cuenta para la regulación de luz de viraje son:

- Borne 15.
- Estado de las luces.
- Sentido de marcha del vehículo.
- Velocidad instantánea del vehículo.
- Giro del volante.
- Señal de activación del ESP.

Las condiciones iniciales para la activación de esta función son:

- Luces de cruce/carretera conectadas.
- Marcha del vehículo hacia adelante.
- Velocidad del vehículo por encima de 10 km/h.
- Ángulo de giro del volante superior a 0°.

En estas circunstancias, la unidad de control del AFS calcula la posición de los «servomotores de luz de viraje dinámica» en función del **giro del volante** captador G 85 además de la **velocidad del vehículo**. De forma que cuando se circula a velocidades elevadas, los faros siguen instantáneamente el giro del volante, mientras que se mueven más lentamente cuando se circula a baja velocidad. La velocidad angular máxima del módulo orientable es de 15°/s (grados/segundo).

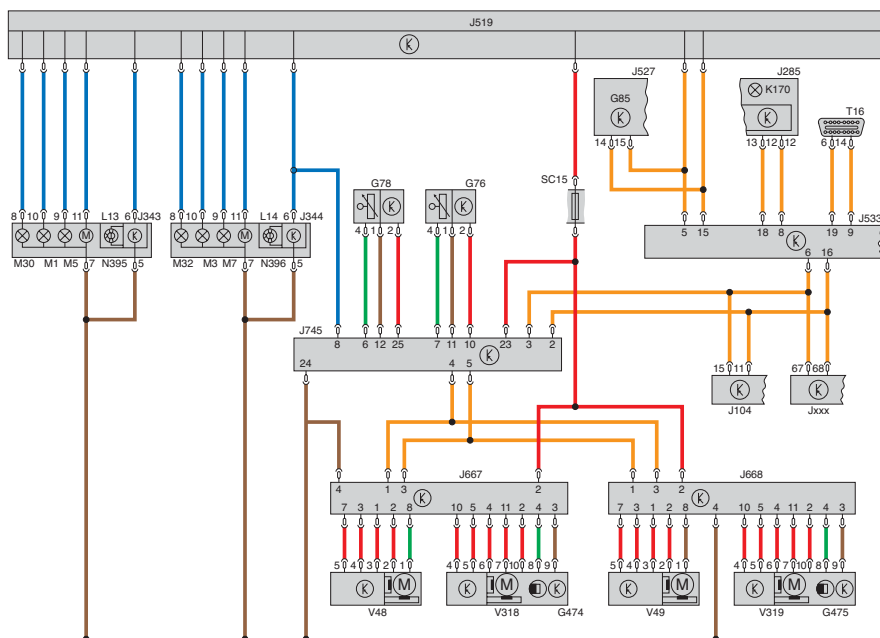
Cuando la unidad de control del AFS J445 ha calculado la posición teórica de los servomotores, envía el mensaje CAN-Bus correspondiente a los módulos de potencia J667/J668, que se encargan de alimentar a los motores paso a paso V318/V319 (figura 6.40). La regulación siempre se efectúa en los **dos faros conjuntamente**.

### recuerda

En los circuitos de iluminación gestionados electrónicamente, si se avería algún componente de alguno de los dos faros, se suspenderá automáticamente esta función.

#### CODIFICACIÓN DE COLORES

- Señal de entrada.
- Señal de salida.
- Alimentación de positivo.
- Masa.
- Señal bidireccional.
- CAN-Bus.



#### LEYENDA

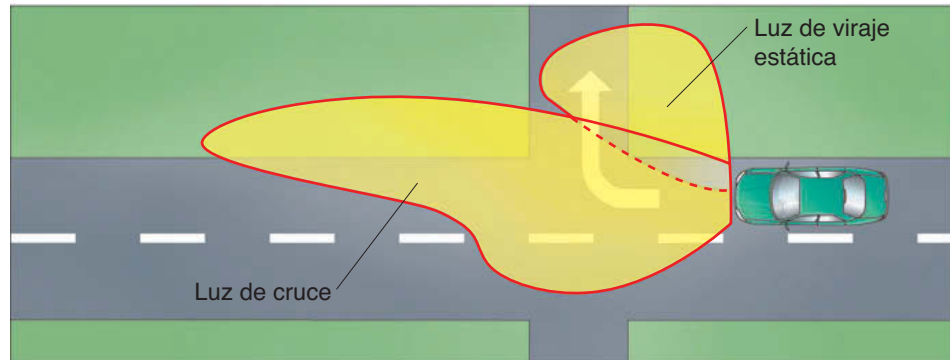
- E1 Conmutador de luces.
- G76-G78 Transmisor de nivel trasero/delantero.
- G85 Transmisor goniométrico de la dirección.
- G474-G475 Sensor de posición del módulo orientable izquierdo/derecho.
- Jxxx Unidad de control del motor.
- J104 Unidad de control del ABS.
- J285 Cuadro de instrumentos.
- J343-J344 Unidad de control para lámpara de descarga de gas izquierda/derecha.
- J519 Unidad de control de la red de a bordo.
- J527 Unidad de control de la columna de la dirección.
- J533 Gateway.
- J667-J668 Módulo de potencia izquierdo/derecho.
- J745 Unidad de control del AFS.
- K1 Testigo de luz de carretera.
- K4 Testigo de luces de posición.
- K170 Testigo de fallo de lámpara.
- L13-L14 Lámpara de descarga de gas izquierda/derecha.
- M30-M32 Lámpara de luz de carretera izquierda/derecha.
- N395-396 Electroimán de regulación de obturador izquierdo/derecho.
- V48-V49 Motor regulador del alcance de luces izquierdo/derecho.
- V318-V319 Servomotor de luz de viraje dinámica izquierdo/derecho.

↑ Figura 6.40. Esquema eléctrico de luz de viraje dinámica AFS (fuente Seat).

### Luz de curva con óptica estática

El sistema está compuesto por cuatro faros, de los cuales dos suministran la luz de carretera convencional y otros dos respectivamente iluminan la parte interior de la curva, en función de la velocidad.

Esta luz para curvas es controlada por un módulo, el cual calcula constantemente la correspondiente aceleración transversal del vehículo y conecta automáticamente el faro de curvas necesario de manera totalmente independiente.



↑ Figura 6.41. Luz de curva estática.



↑ Figura 6.42. Luz convencional.



↑ Figura 6.43. Luz de curva o viraje estática.

### recuerda

Para realizar un control de luz fiable, el sensor de lluvia y luz utiliza la información del fotodiodo central de luz infrarroja y del fotodiodo de luz visible. La combinación de ambos fotodiodos asegura un control eficaz de la luminosidad.

### 3.10. Encendido automático de luces

El encendido automático se realiza empleando un sensor de lluvia y luz G397, colocado en la parte superior del parabrisas.

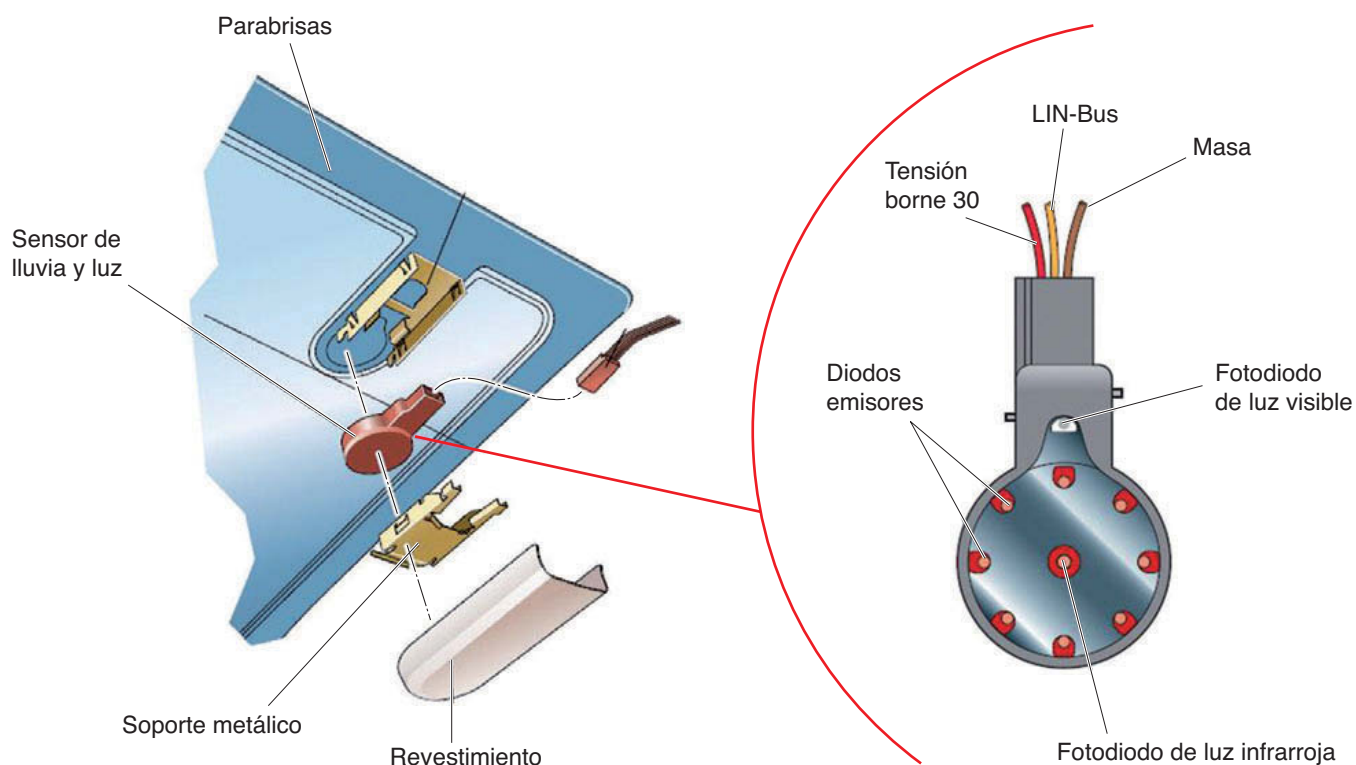
El sensor de lluvia y luz G397 informa a la unidad de control para la red de a bordo J519 de la cantidad de luz ambiental y de la existencia de líquido o suciedad sobre el parabrisas.

La información del sensor de lluvia y luz es utilizada por la unidad de control para la red de a bordo para efectuar las siguientes funciones:

- Encendido automático de luces en ausencia de luz ambiental.
- Salida de casa.
- Funcionamiento automático del limpiaparabrisas.
- Encendido automático de luces por lluvia.

El sensor está pegado al parabrisas del vehículo por su parte interior y lleva adosado un soporte metálico que sujeta un revestimiento plástico (figura 6.44).

La comunicación del sensor con la unidad de control para la red de a bordo se realiza a través de LIN-Bus.



↑ **Figura 6.44.** Sensor de lluvia y luz.

Para que el dispositivo de encendido automático funcione, el conmutador de luces E1 debe estar situado en la posición AUTO. Así se informa a la unidad de control para la red de a bordo de que tenga en cuenta los datos que recibe del sensor de lluvia y luz G379 a través de LIN-Bus.

El sensor de luz está diseñado para evitar la activación intermitente de las luces del vehículo cuando, por ejemplo, circula por debajo de un puente.

Si el conmutador de luces E1 está en posición AUTO, al funcionar los limpiaparabrisas de manera continua durante más de 5 segundos se encenderán las luces de cruce, posición y matrícula.

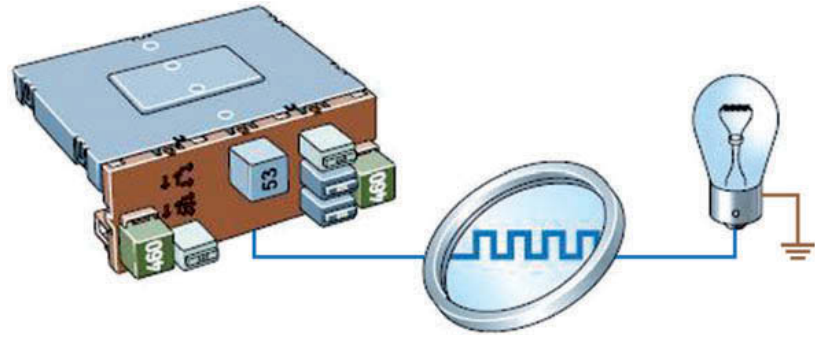
Si una vez activada la función, durante 255 segundos los limpiaparabrisas no funcionan, las luces se apagarán.

Esta función puede modificarse mediante la autodiagnos de la unidad de control para la red de a bordo.

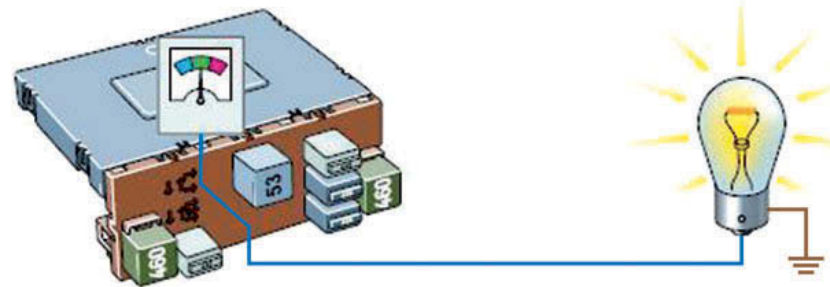
### 3.11. Dispositivo de control y vigilancia de lámparas

En los vehículos equipados con este sistema, la unidad electrónica de la red de a bordo diagnostica el circuito eléctrico de las luces exteriores y localiza las lámparas fundidas.

Existen dos tipos de control en función de si las lámparas se encuentran apagadas (diagnóstico en frío) (figura 6.45) o encendidas (diagnóstico en caliente) (figura 6.46).



↑ **Figura 6.45.** Diagnóstico de lámparas en frío (fuente Seat).



↑ **Figura 6.46.** Diagnóstico de lámparas en caliente (fuente Seat).

#### Diagnóstico en frío

La realiza la unidad al conectar el encendido con las lámparas que se encuentren apagadas, enviando seis pulsos de 5 ms a cada una de las lámparas.

Mediante el control de la caída de tensión de los pulsos, la unidad de la red de a bordo detecta si hay alguna avería en el circuito.

#### Diagnóstico en caliente

La unidad de control excita las lámparas que se encuentran encendidas a través de módulos semiconductores instalados en la propia unidad, controlando con ello el consumo de corriente y localizando de esta manera la existencia de una sobrecarga, un cortocircuito o una interrupción en el circuito.

#### Detección de averías

Al detectarse una anomalía en un circuito de luces exteriores, la unidad de la red de a bordo registra la avería en su memoria y la vuelca al CAN-Bus para que el cuadro de instrumentos a través del testigo K170 informe al conductor (figura 6.47).

En caso de reparación de la avería, la unidad lo detecta por medio del sistema de vigilancia y borra internamente la avería registrada en su memoria e informa al cuadro de instrumentos para que apague el testigo de fallo de lámparas.



↑ **Figura 6.47.**

## 4. Reglaje de los faros

La directiva europea 76/756/CEE, establece la inclinación inicial del haz luminoso de las luces de cruce, la inclinación correcta tiene que estar entre el 1% y 1,5% por debajo de la horizontal. Si el vehículo se encuentra con la carga máxima, entre 0,5% y 2,5%.

### 4.1. Reglaje manual de faros

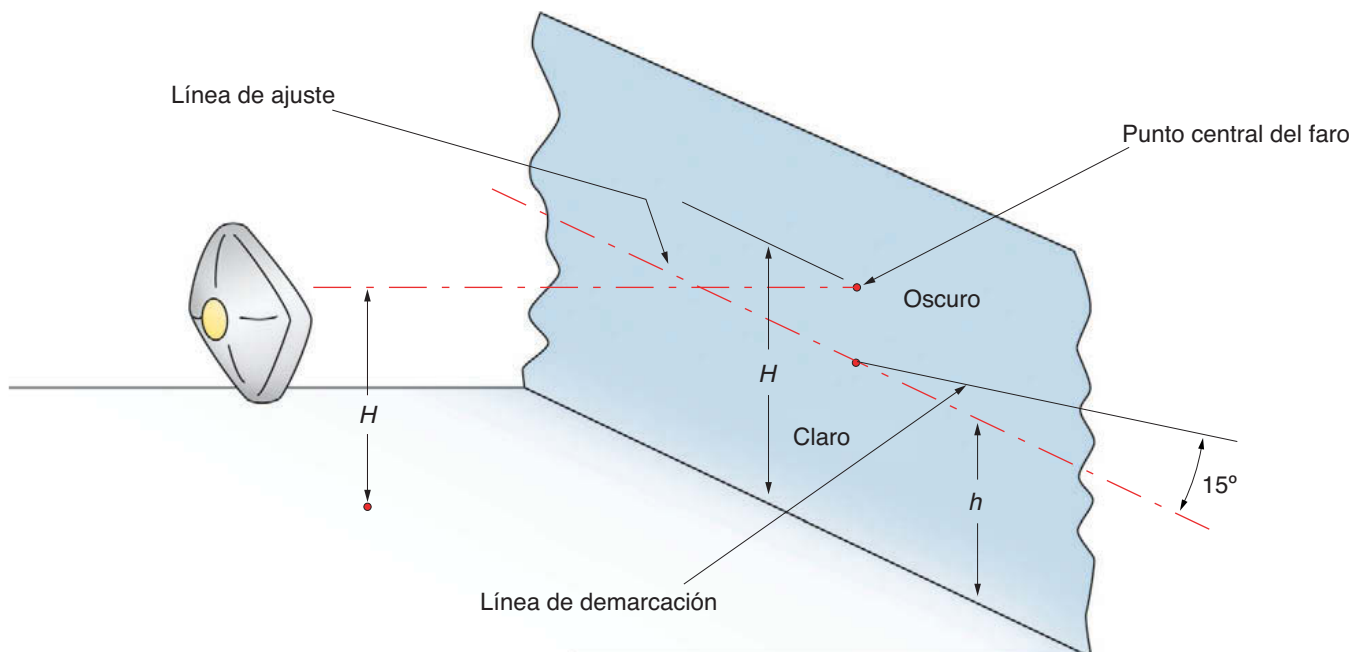
Antes de realizar el reglaje es necesario preparar el vehículo realizando lo siguiente:

- Comprobar que los neumáticos se encuentren inflados a la presión especificada.
- Cargar peso para simular las condiciones de marcha en turismos una persona o 75 kg en el asiento del conductor y rodar unos metros para equilibrar la suspensión.
- Colocar el vehículo en una superficie plana.
- Los faros se ajustarán de uno en uno; los que no se estén ajustando deberán estar tapados.
- En vehículos con regulador manual del alcance de luces, el mando deberá colocarse en la posición prescrita, generalmente en la posición de «vacío» o «0».

Con el vehículo preparado, el reglaje manual se realiza empleando una pantalla vertical de proyección o pared a 10 m de distancia del vehículo. Sobre la pantalla se traza una marca o punto central a una altura del suelo  $H$ , igual a la altura del centro del faro sobre el suelo y totalmente centrada con el faro. Se traza una línea horizontal de ajuste ( $h$ ) a una distancia de 10 cm por debajo del punto central (en vehículos normales), se transporta el punto central sobre la línea de ajuste, y a partir de este punto se marca la línea inclinada a  $15^\circ$  (véase figura 6.48).

#### saber más

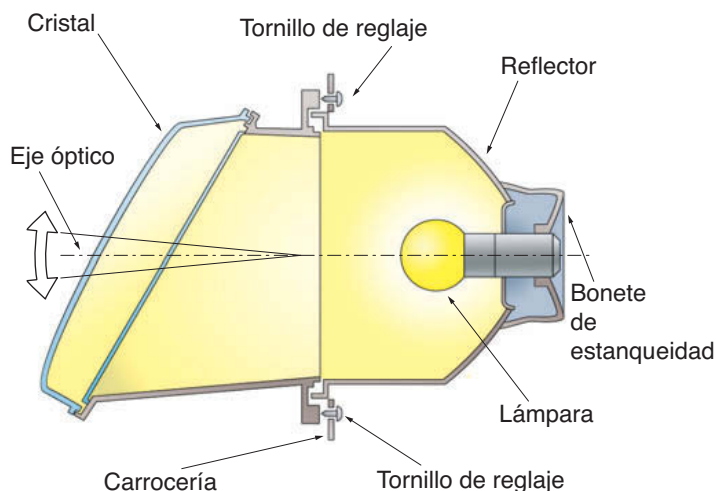
En los vehículos con suspensiones hidroneumáticas o neumáticas, para realizar el reglaje de faros se debe mantener el motor en marcha y la suspensión en la posición de marcha.



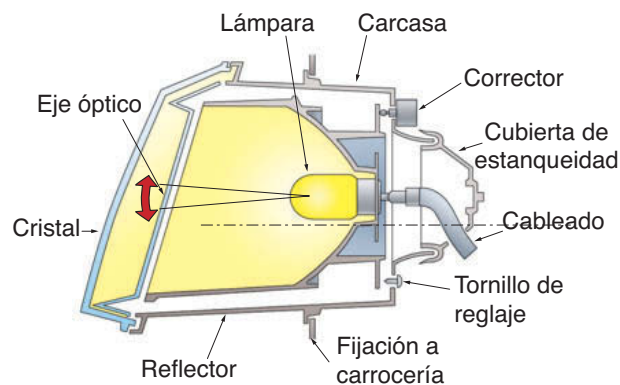
↑ **Figura 6.48.** Ubicación de las marcas de reglaje.

Con las líneas de reglaje marcadas, se regulan los faros por separado, tapando cada vez el faro sobre el cual no se va a actuar. La regulación de los faros se realiza actuando sobre los tornillos de reglaje o mecanismos de regulación que disponen los faros (figuras 6.49 y 6.50). Los faros se encuentran bien regulados cuando coincide el haz de luz sobre las marcas realizadas en la pantalla.





↑ Figura 6.49. Proyector de cristal móvil.



↑ Figura 6.50. Proyector de cristal fijo y reflector móvil.

La figura 6.49 representa un faro con regulación por desplazamiento del faro completo, sistema que emplean vehículos antiguos y en desuso por su mala aerodinámica. Los modelos actuales emplean faros con cristal fijo y reflector móvil (figura 6.50), en los cuales la regulación se realiza por desplazamiento del reflector solamente.

## 4.2. Luz de carretera

En los modelos que montan faros con lámparas bilux (doble filamento), al regular la luz de cruce quedan reguladas las luces de carretera.

Los faros de carretera independientes se regulan horizontal y simétricamente respecto al centro del faro y al punto central.

La luz de carretera debe ser simétrica respecto al plano vertical central, con el máximo de luz en el eje central del faro.

Con todos los faros encendidos, incluidos los adicionales, la intensidad luminosa máxima admisible es de 225.000 cd. Los faros de luz de carretera independientes sin ningún otro encendido nos proporcionan un tanto por ciento de esta cantidad, porcentaje que va reseñado. Esta medida se comprueba con un equipo apropiado.

## 4.3. Reglaje con reguladores de faros. Regloscopio

La preparación del vehículo es la misma que para realizar el reglaje manual. El regloscopio empleado en el reglaje está formado por una cámara óptica en la cual se aloja una lente condensadora, que concentra el haz de luz que el faro proyecta y una pantalla situada en el plano focal de la lente, sobre la cual se proyecta el haz de luz.

En la pantalla van marcadas el centro de la lente y las líneas de referencia para el ajuste de los faros, de modo que se puede ver en cada momento el centrado del haz de luz sobre la pantalla a través de una ventana dispuesta a tal efecto.

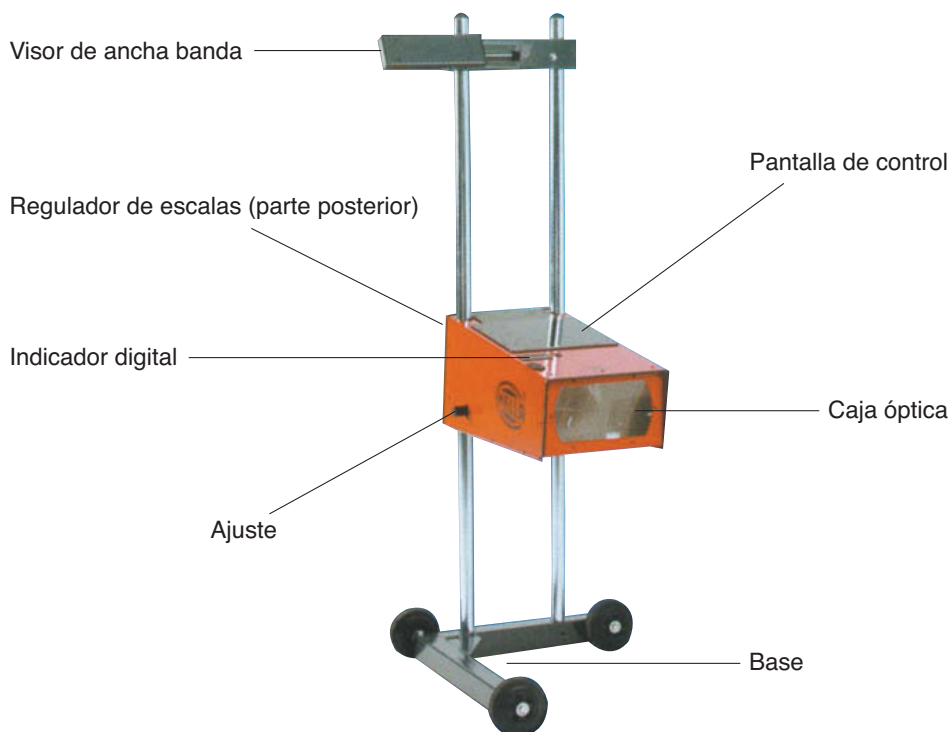
La medida de la intensidad luminosa se realiza por medio de un luxómetro incorporado en el equipo.

### recuerda

El luxómetro es el aparato que mide la intensidad luminosa en lux.

El lux es la unidad de medida del Sistema Internacional que equivale a la iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de un lumen por metro cuadrado. Su símbolo es «lx».

El regloscopio es necesario centrarlo delante del faro; para realizar el centrado, se emplea el visor y se toman como referencias partes planas del vehículo.



↑ Figura 6.51. Regulador de faros.

### Proceso de regulación

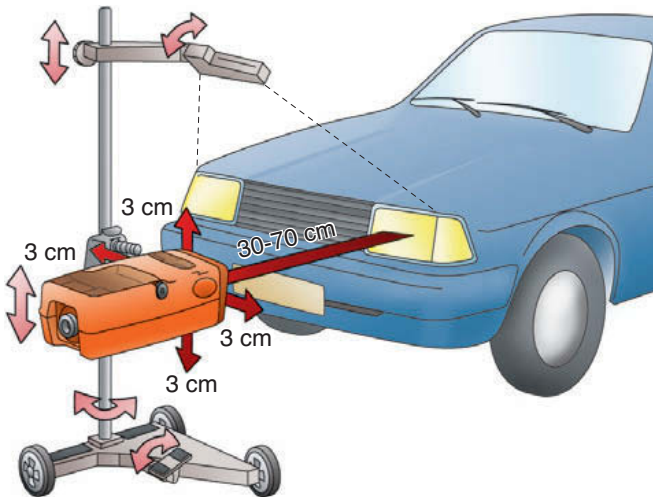
- Situar el vehículo en una zona nivelada del taller. La falta de nivel puede falsear las comprobaciones.
- En vehículos con suspensión neumática o hidráulica es preciso que el motor esté en marcha y colocada la palanca en posición de marcha normal, para que la altura del vehículo no sufra variaciones.
- Se coloca la cámara óptica en el centro del vehículo. Mirando a través del visor, se gira la cámara en sentido horizontal hasta lograr poner en equilibrio dos puntos laterales simétricos y el punto central del vehículo (figura 6.53).
- Desplazar el regloscopio y colocarlo delante del faro a una distancia entre 20 y 50 cm.
- Colocar la cámara óptica a la altura del faro ( $\pm 3$  cm) y si fuera necesario se regula la horizontalidad de la cámara, actuando sobre los dispositivos de regulación del regloscopio, subiéndolo o bajándolo (véase figura 6.52).
- Se procede a la lectura de la altura del faro; con esta medida se realiza la elección de la inclinación del haz luminoso (2,5% o 3%) actuando sobre el volante con escala.
- Encender las luces del faro que se quiere regular y proyectar el haz luminoso sobre la pantalla de control de la cámara óptica.
- Comprobar la línea de demarcación entre la zona clara y la zona oscura, creada por el haz antideslumbrante (luz de cruce), esta debe coincidir con la línea de ajuste.

### caso práctico inicial

El regloscopio es el equipo de medida que se emplea en las ITV para medir el alcance luminoso de la luz de cruce.



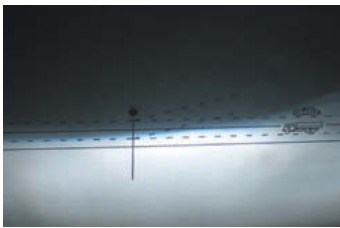
↑ Figura 6.52. Ajuste de altura del regloscopio.



↑ Figura 6.53. Centrado del regloscopio.



↑ Figura 6.54. Reglaje del faro.



↑ Figura 6.55. Haz luminoso proyectado en la pantalla del regloscopio.

Si el haz antideslumbrante no coincide con la línea de ajuste de la pantalla del regloscopio (figura 6.55): el faro no se encuentra bien regulado. Para ajustar el faro y regularlo correctamente se debe actuar sobre los tornillos de reglaje del faro (figura 6.54), subiendo o bajándolo según proceda.

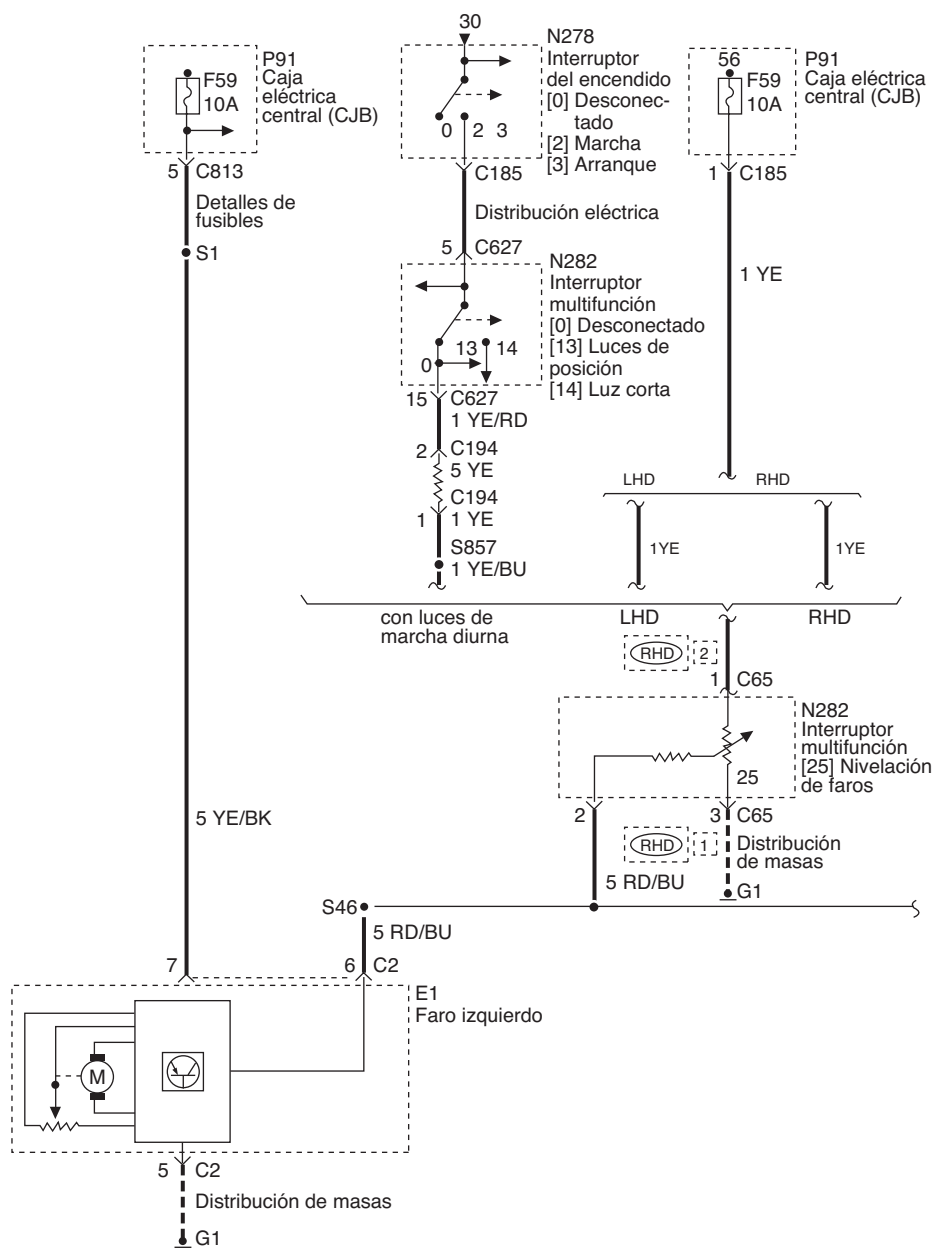
#### 4.4. Corrección del alcance luminoso

En los vehículos con suspensión mecánica con muelles y amortiguadores, al cargar el vehículo el haz de luz se eleva deslumbrando a los conductores de los vehículos que circulan en dirección contraria. Para evitar deslumbramientos, se monta una regulación del alcance de los faros manual, siendo obligatoria la regulación automática en los faros equipados con lámparas de xenón (apartado 3.8). Esta regulación viene estipulada según reglamento de la UE, y su ajuste básico oscila entre 1% y 1,5% con una persona colocada en el asiento del conductor.

La regulación manual se realiza a través de un conmutador de ajuste del alcance de luces con varias posiciones para compensar el estado de carga del vehículo, situado en el tablero de instrumentos para ser manipulado por el conductor (figura 6.56).



↑ Figura 6.56. Regulador de alcance luminoso.



↑ **Figura 6.57.** Esquema eléctrico del circuito de regulación manual empleado por el Ford Galaxy.

## ACTIVIDADES

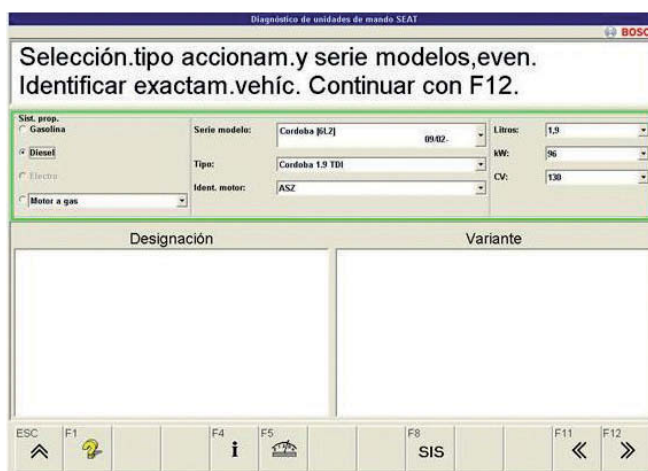
3. Prepara en el taller una zona para realizar el reglaje de faros sin regloscopio y realiza los siguientes apartados:
  - a. Busca una zona plana frente a una pared.
  - b. Marca los diez metros de distancia de los faros a la pared.
  - c. Marca la línea de faros sobre la pared y diez centímetros por debajo la línea de faros.
  - d. Marca los 15° de inclinación sobre la línea de faros.

## 5. Diagnóstico de circuitos de alumbrado con gestión electrónica

Los vehículos equipados con faros de xenón, bixenón y con sistemas de iluminación con óptica móvil (AFS) disponen de módulos electrónicos que gestionan el funcionamiento de todo el circuito. Todos los módulos dedicados a la iluminación se encuentran conectados entre sí y con la red CAN BUS del vehículo al resto de módulos (véase el esquema eléctrico de la figura 6.40).

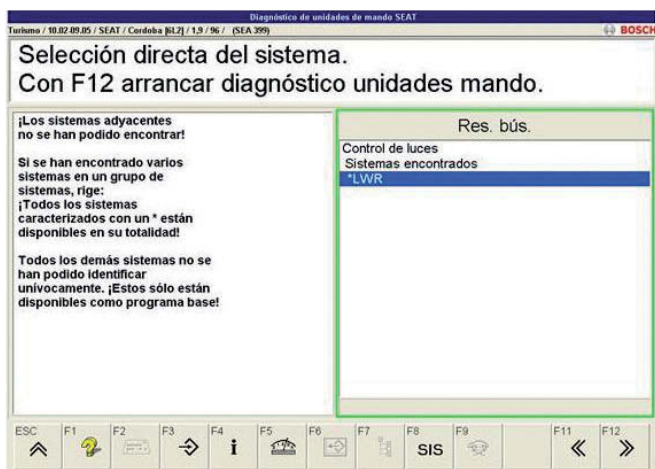
El reglaje de los faros, la localización y borrado de averías y el ajuste básico de los captadores, módulos y motores paso a paso de los faros se realiza con el equipo de diagnóstico siguiendo este proceso:

1. Conectar el equipo de diagnóstico al conector OBD del vehículo (figura 6.58).
2. Seleccionar el modelo en el equipo de diagnóstico.

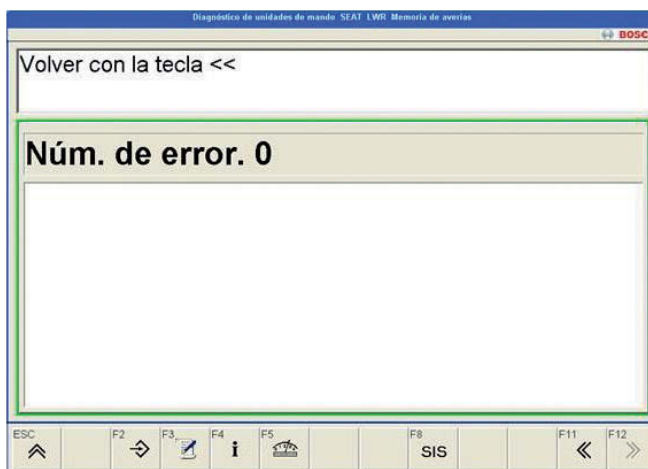


↑ Figura 6.58. Conectar el equipo al vehículo y seleccionar el modelo en el equipo de diagnóstico.

3. Seleccionar el circuito de control de luces e iniciar la búsqueda de la unidad de control (figura 6.59). El equipo encuentra el módulo LWR. Para seguir realizando ajustes es necesario leer la memoria de averías «Sin averías memorizadas. Núm. de error 0» (figura 6.60). Si el módulo tuviese averías es necesario solucionarlas y borrarlas de la unidad.



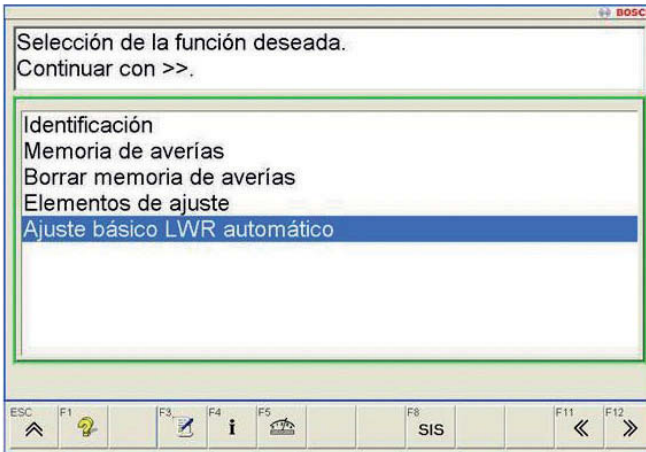
↑ Figura 6.59. Iniciar la búsqueda de la unidad de control.



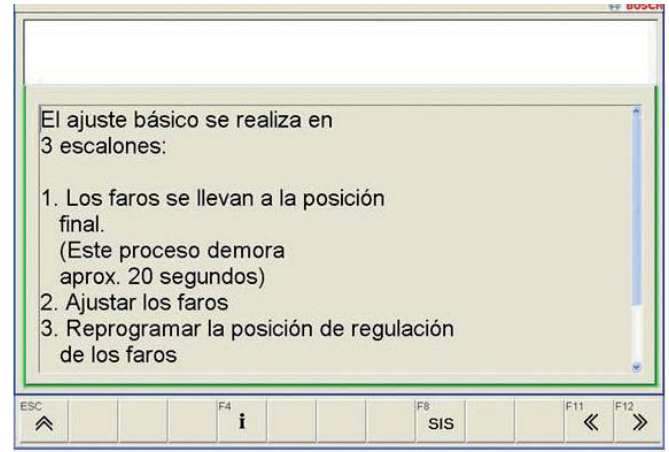
↑ Figura 6.60. La unidad no tiene averías.

4. Con la memoria libre de averías, el equipo de diagnóstico permite realizar «elementos de ajuste» y «Ajuste básico LWR automático».

El ajuste de los faros se realiza seleccionando el apartado «Ajuste básico LWR automático» (figura 6.61). El vehículo debe tener el motor parado y el encendido conectado, el ajuste básico (figura 6.62) se realiza en tres fases:



↑ Figura 6.61. Seleccionar Ajuste básico LWR auto.

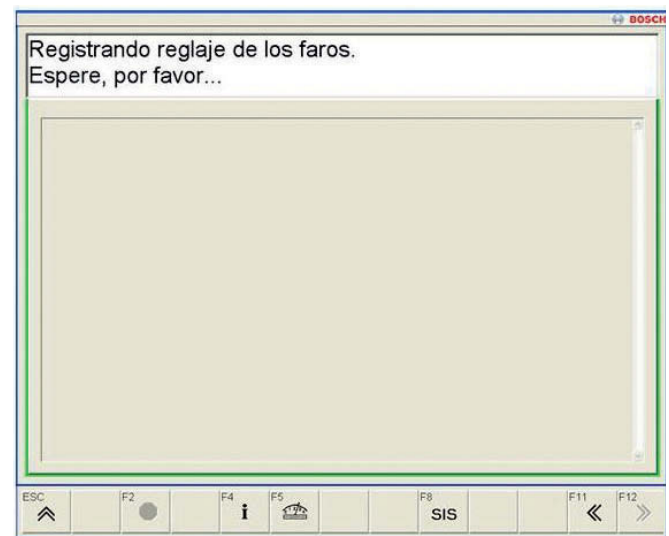


↑ Figura 6.62. Test de actuadores finalizado.

- 1ª El equipo de diagnóstico posiciona de forma automática los faros en alcance máximo permitido mecánicamente.
- 2ª Con los faros en posición de alcance máximo, se procede a regular los faros, actuando sobre los tornillos de reglaje del alcance de los faros y empleando el regloscopio (figura 6.63). Con los faros reglados es necesario memorizar esa posición.
- 3ª Memorizar la posición de los faros en el módulo de gestión de faros (figura 6.64).



↑ Figura 6.63. Reglaje de faros actuando en el tornillo.



↑ Figura 6.64. Memorizando la posición de los faros.

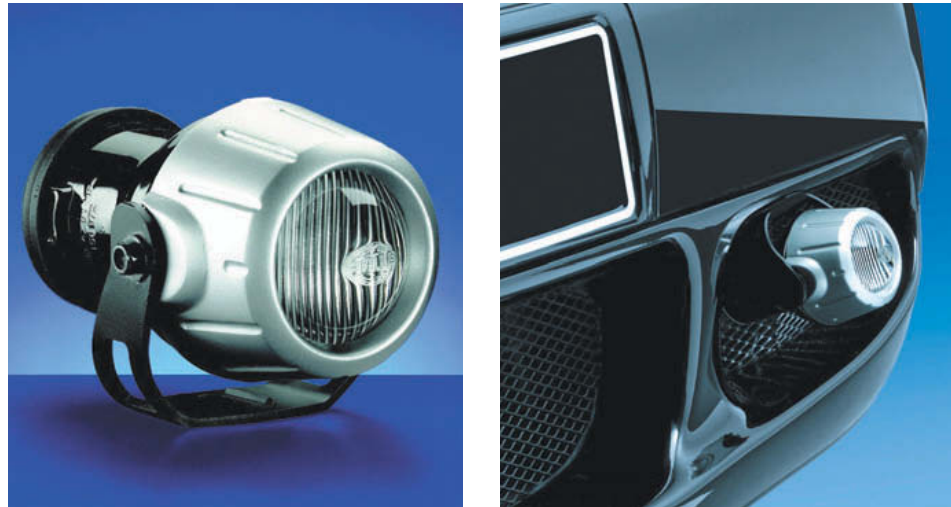
## 6. Faros antiniebla

### 6.1. Misión de los faros antiniebla

#### saber más

La directiva 76/756/CEE, el apartado IV del artículo 146 del código de circulación y en el reglamento general de vehículos en su anexo X, regulan la colocación de faros antiniebla en vehículos.

Las luces antiniebla se emplea para mejorar la visibilidad en circulación con condiciones meteorológicas o ambientales adversas: niebla, nevadas, lluvia abundante, etc. Los faros antiniebla delanteros mejoran el alumbrado de la calzada, y la luz antiniebla trasera es una ayuda para mejorar la visualización de la parte posterior del vehículo por los conductores de los vehículos que lo sucedan.

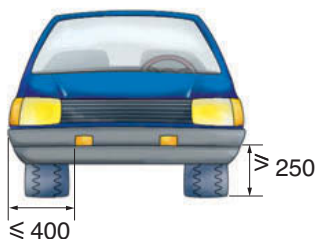


↑ **Figura 6.65.** Faro antiniebla y montaje en el vehículo.

### 6.2. Características y disposición de los componentes

Los faros delanteros antiniebla son opcionales, en cambio los pilotos traseros antiniebla son obligatorios en todos los vehículos automóviles que no sean ciclos ni motocicletas. La luz delantera será de color blanco o amarillo selectivo y la trasera roja. Los faros y pilotos traseros deben cumplir las siguientes condiciones:

- Los faros delanteros se colocarán de forma simétrica.
- La distancia mínima de la superficie iluminante respecto al suelo ha de ser como mínimo, de 250 mm y no estará por encima de los proyectores de cruce.
- Los faros deben ser colocados lo más cerca posible del borde exterior del vehículo, y como máximo a 400 mm de este. Se permite una distancia superior, siempre que los faros antiniebla solo alumbren estando encendida la luz de cruce.
- Los faros antiniebla deben alumbrar solo si como mínimo están conectadas las luces de posición. En el tablero se indica su puesta en servicio mediante un piloto de color verde.



↑ **Figura 6.66.** Situación de los faros antiniebla delanteros.

Los faros antiniebla están formados por un reflector parabólico, la lámpara se encuentra centrada y su filamento se sitúa en el foco, de modo que la luz proyectada salga de forma paralela a su eje. El faro está cerrado en su parte anterior mediante el cristal difusor, que dispersa el haz luminoso de forma horizontal abriéndolo hacia los lados. La forma cuadrada o redonda del faro no influye en el rendimiento luminoso, por el contrario el tamaño y la distancia focal sí son determinantes.

### 6.3. Funcionamiento del circuito

El vehículo puede disponer de antinieblas delanteros y traseros o solamente traseros. En la figura 6.67 se muestra el esquema eléctrico de los faros delanteros de un modelo Renault, el circuito se alimenta desde la pletina de servicio (299) a través del cable 211 BE de color azul. Al pulsar el mando de luces de niebla delantero (122), la salida de la corriente se realiza por el pin 2 hasta el relé de luces de niebla (231); la excitación del relé provoca que se cierre el contacto del relé para alimentar con corriente positiva directa desde la batería (107) a las lámparas de los faros antiniebla delanteros (176 y 177). Las lámparas cierran el circuito a masa por el cable 282 y 283 a través del conector R33 y el punto de masa MB.

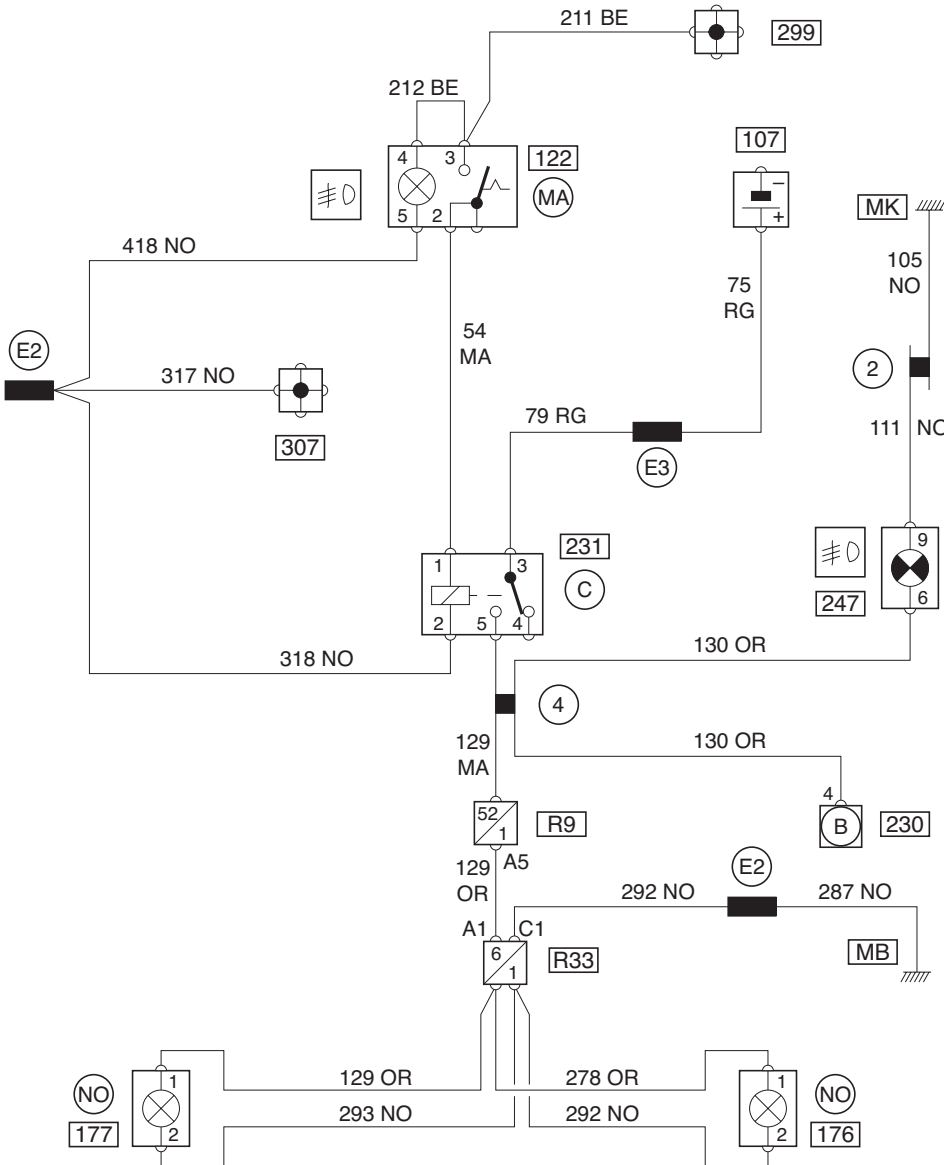
En el cuadro de instrumentos (247) con el circuito conectado, se ilumina la lámpara indicadora.

El circuito de luces antiniebla traseras y delanteras, solamente funcionan con las luces de cruce conectadas.

#### saber más

#### Código de colores de cables y conectores de Renault

- BA-Blanco
- BE-Azul
- BJ-Beige
- CY-Cristal
- GR-Gris
- JA-Amarillo
- MA-Marrón
- NO-Negro
- OR-Naranja
- RG-Rojo
- SA-Salmón
- VE-Verde
- VI-Violeta



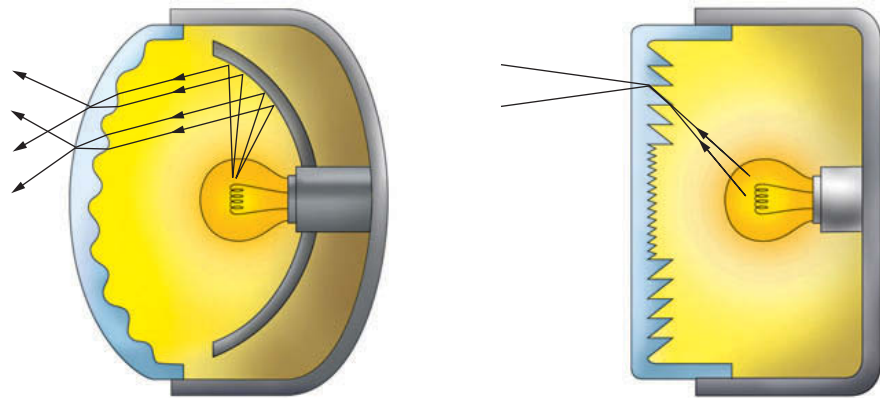
↑ Figura 6.67. Esquema de faros antiniebla delanteros (fuente Renault).



## 7. Faros de luz día

Los faros de luz día se encuentran regulados por la norma 76/756/CEE. Son faros adicionales, que mejoran la visibilidad del sistema de alumbrado, reduciendo de forma importante las colisiones entre vehículos, hasta un 45%, por falta de visibilidad. Las características y propiedades de los faros son similares a los antinieblas y el montaje y ajuste es el mismo que para la luz de carretera. Los faros de luz día no deben deslumbrar a los otros vehículos. El encendido y apagado se realiza de forma automática, empleando un relé que se alimenta con corriente al girar la llave de contacto, las luces están encendidas siempre que el contacto se encuentre dado.

Los faros adicionales siguen dos modelos constructivos: sistema convencional, en el cual el faro está provisto de reflector y cristal difusor (véase figura 6.68), y faros con óptica de Fresnel, los cuales no incorporan reflector y en los que la luz no es reflejada sobre el difusor, siendo este de un tallado especial en forma de dientes de sierra que refractan el haz luminoso producido por la lámpara en la dirección deseada (ver figura 6.69); son de bajo rendimiento.



↑ **Figura 6.68.** Faro convencional con reflector.    ↑ **Figura 6.69.** Faro con óptica de Fresnel.

La tendencia actual en los nuevos modelos es sustituir los faros con lámparas por diodos led tipo luz día, que se colocan dentro del faro (figura 6.70).

### saber más

#### Normativa Luz día

Desde el 7 de febrero del 2011 los nuevos modelos de coche y camioneta que se comercialicen en toda la Unión Europea deberán estar equipados con luces diurnas que se encienden de manera automática al tiempo que el motor, la nueva directiva está pensada para mejorar la seguridad en las carreteras. La norma será también obligatoria para camiones y autobuses a partir de agosto de 2012.



↑ **Figura 6.70.** Faro de luz día con diodos.

## 8. Averías en los circuitos de alumbrado

Las averías más comunes de los circuitos de alumbrado de un vehículo las podemos resumir en el siguiente cuadro:

Avería	Causas posibles
La intensidad de los faros se atenúa cuando el motor funciona al ralentí o al parar el motor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cables de batería flojos o corroídos.</li> <li>– Correa del alternador floja o desgastada.</li> <li>– Salida de corriente del sistema de carga demasiado baja.</li> <li>– Batería sulfatada o en corto.</li> <li>– Circuito de masa del alumbrado defectuoso.</li> <li>– Las bombillas de ambos faros están defectuosas.</li> </ul>
Las bombillas de los faros se funden frecuentemente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Salida de tensión de carga demasiado alta.</li> <li>– Terminales del circuito flojos o corroídos.</li> <li>– Soportes del faro deteriorados o rotos, sometidos a vibraciones.</li> </ul>
Los faros se atenúan con el motor en funcionamiento a velocidades superiores al ralentí.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Salida de tensión de carga demasiado baja.</li> <li>– Circuito de masa de iluminación defectuoso.</li> <li>– Resistencia elevada del circuito de los faros.</li> <li>– Las bombillas de ambos faros están defectuosas.</li> </ul>
Los faros destellean de forma aleatoria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Circuito de masa de iluminación defectuoso.</li> <li>– Resistencia elevada del circuito de los faros.</li> <li>– Terminales del circuito flojos o corroídos.</li> </ul>
Los faros no iluminan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No llega voltaje suficiente a los faros.</li> <li>– Falta de masa en los faros.</li> <li>– Conmutador de faros defectuoso.</li> <li>– Fusible de los faros fundido.</li> <li>– Terminal del conector o empalme de cables roto en el circuito de los faros.</li> <li>– Las bombillas de ambos faros están defectuosas.</li> </ul>
Se enciende la luz indicadora de avería, en los vehículos con circuitos gestionados con módulos electrónicos, luces xenón y AFS.	Averías en los circuitos electrónicos, es necesario conectar el equipo de diagnóstico para localizar las averías memorizadas.



↑ **Tabla 6.2.**



## ACTIVIDADES FINALES

- 1. ¿Qué distancia deben respetar las luces de posición en su colocación sobre el vehículo?
- 2. ¿De qué potencia es generalmente la lámpara que utilizan las luces de posición?
- 3. ¿Para qué se utilizan las luces de gálibo?
- 4. Diseña y dibuja en un DIN A4 un esquema del circuito de alumbrado (carretera y cruce) y explica su funcionamiento.
- 5. ¿Qué condiciones debe cumplir la luz que emiten los faros de carretera?
- 6. Describe un reflector FF.
- 7. Relaciona las ventajas de los faros de xenón.
- 8. ¿Cuáles son los componentes de los faros de xenón?
- 9. ¿En qué circunstancias se deben conectar las luces antiniebla?
- 10. Diseña y dibuja en un DIN A4 un esquema del circuito de luces antiniebla y explica su funcionamiento.
- 11. Explica cómo se realizan las luces de cruce y carretera en los faros bixenón.
- 12. Explica el funcionamiento del sistema automático corrector del alcance luminoso de los faros de xenón.
- 13. Explica el funcionamiento del dispositivo de control de las lámparas fundidas.
- 14. Sobre un vehículo automóvil, realiza el proceso de desmontaje y montaje de los faros de alumbrado.
- 15. En el taller y sobre una pared adecuada o un tablero a tal efecto, realiza el proceso manual de reglaje de los faros.
- 16. Realiza el reglaje de faros de xenón con un equipo de diagnosis y un regloscopio.
- 17. Con un polímetro, verifica la tensión que reciben las lámparas de posición y cruce, y dictamina si es la correcta.
- 18. Sustituye las lámparas de los circuitos de posición de cruce y de carretera. Anota las potencias de cada una.
- 19. Localiza los fusibles de los circuitos de posición, cruce, carretera y antinieblas y realiza una tabla con la potencia de las lámparas del ejercicio anterior y los amperios del fusible.
- 20. Realiza el croquis en un DIN A4 del circuito eléctrico de posición sin relés y realízalo prácticamente sobre un panel, empleando los siguientes componentes: batería, llave de contacto, interruptor multifunción, caja de fusibles, lámparas, cables aislados, terminales, etc.
- 21. En el circuito del ejercicio anterior protege el interruptor del circuito de posición con un relé.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

**1. ¿Qué misión tienen las luces de gálibo?**

- a. Alumbrar la calzada.
- b. Alumbrar la calzada marcha atrás.
- c. Señalar la anchura del vehículo.
- d. Señalar la anchura y la altura del vehículo.

**2. ¿A qué distancia del suelo deben estar los centros de los faros de las luces de carretera y cruce?**

- a. La distancia está comprendida entre 0,5 y 1,2 metros.
- b. La distancia está comprendida entre 0,5 y 1,5 metros.
- c. La distancia está comprendida entre 1,2 y 1,5 metros.
- d. La distancia está comprendida entre 0,25 y 0,5 metros.

**3. ¿Qué duración aproximada en horas, de funcionamiento tienen las lámparas de xenón?**

- a. 250 h.
- b. 500 h.
- c. 2.500 h.
- d. 1.000 h.

**4. En un vehículo que equipe faros bixenón, ¿cómo se realiza la función de ráfaga?**

- a. Los faros bixenón no disponen de función ráfaga.
- b. Los faros bixenón disponen de una lámpara halógena tipo H7 que realiza la función ráfaga.
- c. El faro bixenón realiza la función ráfaga encendiéndose y apagándose.
- d. El faro bixenón dispone de un motor que eleva el faro y simula la función ráfaga.

**5. ¿Qué mide un luxómetro?**

- a. La tensión del circuito.
- b. La intensidad eléctrica.
- c. La intensidad lumínica.
- d. La potencia del faro.

**6. ¿Qué conector se emplea para conectar el equipo de diagnóstico al vehículo?**

- a. El conector de masa.
- b. El conector de corriente positivo.
- c. El conector ABC.
- d. El conector OBD.

**7. ¿Qué tipo de lámparas son denominadas bilux?**

- a. Lámparas de doble filamento.
- b. Lámparas de un filamento.
- c. Lámparas H1.
- d. Lámparas por descarga de gas.

**8. Si los faros destellean de forma aleatoria...**

- a. La batería puede estar sulfatada o en corto.
- b. Los terminales del circuito puede estar flojos o corroídos.
- c. No llega voltaje a los faros.
- d. El conmutador de faros es defectuoso.

**9. ¿Cuál es la anchura del haz de luz sobre la calzada con lámparas halógenas?**

- a. Entre 100 y 150 m.
- b. Entre 50 y 150 m.
- c. Entre 30 y 50 m.
- d. Menos de 30 m.

**10. En los circuitos eléctricos, ¿qué significa el número 15?**

- a. Positivo directo de batería.
- b. Masa.
- c. Salida de corriente de un relé.
- d. Positivo después de llave de contacto de batería.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Polímetro digital o voltímetro de electricista del automóvil
- Lámpara en serie
- Equipo de herramientas de electricista

## MATERIAL

- Vehículo con circuito de luces en funcionamiento o maqueta
- Esquema eléctrico del circuito

## Localización guiada de averías en los circuitos de alumbrado

### OBJETIVOS

- Aprender a seguir los circuitos eléctricos, realizando las medidas de tensión en los puntos que sea necesario.
- Se realizará como ejemplo en el circuito de posición y cruce.

### PRECAUCIONES

- Tener cuidado con los equipos de medida, seleccionar las escalas adecuadas.
- Proteger los circuitos con fusibles y respetar la polaridad evitando cortocircuitos.

### DESARROLLO

Con la batería conectada y en perfecto estado de carga se realizan dos procesos guiados de localización y estado de componentes, así como el seguimiento del recorrido de la corriente.

#### PROCESO A.

1. Localiza el fusible y el relé del circuito de alumbrado de cruce, comprobando que no se encuentra fundido. Hay corriente en la entrada y salida del fusible.
2. Conecta el conmutador de luces de posición y cruce y coloca el conmutador de la columna de dirección en posición luz de cruce (figura 6.71).
3. Desconecta el conector principal del faro.
4. Con una lámpara en serie, comprueba que llegue la tensión al cable de la luz de cruce en el conector del faro (figura 6.72).



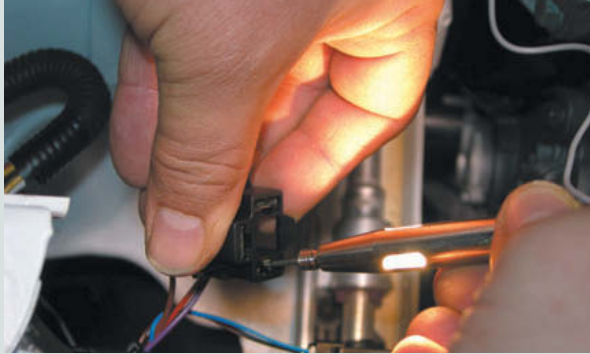
↑ **Figura 6.71.** Conmutador de luces de posición y cruce.



↑ **Figura 6.72.** Conector de faros y lámpara de pruebas.

5. Si llega corriente al pin del conector de faros la lámpara luce (figura 6.72), desconecta el conector de la lámpara la alimentación en la conexión del cruce (figura 6.73).
6. Por último, desmonta y comprueba la resistencia de los filamentos de la lámpara con un polímetro función óhmetro.

7. Una vez localizado el fallo en la lámpara, cambia la lámpara fundida por una nueva, monta la lámpara (figura 6.74) y coloca los conectores correctamente.



↑ **Figura 6.73.** Comprobar la alimentación de cruce.



↑ **Figura 6.74.** Sustituir la lámpara fundida.

**PROCESO B.** Si se dispone de polímetro, las comprobaciones son más fiables que con la lámpara de pruebas.

1. Conecta el polímetro seleccionando la escala de voltios V (DC).
2. Coloca la punta de prueba negra a masa y la roja al contacto adecuado (según esquema) del conector del mazo de cables y mide la tensión.
3. Comprueba la tensión con el motor en funcionamiento y determina según el cuadro de averías en el sistema de alumbrado del epígrafe 8, si existe alguna otra anomalía en el circuito (tensión de alimentación baja, correcta o tensión muy alta).



↑ **Figura 6.75.** Tensión de alimentación baja.



↑ **Figura 6.76.** Tensión de alimentación correcta.



↑ **Figura 6.77.** Faro completo montado.



↑ **Figura 6.78.** Luz de posición encendida.

## MUNDO TÉCNICO

### Mercedes-Benz lanza el sistema de «luces inteligentes», adaptables a la conducción y la meteorología

La firma automovilística Mercedes-Benz ha lanzado como opción para su modelo Clase E el sistema de «luces inteligentes», una nueva generación de faros adaptativos que iluminan en función de la conducción y de las condiciones atmosféricas, informó hoy la empresa.

Los nuevos faros aumentan en 50 metros la distancia de iluminación e incluyen las luces direccionales, las luces para curvas y las luces antiniebla ampliadas, para mejorar la iluminación en los arcones.

A partir de 90 kilómetros por hora, los nuevos faros iluminan en dos fases: en la primera etapa, la potencia de las luces bixenón aumenta de 35 a 38 vatios, y en una segunda fase, el faro derecho aumenta su alcance al superar los 110 kilómetros por hora.

El resultado es un cono uniforme de luz que ilumina la calzada en toda su anchura a una distancia de 120 metros. En el centro del cono, el conductor es capaz de ver 50 metros más lejos que con las luces convencionales.

Por su parte, los antinieblas ampliados proporcionan una mejor orientación en condiciones atmosféricas de visibilidad muy reducida. Si esta es menor de 50 metros, el coche circula a menos de 70 kilómetros y el conductor enciende los faros antiniebla; el faro bixenón izquierdo del Clase E gira ocho grados a la izquier-

da y, simultáneamente, baja el cono de luz.

De esta forma, el lado contrario de la calzada se ilumina mejor y al mismo tiempo, el haz de luz más ancho reduce el deslumbramiento por niebla. Los nuevos antinieblas siguen encendidos mientras no se superen los cien kilómetros por hora.

Los ingenieros de Mercedes-Benz también han mejorado las denominadas luces activas que se estrenaron por primera vez en la Clase E en primavera de 2003. El ángulo de giro de los faros ha pasado de 12 a 15 grados, mejorando así la iluminación en curvas cerradas. Con la función luces activas, que funciona tanto en luz de cruce como en luz de carretera, las lámparas bixenón siguen automáticamente el giro del volante. El alumbrado de la calzada mejora hasta un 90% en curvas.

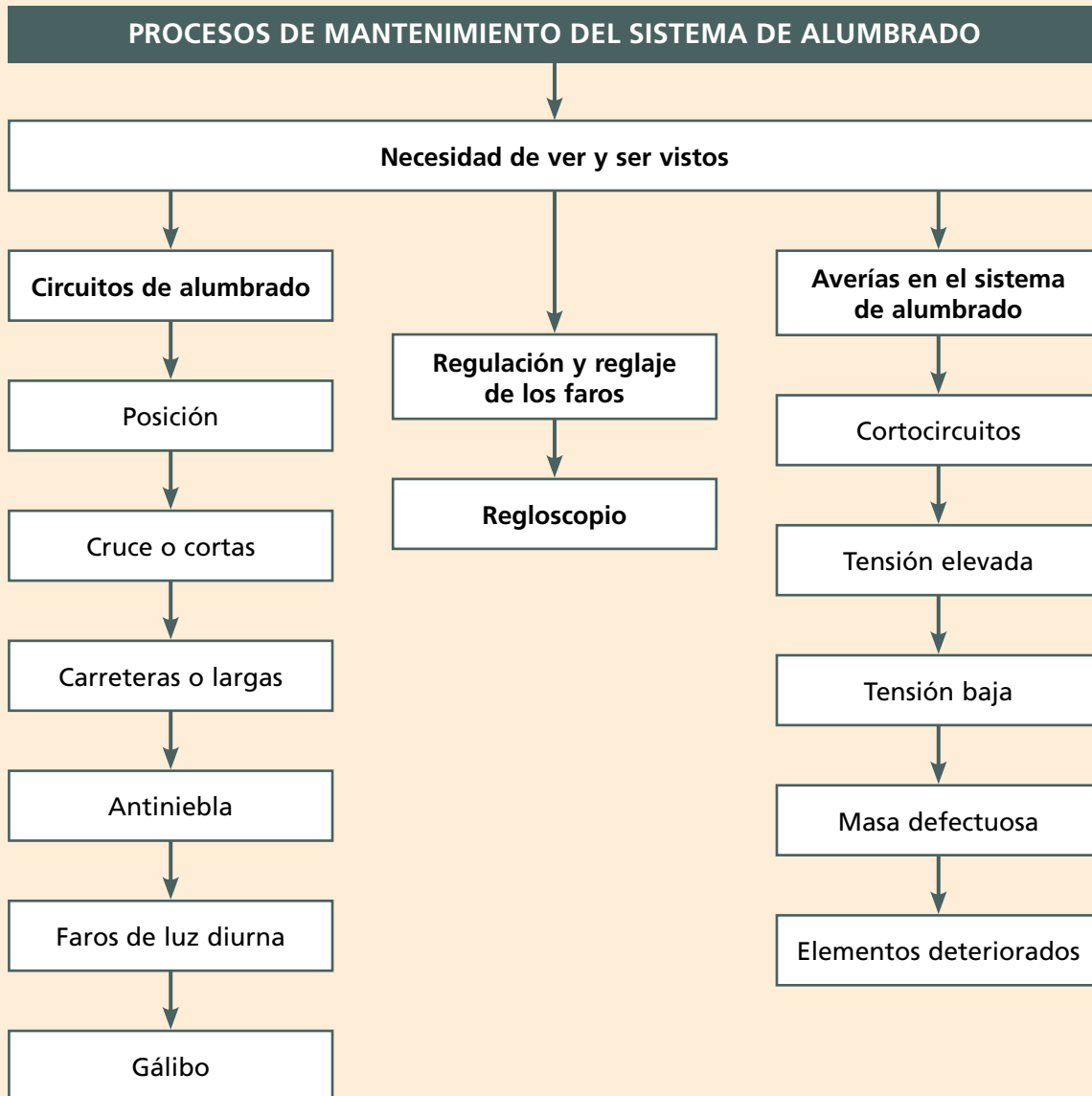
El precio del sistema de «luces inteligentes» de Mercedes-Benz oscila entre los 620,80 euros y los 1.386,24 euros, en función de la línea de acabado.

Fuente: Madrid, 17 (Europa Press)



↑ **Figura 6.85.** Sistema de luces inteligentes.

# EN RESUMEN



## entra en internet

- 1. Busca más información de lo tratado en la unidad en las siguientes páginas:
  - <[www.hella.es](http://www.hella.es)>
  - <[www.philips.com/automotive](http://www.philips.com/automotive)>
  - <[www.valeo.com](http://www.valeo.com)>
  - <[www.osram.es](http://www.osram.es)>



# 7

# Mantenimiento de los sistemas de señalización

## vamos a conocer...

1. El circuito de intermitencias
2. El circuito de emergencias
3. El circuito de luz de frenado
4. Circuito de luz de marcha atrás
5. Circuitos eléctricos centralizados e interconectados con la red CAN-Bus

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Reparar la avería del circuito de intermitentes y sustituir el relé de intermitencias

Montaje de gancho y conector para un remolque, 12N 7 polos con centralita

### MUNDO TÉCNICO

Presentación del Volkswagen Eos descapotable

## y al finalizar esta unidad...

- Interpretarás los esquemas normalizados relativos a los circuitos de señalización y maniobras.
- Identificarás los componentes de los circuitos.
- Conocerás el funcionamiento de los circuitos de señalización y maniobra.
- Aprenderás a reparar los componentes o parte de los circuitos que tengan averías.
- Realizarás la instalación de los circuitos eléctricos estudiados, en una maqueta o en un automóvil.

## situación de partida

Antonio se acaba de comprar, de segunda mano, una furgoneta Volkswagen Caddy TDi que no tiene gancho para el remolque.

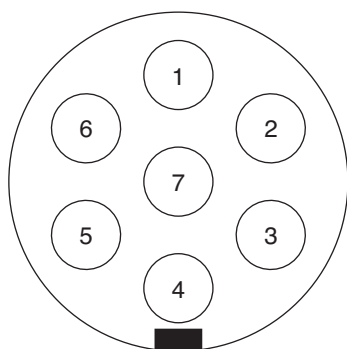
Antonio quiere que su Volkswagen Caddy pueda enganchar un remolque y decide instalarle un gancho y su correspondiente conector eléctrico homologado. Para realizar la instalación visita su taller de confianza y habla con Miguel Garrote, jefe de taller del servicio Bosch, sobre el tiempo que el vehículo debe estar en el taller y sobre los distintos ganchos que se pueden montar en el vehículo.

Miguel le realiza el presupuesto de dos tipos de ganchos: el suministrado por el fabricante del vehículo que es original y el gancho de un fabricante multimarca, «Enganches de Aragón».

Estudiados los presupuestos, Antonio decide montar el gancho de la empresa multimarca que tiene una muy buena relación calidad precio.

El modelo de gancho que se montará al Volkswagen Caddy TDi es el «ARAGON 500» para base de 12N y 7 Polos con centralita, Miguel le ha informado también del conector de 13 Polos, más completo y que se emplean principalmente en los vehículos que arrastran caravanas.

a)

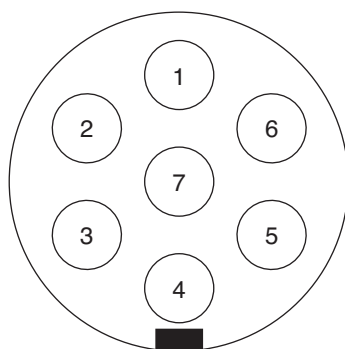


↑ Conexión macho carro.

### CLAVIJA Y BASE DE 7 HILOS:

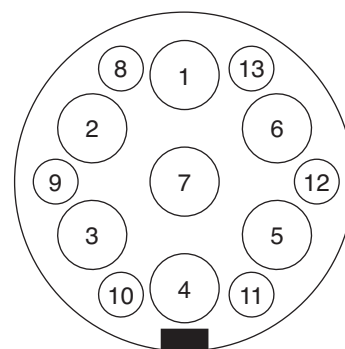
1. (L): Indicador de dirección izquierdo. Cable color amarillo.
2. (54g): Alimentación positiva permanente. Cable color azul.
3. (31): Masa. Cable color blanco.
4. (R): Indicador de dirección derecho. Cable color verde.
5. (58R): Luz de posición derecha. Cable de color marrón.
6. (54): Luz de frenado. Cable color rojo.
7. (58L): Luz de posición izquierda. Cable color negro.

b)



↑ Conexión hembra coche.

c)



↑ Conexión coche 13P.

1. (L): Indicador de dirección izquierdo. Cable color amarillo.
2. (54g): Luz retro-niebla. Cable color azul.
3. (31L): Masa para circuitos del nº 1 al 8. Cable color blanco.
4. (RL): Indicador de dirección derecho. Cable color verde.
5. (58RL): Luz de posición derecha. Cable de color marrón.
6. (54I): Luz de frenado. Cable color rojo.
7. (58II): Luz de posición izquierda. Cable color negro.
8. Luz de marcha atrás. Cable de color gris.
9. Alimentación positiva permanente. Cable color marrón-azul.
- 10, 11 y 12 A falta de ser asignado.
13. Masa para circuitos del nº 9 al 13. Cable color negro-blanco.

## estudio del caso

Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.

1. ¿Crees que es necesario sincronizar las luces del remolque con las luces del vehículo?
2. ¿El conector eléctrico para el alumbrado del carro, debe estar homologado o se puede emplear cualquier conector?
3. De los dos conectores que puede montar en el VW Caddy, ¿qué conector es más completo?
4. Cuando se conectan las luces de emergencia con el conector de 7 polos, ¿qué pin del conector hembra del coche se emplea para la corriente positiva?

# 1. El circuito de intermitencias

## 1.1. Misión del circuito de intermitencias

El circuito de intermitencias también se conoce como circuito indicador de giro o maniobra. El circuito tiene como misión a los conductores y peatones de que se va a realizar un cambio de dirección o la incorporación a otro carril distinto al que transitamos.

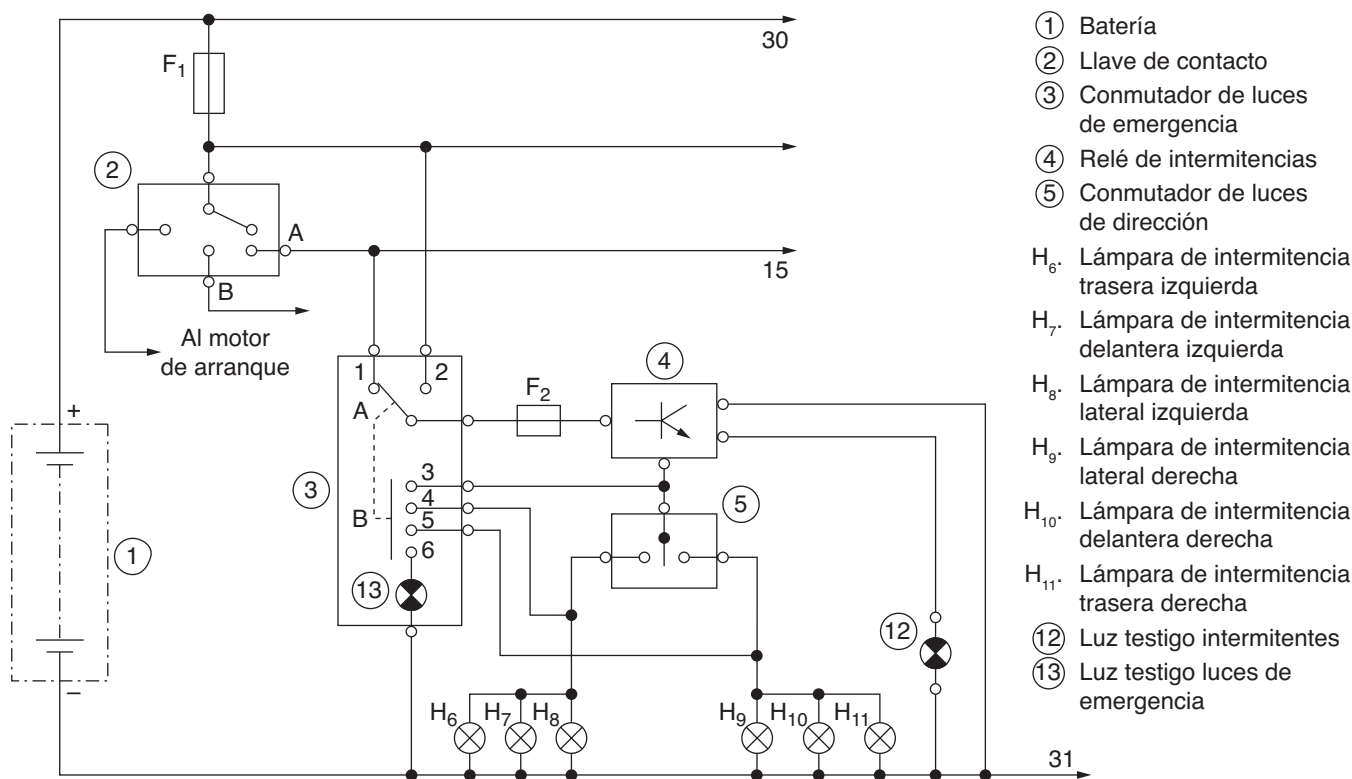
## 1.2. Normativa aplicable

El circuito de intermitencias se encuentra regulado en la norma 76/756/CEE y en el código de circulación, en su artículo 147, punto III. La normativa obliga a los vehículos de cuatro ruedas y aquellos que alcanzan una velocidad máxima superior a 25 km/h, a instalar un dispositivo que emita señales ópticas en los cambios de dirección. Estas señales ópticas se encuentran emparejadas en la parte izquierda o derecha del vehículo y deben tener una frecuencia de  $90 \pm 30$  impulsos /min; serán perfectamente visibles por delante y por detrás.

Si falla una luz intermitente, las restantes deben seguir dando destellos perceptibles. El circuito dispone de una lámpara de control en el tablero de a bordo, que emite una señal óptica intermitente, que indica que el circuito está funcionando.

## 1.3. Funcionamiento del circuito

Un circuito de intermitencias y emergencias elemental con relé está formado por los componentes que aparecen en la figura 7.1.



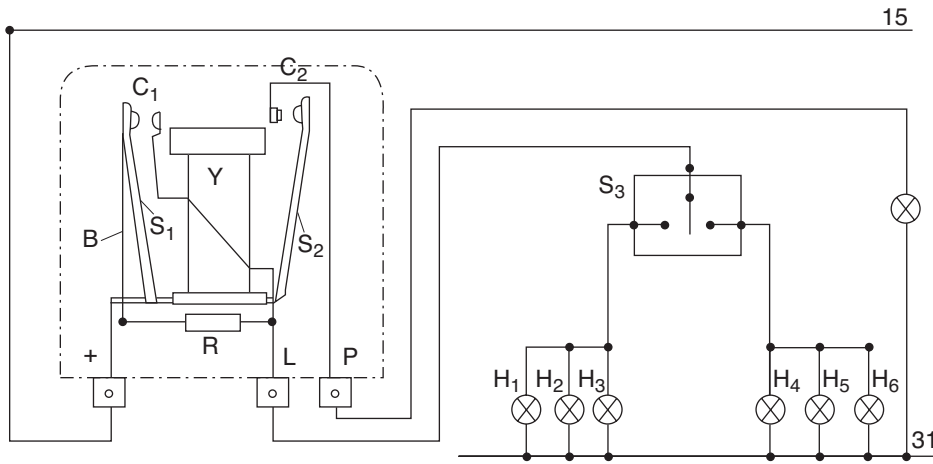
↑ Figura 7.1. Esquema unifilar de los circuitos de intermitencias y emergencia.

Eléctricamente el circuito funciona del siguiente modo: con el contacto puesto (2) (posición A), (figura 7.1), y el conmutador de luces de dirección (5) en un sentido determinado (derecha o izquierda), la corriente positiva (borne 15), circula a través del fusible ( $F_1$ ), al relé de intermitencias (4), y de ahí a las lámparas de los intermitentes del lateral seleccionado ( $H_6$ - $H_8$ ) o ( $H_9$ - $H_{11}$ ), las lámparas cierran el circuito por masa (borne 31) y comienzan a dar destellos luminosos con la frecuencia que el circuito tenga preestablecida.

### 1.4. Descripción y funcionamiento de los componentes

#### Relé de intermitencias

En la figura 7.2 se representa el esquema interno de un relé de intermitencias electromagnético clásico.



↑ Figura 7.2. Esquema interno de un relé de intermitencias.



↑ Figura 7.3. Relé de intermitencias de 12 V 180 W.

El circuito funciona del siguiente modo: el relé de intermitencias dispone de un bobinado con núcleo de hierro (Y) (electroimán) montado sobre un soporte con dos armaduras móviles ( $S_1$ ,  $S_2$ ) y un hilo conductor (B) de alta resistencia conectado en serie con la resistencia (R).

Al seleccionar en el conmutador de luces de dirección ( $S_3$ ) una posición, se cierra el circuito a masa (línea 31) a través de las lámparas de un costado. La corriente procedente del encendido (línea 15), pasa por el borne (+), a la armadura ( $S_1$ ), y al estar el contacto ( $C_1$ ) abierto, la corriente tiene que pasar totalmente por el hilo conductor (B). La corriente procedente del hilo atraviesa la resistencia (R) camino de los intermitentes que en principio no se encienden debido a que la corriente que les llega es muy pequeña. En estas condiciones se calientan la resistencia y el hilo, lo que hace que este se dilate longitudinalmente, permitiendo el cierre de los contactos ( $C_1$ ), y con ello el tránsito de la corriente a través de la bobina (Y) camino de las lámparas, lo que provocará su encendido.

Debido a la fuerza de atracción de la bobina sobre la armadura ( $S_2$ ), se provoca el cierre de los contactos ( $C_2$ ), permitiendo el paso de la corriente desde (+) al borne (P) y a la lámpara de control, que lucirá. En este estado, al pasar la corriente principal por la bobina, la resistencia y el hilo se enfrían, tirando este de la armadura ( $S_1$ ), abriendo nuevamente los contactos ( $C_1$ ), por lo cual interrumpe el circuito principal y los pilotos dejan de lucir. Al quedarse sin corriente

#### caso práctico inicial

Cuando se engancha un remolque en un vehículo, el remolque debe disponer de un circuito de alumbrado, con luces de posición, intermitentes y luces de frenado.



la bobina, desaparece la fuerza de atracción sobre la armadura ( $S_2$ ), se abren los contactos ( $C_2$ ) y provocan que la lámpara de control deje de lucir.

Estos fenómenos se repiten con la frecuencia necesaria para mantenerse dentro de la norma sobre destellos de las lámparas.

Existen otros tipos de relés similares al descrito anteriormente, que sustituyen el hilo de alta resistencia (B) y la armadura ( $S_1$ ) por una lámina bimetálica, que al variar su curvatura por efecto térmico, abre o cierra los contactos ( $C_1$ ) con una frecuencia preestablecida.

El relé con hilo térmico se ha instalado en los vehículos clásicos, actualmente se montan relés electrónicos con generador de impulsos y etapa de control.

El relé electrónico tiene las siguientes ventajas:

- Mayor seguridad de servicio que los generadores térmicos.
- Duración más prolongada.
- Insensibilidad a la temperatura ambiente.
- Resistencia a los choques y cortocircuitos.
- La frecuencia de los impulsos es prácticamente independiente de la red eléctrica del vehículo.

Para observar con detalle el funcionamiento del sistema, recurrimos al relé electrónico de intermitencia, desarrollado por la casa Bosch.

## Estructura y funcionamiento del sistema

### Estructura

#### caso práctico inicial

En los enganches de 7 polos, en la base del vehículo el pin 1 se emplea para el indicador de dirección izquierdo y el pin 4 para el indicador derecho.

El circuito eléctrico de intermitencia está formado por los siguientes componentes: relé, luces intermitentes, generador de impulsos (multivibrador) y etapa de control con una o varias lámparas testigo.

El generador de impulsos, la etapa de control y el relé de intermitencias se encuentran juntos en un módulo central de activación de los intermitentes de dirección y de emergencia.

### Funcionamiento

El relé de intermitencias se ocupa de la conexión y desconexión de las corrientes para los intermitentes. Puesto que se trata de un impulsor electrónico de intermitentes, parece lógico que la desconexión y conexión también se realicen electrónicamente (por ejemplo, mediante un transistor de conmutación). Sin embargo, el filamento de la lámpara constituye una resistencia eléctrica con coeficiente de temperatura positivo.

En el momento de la conexión la resistencia es relativamente baja, y durante breves momentos fluye una corriente de muy alta intensidad que podría dañar el transistor en caso de no estar protegido. Un circuito protector resultaría muy complejo y costoso, por lo que se sigue recurriendo al relé de intermitencias, que ha sido diseñado para corrientes punta de 100 A. Otro argumento a su favor es que el contacto del relé cerrado produce una caída de tensión máxima de 0,1 V, mientras que en un transistor de conmutación consumirá 1 V.

En este caso las luces de intermitentes recibirán menos tensión y por tanto su luminosidad será menor. Además, el transistor disipa diez veces más calor. El relé realiza también un control acústico.

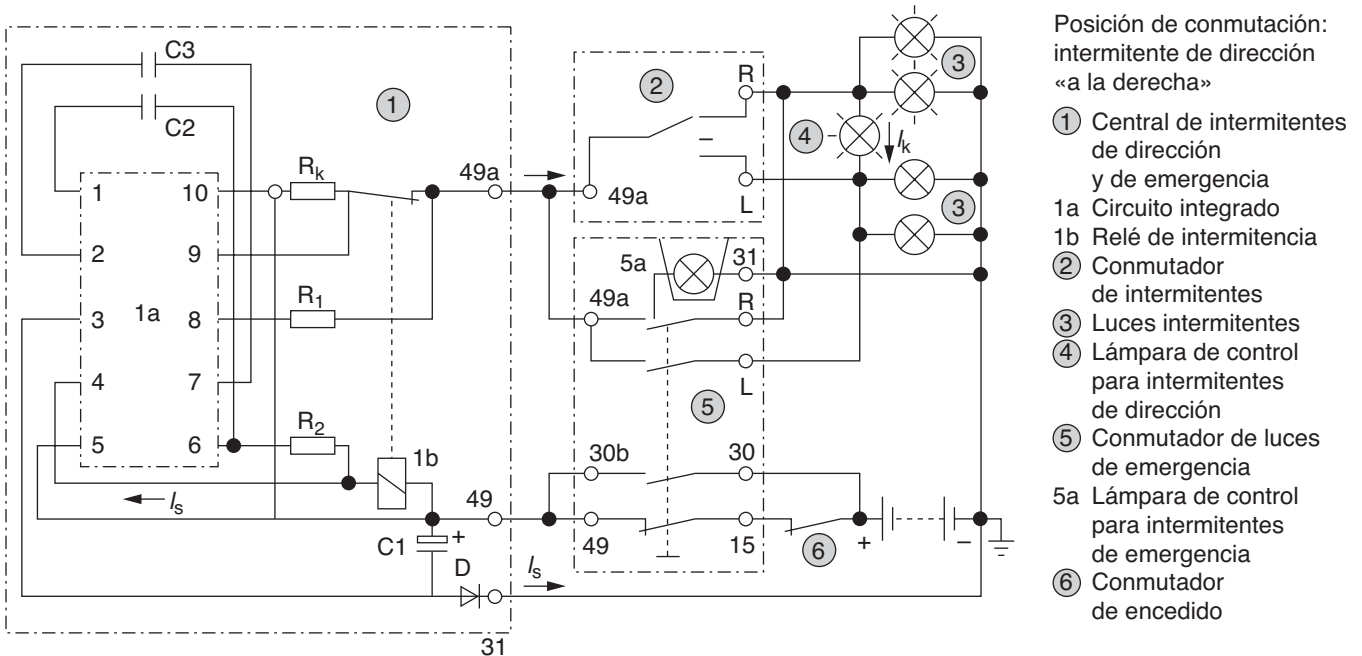
## Estructura y funcionamiento del bloque electrónico

### Estructura

El bloque electrónico está constituido esencialmente por un multivibrador con dos elementos amplificadores, una etapa de conmutación y un dispositivo de conexión con amplificador diferencial.

### Funcionamiento

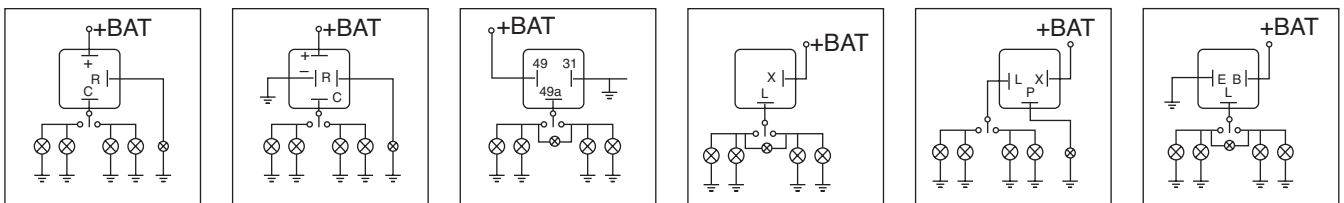
El corazón del sistema es un multivibrador; en las centrales Bosch se presenta como un circuito integrado (CI) (1a, junto con la etapa de control, figura 7.4). La resistencia  $R_1$  y el condensador  $C_2$  forman el elemento temporizador de la frecuencia de intermitencia, aproximadamente 90 pulsaciones dobles por minuto.



↑ **Figura 7.4.** Circuito interno del relé de intermitencias y emergencias.

Los condensadores  $C_1$  y  $C_3$  eliminan picos de tensión y protegen al CI contra sobretensión. El diodo  $D$  protege contra polaridad incorrecta. El CI está equipado con un estabilizador de tensión que permite la alimentación de la central de intermitencias entre 9 y 15 V. Cuando falla una de las dos bombillas, varía la caída de tensión en la resistencia de control  $R_k$ , con lo que se modifica el tiempo de carga del condensador  $C_2$  y la frecuencia de oscilación del multivibrador indica que una de las dos lámparas intermitentes ha fallado.

Los modelos más comunes de conexión los podemos observar en la siguiente figura.



↑ **Figura 7.5.** Conexión de relés de intermitencias.

## recuerda

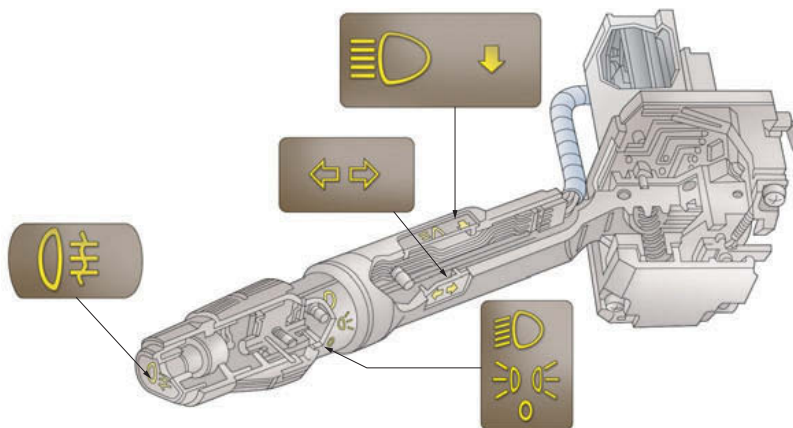
Código colores cables Fiat.

A	Azul
B	Blanco
C	Naranja
G	Amarillo
H	Gris
L	Azul oscuro
M	Marrón
N	Negro
R	Rojo
S	Rosa
V	Verde
z	Violeta
AB	Azul-Blanco
AG	Azul-Amarillo
AN	Azul Negro
AR	Azul-Rojo

↑ **Tabla 7.1.**

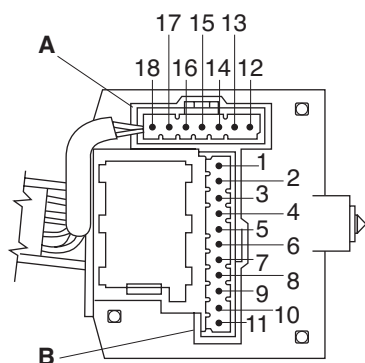
## Conmutador de luces de dirección

El conmutador de luces de dirección dispone de tres posiciones (punto muerto o reposo, derecha e izquierda), el conmutador se acciona por una palanca que el conductor desplaza y un sistema de enclavamiento y retorno a su posición de reposo al volver el volante a posición centrada. El conmutador dispone en un mecanismo que gira arrastrado por el eje de dirección de forma tal que al recuperar la posición el volante, correspondiente a la dirección recta, el mecanismo actúa sobre el sistema de enclavamiento haciendo retornar la palanca del conmutador a su posición neutra.



↑ **Figura 7.6.** Conjunto conmutador de dirección y alumbrado (fuente Fiat).

Normalmente, además de la palanca del conmutador de intermitentes se monta la conmutación del sistema de alumbrado, luces de cruce y carretera y ráfagas (figura 7.6). El conjunto se coloca en el soporte de la caña de dirección, a la cual va atornillado, permitiendo su utilización sin necesidad de que el conductor retire la vista de la carretera.



↑ **Figura 7.7.** Esquema de conexión del conmutador de dirección y alumbrado (fuente Fiat).

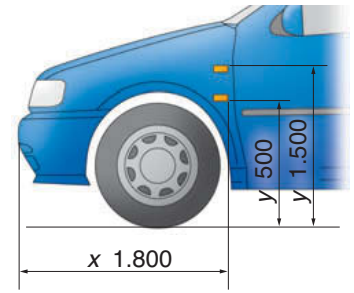
CONECTOR A		
N.º de aguja	Color cables	Circuito afectado
1	–	DIM-DIP
2	HR	Interruptor de las luces de antiniebla traseras
3	A	Indicadores de dirección derechos
4	CP	Relevador de pilotos anti-niebla traseros
5	Z	Conmutador de indicadores de dirección
6	AN	Indicador de dirección izquierdo
7	G	Luces de posición
8	H	Luces de cruce
9	L	Luces de carretera
10	C	Conmutador de luces exteriores
11	N	Masa

CONECTOR B		
N.º de aguja	Color cables	Circuito afectado
12	V	Masa
13	H	Interruptor de las luces de antiniebla traseras
14	B	DIM-DIP
15	R	Relevador de pilotos anti-niebla traseras
16	N	Luces de posición
17	G	Conmutador de luces exteriores
18	A	Relevador de luces de cruce o luces de carretera

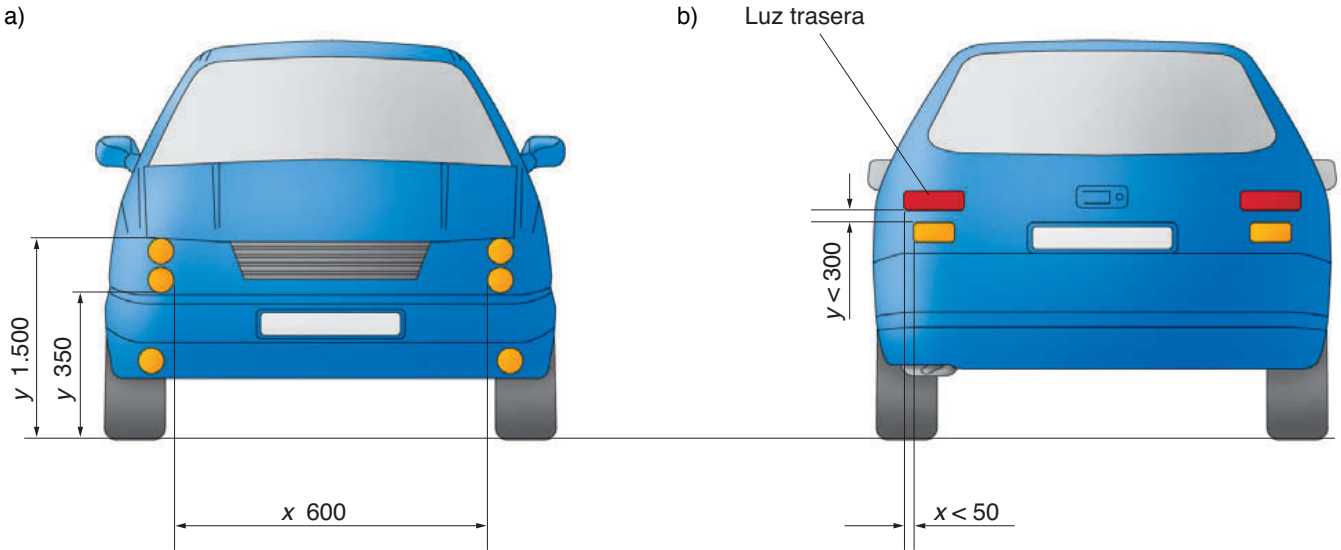
### Pilotos, indicadores de giro

Dos pilotos de intermitencias están colocados en la parte delantera del vehículo (figura 7.9.a), y otros dos en la parte trasera (figura 7.9.b), pero siempre en número par y dispuestos simétricamente respecto al plano longitudinal del vehículo. La señales luminosas emitidas deben ser de color amarillo-auto, no deslumbrantes pero visibles tanto de día como de noche.

Los vehículos automóviles, en caso necesario, pueden incorporar pilotos intermitentes en sus costados (figura 7.8).



↑ **Figura 7.8.** Posición de los intermitentes en los costados.

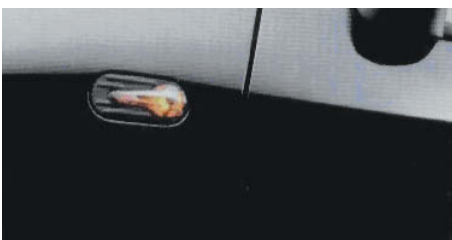


↑ **Figura 7.9.** Posición de los pilotos intermitentes delanteros y traseros.

Las lámparas utilizadas en los pilotos de intermitencia traseros o delanteros pueden tener una potencia de 15 a 28 W para instalaciones de 12 V, normalmente se emplean los de 21 W. Para los pilotos laterales se emplean lámparas de 5 W/12 V, y cada vez más diodos LED de alto rendimiento, que van instalados en los costados de forma clásica (figura 7.10) y en algunos modelos en los retrovisores (figura 7.11).

#### caso práctico inicial

En las caravanas y remolques, las lámparas de las luces de posición, intermitentes y frenado deben tener la misma potencia que las empleadas en el vehículo.



↑ **Figura 7.10.** Intermitente LED en costado.



↑ **Figura 7.11.** Intermitente LED en retrovisor.

#### recuerda

La potencia de las tres lámparas de cada lado suma 47 W. El consumo en amperios del circuito es:

$$W = I \cdot V \Rightarrow I = \frac{W}{V} = \frac{47}{12} = 3,91A$$

## ACTIVIDADES

1. Busca modelos de automóviles que empleen intermitentes con LED en los retrovisores.



## 2. El circuito de emergencias

### 2.1. Misión del circuito de emergencia

El código de circulación lo denomina «señalización de avería». La señalización de avería se debe conectar en las siguientes situaciones:

- Indicar al resto de conductores de la posible avería del vehículo.
- La existencia de una retención en la vía por la que circula el vehículo.
- Señalizar cualquier anomalía no prevista.

### 2.2. Normativa aplicable

El código de circulación hace referencia a este circuito en su artículo 147, apartado IV. En él se especifica que los vehículos automóviles y sus remolques, con excepción de los ciclomotores, podrán llevar un dispositivo de señalización de avería que ponga en servicio simultáneamente todos los indicadores de dirección. Su puesta en funcionamiento deberá acusarse por una luz-testigo de color rojo intermitente en el salpicadero.

### 2.3. Descripción y funcionamiento de los componentes

El circuito de emergencias está formado por varios de los componentes del circuito de intermitencias, el relé de intermitencias (4) y los pilotos ( $H_6$ - $H_{11}$ ), y un interruptor adicional para la luz de emergencias (3) (figura 7.1).

El funcionamiento eléctrico del circuito de emergencias de la fig 7.12 es el siguiente: el interruptor de luces de emergencia 52083 se cierra (conectadas luces de emergencia) y alimenta con corriente de masa la centralita de intermitencias 54032 por el borne 3. La centralita se encuentra alimentada con corriente positiva (línea 30) de forma permanente (borne 10). Esta alimentación permanente le permite al circuito de emergencias funcionar sin contacto. La central, una vez recibida la señal, alimenta con corriente intermitente las seis lámparas de las emergencias, las lámparas de la izquierda por el borne 6 y las lámparas de la derecha por el borne 7. Los LED del cuadro del conductor también se encienden de forma simultánea; el cuadro 58918 se alimenta con señales procedentes del circuito por los bornes A24 y A25.

### saber más

#### Componentes del circuito de emergencias

20000 Batería.

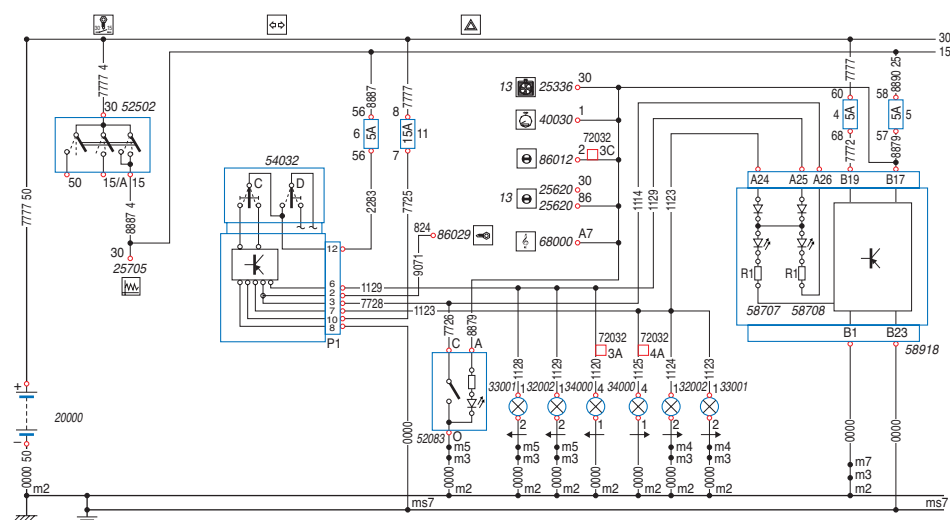
52502 Llave de contacto.

52083 Interruptor de luces de emergencia con lámpara indicadora.

54032 Conmutador de intermitencias con centralita.

58918 Cuadro con 32 indicadores ópticos.

34000, 33001, 32002 Lámparas de intermitentes y emergencias.



↑ Figura 7.12. Esquema de luces de emergencia y dirección (fuente Iveco).

## 2.4. Diagnóstico de anomalías del circuito, indicadores de cambio de dirección y de emergencia

CONECTANDO LOS INTERMITENTES DE DERECHA O IZQUIERDA	
Anomalía	Diagnóstico
El indicador da un destello único y corto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lámpara anterior o posterior fundida.</li> <li>• Contactos de un piloto, anterior o posterior, oxidados.</li> <li>• Masa ineficiente en un piloto.</li> <li>• Conexiones de un piloto interrumpidas.</li> </ul>
El indicador óptico no se enciende.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relé de intermitencias defectuoso.</li> <li>• Circuito izquierdo o derecho interrumpido.</li> <li>• Conmutador de luces defectuoso.</li> </ul>

↑ **Tabla 7.2.**

CONECTANDO LOS INTERMITENTES A DERECHA E IZQUIERDA	
Anomalía	Diagnóstico
El indicador óptico queda apagado (los intermitentes funcionan con normalidad).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lámpara indicador óptico quemada.</li> <li>• Circuito de intermitencia indicador óptico interrumpido.</li> <li>• Circuito interno de la intermitencia, correspondiente al indicador óptico, interrumpido.</li> </ul>
El indicador óptico queda apagado (los intermitentes no funcionan).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusible de alimentación al positivo (+) de la intermitencia quemado (cortocircuito en la parte de la instalación).</li> <li>• Circuito entre las intermitencias y el conmutador interrumpido.</li> <li>• Conmutador de luces defectuoso.</li> <li>• Circuito interno de la intermitencia interrumpido.</li> </ul>
El indicador óptico se enciende con frecuencia más alta de lo normal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relé de intermitencia defectuoso.</li> <li>• Potencia de las lámparas inferior a la carga de la intermitencia.</li> <li>• Lámpara fundida.</li> </ul>
El indicador óptico se enciende con frecuencia inferior a lo normal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relé de intermitencia defectuoso.</li> <li>• Potencia de las lámparas superior a la indicada.</li> </ul>
El indicador óptico o los intermitentes permanecen siempre encendidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relé de intermitencia defectuoso.</li> </ul>
El indicador da un destello insuficiente de luz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masa de la lámpara con más resistencia de la normal, (oxidada).</li> </ul>

↑ **Tabla 7.3.**

### 3. El circuito de luz de frenado



↑ Figura 7.13. Luces de frenado.

También denominado circuito de «stop». Su misión principal es indicar a los conductores que le preceden de la intención de frenar el vehículo y que se está accionando el freno de servicio.

#### 3.1. Normativa aplicable

La norma 76/758/CEE y el código de circulación en su artículo 147, apartado V, prescriben la obligatoriedad en vehículos de cuatro ruedas y sus remolques de incorporar dos luces de freno principales (en motocicletas, una), de color rojo en su parte trasera, colocadas de forma simétrica respecto al plano longitudinal del vehículo y de cotas similares a las descritas para los intermitentes, además de otras adicionales en posición más elevada, tercera luz de frenado (figura 7.13). Las luces de frenado se deben encender, sin deslumbramiento (menos de 60 cd) y con una intensidad superior a las luces de posición tan pronto se haga uso del freno de servicio.

#### 3.2. Descripción y funcionamiento de los componentes

El circuito de luces de frenado dispone de un interruptor (2) (figura 7.17) colocado sobre el pedal de freno. En el momento de accionar el pedal de freno, el pulsador cierra el circuito, la corriente desde la línea 30 (directa de batería) llega directa del fusible (F<sub>4</sub>) a los pilotos, que se alimentarán con corriente positiva; se cierra el circuito por la línea 31 (masa), y las lámparas (H<sub>3</sub>) se encienden.

Los interruptores de frenos pueden ser de un solo contacto, dos terminales figura 7.14 o interruptores de doble contacto, un contacto se encuentra cerrado y el otro abierto, estos interruptores tienen cuatro terminales (figura 7.15).

Al pisar el pedal, un contacto se abre y el otro contacto se cierra.

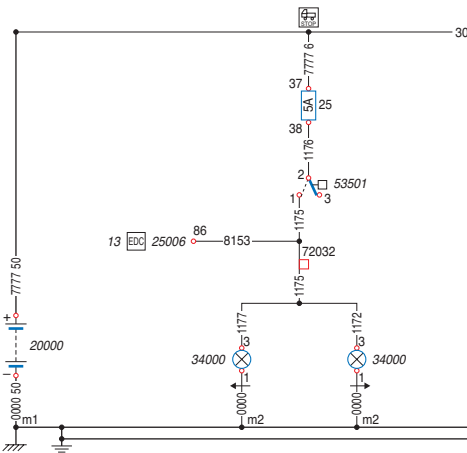
Al dejar de accionar el pedal de freno, y regresar este a su posición de reposo, queda interrumpido el circuito, apagándose los pilotos. Las lámparas utilizadas en los pilotos principales son de 12 V/21 W, y si van en combinación con las de posición, se utilizan lámparas de 12 V–21/5 W. En la actualidad se tiende a utilizar la tecnología LED en detrimento de las lámparas convencionales, sobre todo para luces adicionales (figura 7.19).



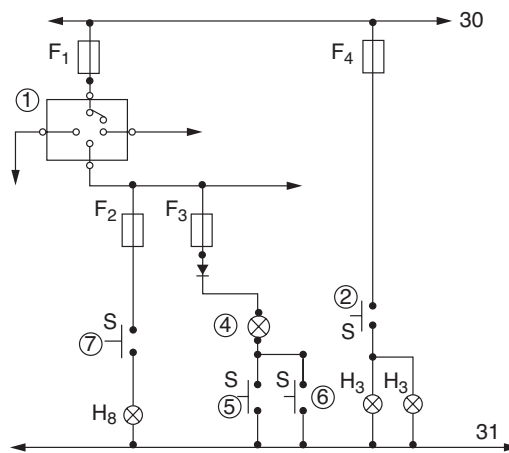
↑ Figura 7.14. Interruptor de frenos de un solo contacto.



↑ Figura 7.15. Interruptor de frenos de doble contacto.



↑ Figura 7.16. Esquema de luces de frenos (fuente Iveco).



↑ Figura 7.17. Esquema unifilar de luces de frenado y marcha atrás.

- 1. Conmutador de encendido
- 2. Interruptor de luz de freno
- H<sub>3</sub>. Luces de stop
- 4. Luz testigo nivel mínimo líquido de frenos y freno de estacionamiento
- 5. Pulsador testigo freno de mano accionado
- 6. Sensor nivel líquido de frenos
- 7. Interruptor luces de marcha atrás
- H<sub>8</sub>. Luces de marcha atrás

El sistema de frenado se completa, generalmente, con los circuitos: indicador del nivel del líquido de frenos, y freno de estacionamiento.

El circuito **indicador del nivel del líquido de frenos** dispone de un sensor de nivel (figura 7.18), situado en el depósito de líquido de frenos (6) (figura 7.17), que al bajar el nivel del líquido cierra los contactos internos haciendo que luzca la luz testigo (4) en el cuadro de instrumentos.

El sistema **freno de estacionamiento del cuadro** funciona de forma similar al descrito anteriormente, pero en este caso la señal es enviada por un pulsador (5) (figura 7.17), que cierra el circuito al accionar el freno de mano.



↑ **Figura 7.18.** Sensor de nivel de líquido de frenos.

## 4. Circuito de luz de marcha atrás

### 4.1. Misión del circuito de luz de marcha atrás

La misión del circuito de luz de marcha atrás es indicar a los vehículos y viandantes que circulan por detrás del vehículo que el conductor ha engranado la marcha atrás y se dispone a circular en ese sentido.

La instalación y funcionamiento del circuito se encuentra regulado en la norma 77/539/CEE y por el código de la circulación, que en su artículo 147 apartado III-b establece la obligatoriedad en los vehículos automóviles y sus remolques de incorporar una o dos luces, generalmente blancas, no deslumbrantes, en su parte posterior, indicadoras de circulación en marcha atrás (con excepción de las motocicletas).

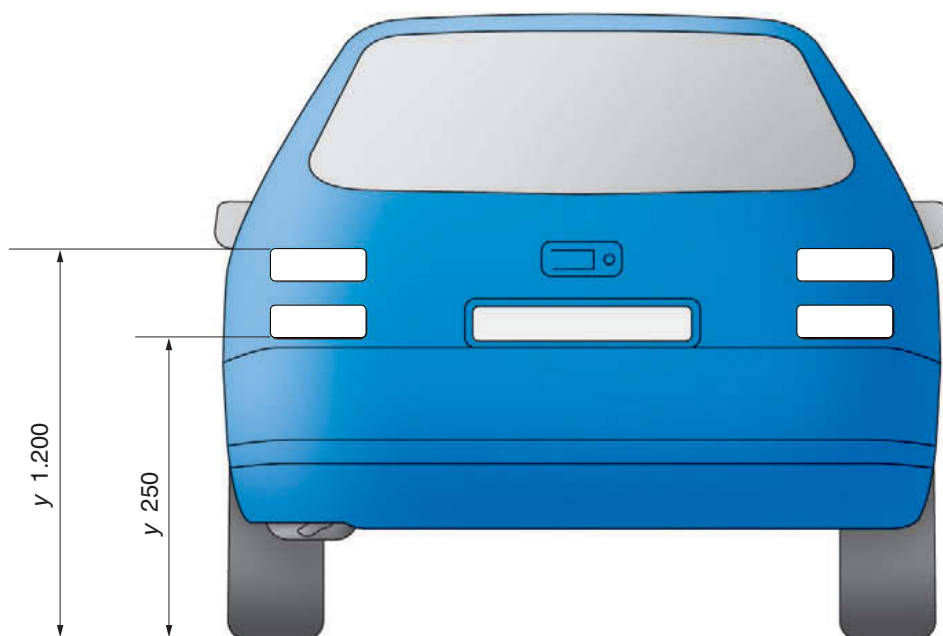
Las luces serán visibles tanto de noche como de día, y deben encender al colocar la palanca de cambios en la posición de marcha atrás y conectado el contacto de encendido. En la figura 7.21 aparecen los pilotos de marcha atrás con su altura máxima y mínima.



↑ **Figura 7.19.** Luz de frenos con diodos LED.



↑ **Figura 7.20.** Luz de marcha atrás.



↑ **Figura 7.21.** Altura mínima y máxima de las luces de marcha atrás.

#### caso práctico inicial

En los enganches de 7 polos, el remolque no tiene luz de marcha atrás, en cambio en los enganches de 13P empleados en caravanas disponen del terminal 8 para la luz de marcha atrás.



↑ **Figura 7.22.** Interruptor de luz de marcha atrás.

## 4.2. Descripción y funcionamiento de los componentes

El circuito luz marcha atrás dispone de un interruptor (7) (figura 7.17) ubicado en la caja cambios, y accionado por el selector de velocidades (figura 7.22), de forma que al acoplar la marcha atrás, el interruptor cierra el circuito dejando pasar la corriente del conmutador de encendido (1), a través del fusible F2, a las luces de marcha atrás (H8). El circuito se cierra a masa por los puntos de masa de las lámparas. Las lámparas empleadas son de incandescencia de 12 V/21 W.

## 4.3. Diagnóstico de anomalías del circuito de luz de frenado y marcha atrás

### saber más

Los modelos que tienen pilotos en los portones y puertas traseras, deben pasar el mazo de cables por la parte derecha, los cables se pueden cortar con la apertura y cierre del portón de no hacerse así.

Síntoma	Causa	Verificación	Solución
<b>Pisado el pedal de freno las luces no alumbran.</b>	Fusible fundido.	El fusible y la lámpara se comprueban del mismo modo que el circuito de frenado, (continuidad).	Sustituir el fusible.
	Interruptor de freno defectuoso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar la continuidad del interruptor con lámpara de pruebas o polímetro.</li> <li>Comprobar la alimentación del interruptor con lámpara de pruebas o polímetro.</li> </ul>	Cambiar el interruptor si está defectuoso.
<b>Pisado el pedal de freno una lámpara no alumbr.</b>	Lámpara fundida.	Comprobar que la lámpara está fundida con el polímetro.	Sustituir la lámpara fundida.
	Falta tensión de alimentación en la lámpara o masa.	Comprobar el fusible con lámpara de pruebas o polímetro y la continuidad de todo el circuito.	Reparar el fallo de continuidad, clema defectuosa, falso contacto. Comprobar la masa.
<b>La lámpara de marcha atrás no luce con la marcha atrás seleccionada.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fusible fundido.</li> <li>Lámpara fundida.</li> <li>Interruptor de marcha atrás defectuoso o sin alimentación.</li> <li>Cable de alimentación cortado (luces en portones).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar la continuidad del interruptor con lámpara de pruebas o polímetro.</li> <li>Comprobar la alimentación del interruptor con lámpara de pruebas o polímetro.</li> <li>Comprobar la continuidad del cableado en zonas con articulaciones (portón).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar el interruptor si está defectuoso.</li> <li>Cambiar la lámpara.</li> <li>Reparar o sustituir la clema defectuosa.</li> <li>Reparar el cable cortado, empleando soldadura de estaño.</li> </ul>
	Falta tensión de alimentación o masa defectuosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar la alimentación de la lámpara con el polímetro y localizar el punto donde se corta la alimentación.</li> <li>Comprobar la masa (resistencia).</li> </ul>	Lijar y sanear la masa.

↑ **Tabla 7.4.**

### recuerda

La potencia de las tres lámparas de frenado suma 63W. El consumo en amperios del circuito son:

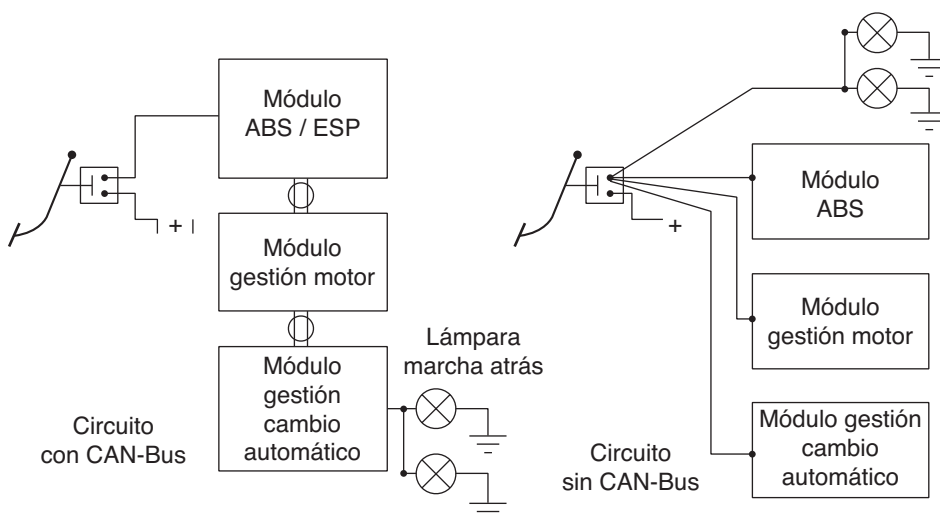
$$W = I \cdot V \Rightarrow I = \frac{W}{V} = \frac{63}{12} = 5,25A$$

## 5. Circuitos eléctricos centralizados e interconectados con la red CAN-Bus

Los vehículos actuales disponen de una red CAN-Bus de datos que conecta entre sí los distintos módulos electrónicos de que dispone el vehículo. Conectar los módulos entre sí permite compartir las señales que cada módulo dispone de sus sensores. La red CAN-Bus reduce el número de cables y conexiones en los circuitos eléctricos, y se evita duplicar las señales que deberían llegar a varios circuitos; por ejemplo, la señal del interruptor del pedal del freno es una señal necesaria en los siguientes circuitos:

- Circuito de frenos ABS/ESP.
- Circuito de la gestión del motor.
- Circuito del cambio automático (si lo equipase).
- Circuito de luz de frenado.

En un vehículo con red CAN-Bus, el interruptor de frenos envía la señal al módulo de un circuito ABS/ESP. La señal de frenado se comparte con el resto de módulos integrados en la red CAN-Bus; cada módulo recibe la señal, si es necesaria en su funcionamiento la emplea, si no la necesita pasa desapercibida.. En el ejemplo de la figura 7.23, el módulo ABS/ESP recibe la señal y la transmite al resto de unidades de control, desde el módulo del cambio automático se alimenta las lámparas de la luz de frenado.



← **Figura 7.23.** Ejemplos de circuitos eléctricos con CAN-Bus y sin CAN-Bus.

Los circuitos que hemos estudiado funcionan de modo independiente sin estar integrados en la red de datos CAN-Bus.

En los vehículos con redes de datos CAN-Bus, Lin Bus, Van Bus etc, la mayoría de circuitos eléctricos se comandan con un módulo o unidad central específica (J519-BSI etc). Los circuitos comandados desde la unidad central son los siguientes:

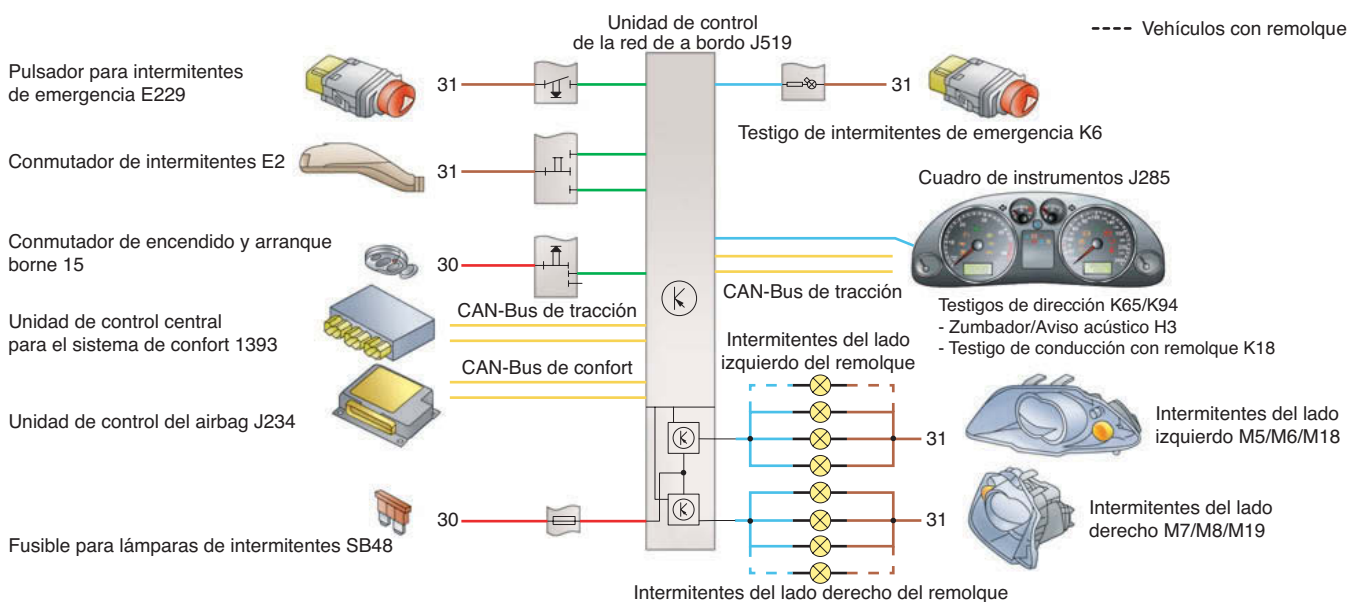
- Intermitentes.
- Luneta térmica.
- Limpiaparabrisas.
- Retrovisores térmicos.
- Iluminación interior.
- Bocina.

## 5.1. Circuito de intermitentes integrado en la red CAN-Bus con módulo de gestión

El circuito dispone del módulo de gestión J519 (figura 7.24) que realiza funciones añadidas a las intermitencias, el módulo se encuentra conectado a la red CAN-Bus y realiza las siguientes funciones:

- Cambio de dirección.
- Emergencia.
- Colisión.
- Alarma antirrobo.
- Bloqueo o desbloqueo del cierre centralizado.
- Remolque.

Los testigos de dirección del cuadro de instrumentos son comandados a través de la línea CAN-Bus, y debido a la desaparición del relé, el cuadro se encarga de realizar los **avisos acústicos** de conexión de los intermitentes.



↑ **Figura 7.24.** Disposición de los elementos en el circuito de intermitentes, y emergencias con red CAN-Bus y módulo de control (fuente SEAT).

### Función cambio de dirección

Los intermitentes se activan al recibir la unidad de control de la red de a bordo J 519, la señal de masa del conmutador de la palanca de intermitentes E2 y siempre que el encendido esté conectado. El **circuito electrónico** de la unidad integra un dispositivo de lámparas fundidas. El control del consumo le permite reconocer el **estado** de las lámparas de intermitentes delanteras y traseras, pero no las laterales. En caso de que consumo sea menor al establecido, reconoce un fallo en el sistema. La unidad indica, mediante el incremento de la frecuencia de los avisos del cuadro de instrumentos, el fallo de las lámparas.

### Función de emergencias

La unidad de control, tras recibir la señal de negativo del pulsador de emergencia E229, procede a alimentar todas las lámparas de intermitentes y el testigo del pulsador de los intermitentes de emergencia K6, tras lo cual vuelca el mensaje de esta situación al CAN-Bus, activándose los avisos del cuadro de instrumentos. Durante este modo de funcionamiento la unidad no detecta el fallo de las lámparas.

### recuerda

En el esquema de la figura 7.24 el 31 es masa.

En el caso de que se interrumpa la comunicación CAN-Bus y se conecten los intermitentes de emergencia, la unidad envía, a través de un cable una señal de negativo al cuadro de instrumentos para comenzar nuevamente la comunicación CAN-Bus y activar los avisos del cuadro de instrumentos.

### **Función de colisión**

El aviso consiste en la activación de los intermitentes de emergencia al producirse una colisión. La activación de los intermitentes se inicia al recibir la unidad de la red de a bordo la señal de colisión por CAN-Bus procedente de la unidad de control del airbag.

Los intermitentes solo podrán ser desactivados accionando el pulsador de los intermitentes de emergencia.

### **Función de alarma antirrobo**

La unidad central del sistema de confort envía por CAN-Bus el aviso de intento de robo a la unidad de la red de a bordo, activando esta los intermitentes de emergencia durante 30 s.

### **Función de cierre centralizado**

La unidad central del sistema de confort vuelca a la línea CAN-Bus la actuación del cierre centralizado por la acción del mando a distancia o de la llave en el conmutador de cerradura. La unidad de la red de a bordo, al recibir la citada información, activa los intermitentes, destelleando una vez por la acción de bloqueo y dos por la de desbloqueo.

### **Función acoplamiento de remolque**

Si se instala un acoplamiento para remolque (caso inicial) es necesario codificar nuevamente la unidad de control teniendo en cuenta este parámetro (figura 7.25). Con la codificación se activa una función de **verificación** del funcionamiento de los intermitentes del remolque.

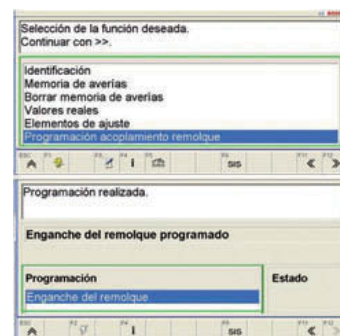
Al detectar la unidad de control un aumento del consumo eléctrico de las lámparas del remolque, reconoce la correcta conexión del remolque y vuelca al CAN-Bus de tracción esta situación, iluminándose en el cuadro de instrumentos el testigo de conducción con remolque K18.

## **5.2. Funcionamiento del circuito de intermitentes y emergencia**

Los circuitos del grupo «VAG» se gestionan por la unidad de la red de abordo J519 (figuras 7.24 y 7.28), para intermitencias se dispone de un interruptor de accionamiento manual (E2).

El interruptor toma masa del punto B por el borne 5 y envía la señal de masa negativa por el borne 3 o el 11, dependiendo de la posición con que el conductor desplace el conmutador (intermitentes derechos o izquierdos). El módulo recibe las señales por el conector S6 (bornes 10 y 11). Las señales de salida se producen por el conector S6. La línea izquierda se alimenta con señal positiva por el borne 16 y la derecha por el borne 14.

Las lámparas de la izquierda aparecen marcadas con M5, M6, M8, cerrándose el circuito con la masa del vehículo, línea 31.



↑ **Figura 7.25.** Codificación de la unidad de control al instalar un acoplamiento de remolque.

### **recuerda**

Sobre el funcionamiento de los circuitos eléctricos gobernados por unidades de control y su diagnóstico, obtendrás más información en las unidades 9 y 10.



Las lámparas de la derecha son: M7, M8 y M19. El circuito no tiene centralita de intermitentes que produzca el destello intermitente de las lámparas; esta función la realiza la unidad J519.

El circuito de emergencias lo gestiona la unidad J519; el circuito dispone de un interruptor de accionamiento manual situado al alcance del conductor (E229).

Cuando el interruptor se acciona, alimenta con masa la unidad J519, conector S1, borne 6, las dos unidades forman una y transmite la señal pulsada a los terminales 16 y 14 del conector S6 de la unidad J519.

La alimentación del módulo J519, para el circuito de intermitencias y de emergencia, tiene un fusible específico, el numerado con las letras SB48. Los indicadores ópticos del salpicadero se encuentran conectados al módulo del cuadro y aparecen indicados con la denominación K65 para el testigo izquierdo y K94 para el testigo derecho. El módulo del cuadro y el J519 están conectados por la línea CAN-Bus, conector S6, bornes 3 y 5.

Los módulos del sistema reciben señales de la llave de contacto D, del conmutador de luces E1, de los interruptores de contacto de puertas y de todas las unidades de gestión conectadas en la red de datos CAN-Bus.

→ **Figura 7.26.** Intermitentes de emergencia.



↑ **Figura 7.27.** Equipo de diagnóstico de circuitos electrónicos, tester de Toyota.

### 5.3. Autodiagnóstico

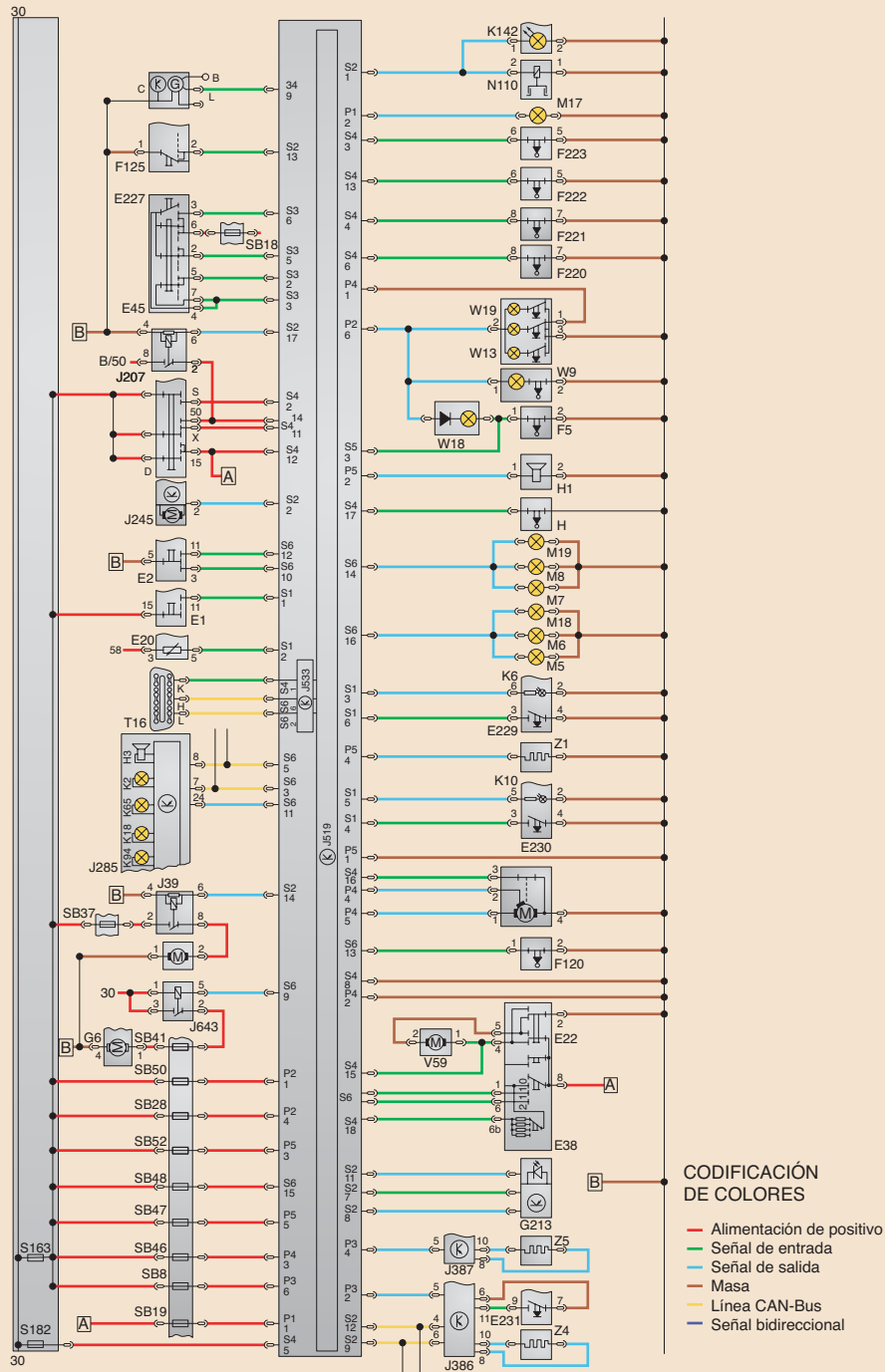
Todas las centralitas de los circuitos eléctricos memorizan las averías eléctricas que se producen en su circuito, la lectura de averías se realiza con un equipo de diagnosis conectado al conector OBD.

Con los equipos de diagnosis universales se pueden realizar normalmente las siguientes funciones:

- Identificación de la unidad de control
- Consultar la memoria de averías.
- Borrar memoria de averías.
- Pruebas de actuadores.
- Valores reales.
- Elementos de ajuste (codificar nuevos componentes).
- Programación acoplamiento remolque.

## ACTIVIDADES

- Analiza y anota las ventajas e inconvenientes que puede tener el circuito de intermitentes controlado con unidad de gestión central, con respecto al circuito eléctrico normal con centralita de intermitentes.
- Explica cómo verificarías y comprobarías el interruptor de intermitencias E2 que se monta en el circuito de la siguiente figura.



↑ **Figura 7.28.** Esquema eléctrico de un vehículo gestionado por unidad central y conectado a red CAN-Bus.



## ACTIVIDADES FINALES

- 1. Dibuja un circuito de intermitencias con relé de intermitentes; emplea los símbolos de los componentes normalizados o los de un fabricante que conozcas.
- 2. En un relé de intermitencias, ¿qué misión tiene el hilo de alta resistencia?
- 3. ¿Es indiferente el número de impulsos luminosos que deben emitir los intermitentes? Razona tu respuesta.
- 4. Dibuja un circuito de luz de emergencia con todos sus componentes normalizados.
- 5. Si conectamos el conmutador de luces de dirección a la derecha y el indicador óptico del salpicadero no luce, ¿a qué puede ser debido en un circuito con relé? Analiza esta avería en un circuito sin relé.
- 6. Si conectamos los intermitentes a derecha e izquierda, el indicador óptico se enciende con frecuencia más alta de lo normal. ¿Cuál puede ser la causa?
- 7. ¿Qué tipo de lámpara se emplea en el circuito de luz de frenado?
- 8. Dibuja en una hoja del cuaderno de clase un circuito normalizado del circuito de marcha atrás.
- 9. Diseña el circuito eléctrico de luz de frenado integrado en una red CAN-Bus con módulo de gestión.
- 10. Diseña un circuito de eléctrico de marcha atrás integrado en una red CAN-Bus con módulo de gestión.
- 11. Sobre panel o maqueta, realiza los siguientes montajes:
  - Montaje de circuito de intermitencias.
  - Montaje de circuito de emergencias.
  - Montaje de un circuito de luz de frenos.
  - Montaje de un circuito de luz de marcha atrás.
- 12. Sobre un vehículo, identifica los elementos que componen los circuitos estudiados: intermitencias, emergencias, luz de frenado, luz de marcha atrás.
- 13. Sobre vehículo o panel simulador, utilizando los equipos de medida y verificación específicos, realiza las comprobaciones necesarias para la localización de averías.
- 14. Sobre vehículo o panel simulador realiza el montaje y desmontaje de los elementos que componen los circuitos estudiados, reparando las averías simuladas o reales detectadas en los cableados o componentes.
- 15. En un vehículo que disponga de unidad de control de gestión de intermitentes y emergencias con un equipo electrónico Tipo KTS de Bosch:
  - Consulta la memoria de averías.
  - Borra averías memorizadas.
  - Comprueba los elementos actuadores.
  - Lee el bloque de valores reales.
  - Realiza la función adaptación de tiempos de desconexión.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

**1. La misión del circuito de intermitencias es:**

- a. Indicar a los conductores y peatones que el vehículo realizará un cambio de dirección.
- b. Indicar a los conductores que el vehículo realizará un cambio de dirección.
- c. Indicar a los peatones que el vehículo realizará un cambio de dirección.
- d. Indicar a los conductores y peatones que el vehículo está frenando.

**2. ¿Qué frecuencia deben tener las señales ópticas que emiten las lámparas de los intermitentes?**

- a. 30 impulsos/min.
- b.  $90 \pm 30$  impulsos/min.
- c.  $30 \pm 30$  impulsos/min.
- d. La frecuencia que el fabricante del vehículo desee.

**3. ¿Qué potencia, en vatios, tienen las lámparas de los intermitentes en un circuito de 12 V?**

- a. 5 W.
- b. 50 W.
- c. 21 W.
- d. La misma que las luces de posición.

**4. ¿Qué elementos comunes con el circuito de intermitencias emplea el circuito de emergencias?**

- a. El circuito de emergencias no emplea ningún elemento común.
- b. Todos los elementos del circuito de intermitencias.
- c. Los interruptores y fusibles de los circuitos.
- d. Todos los elementos del circuito de intermitencias, menos el interruptor de intermitentes. El circuito de emergencias tiene su propio interruptor.

**5. ¿Qué misión tienen las luces de pare (luz de frenado)?**

- a. Indicar a los conductores que circulan detrás del vehículo que estamos empleando el freno de servicio.
- b. Alumbrar la calzada marcha atrás.
- c. Indicar a los conductores que circulan detrás del vehículo que estamos empleando el freno de estacionamiento.
- d. Indicar a los conductores que circulan detrás del vehículo la posición del vehículo.

**6. ¿Qué potencia, en vatios, tienen las lámparas de la luz de frenado en un circuito de 12 V?**

- a. 5 W.
- b. 50 W.
- c. 21 W.
- d. La misma que las luces de posición.

**7. ¿Qué misión tienen las luces de marcha atrás?**

- a. Indicar a los conductores y viandantes que circulan detrás del vehículo que el vehículo va a realizar esta maniobra.
- b. Indicar a los conductores y viandantes que el vehículo se detiene.
- c. Indicar a los conductores y viandantes que el vehículo no dispone de marcha atrás.
- d. Indicar a los conductores que el vehículo cambia de dirección.

**8. ¿Dónde se coloca el interruptor de marcha atrás?**

- a. En el pedal de freno.
- b. En la caja de cambios.
- c. En la palanca de cambios.
- d. En el pedal del embrague.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Polímetro digital o voltímetro de electricista del automóvil
- Lámpara en serie
- Equipo de herramientas de electricista

## MATERIAL

- Vehículo con circuito de intermitencias con relé o maqueta
- Esquema eléctrico del circuito

## Reparar la avería del circuito de intermitentes y sustituir el relé de intermitencias

### OBJETIVOS

Realizar la reparación de una avería en el circuito de intermitentes de un vehículo (no se enciende ninguna lámpara de intermitencia ni el indicador óptico).

### PRECAUCIONES

- Tener cuidado con los equipos de medida, seleccionando las escalas adecuadas.

### DESARROLLO

1. Analiza la avería que se produce en el circuito, en este caso las luces de los intermitentes no lucen.
2. Desplazando la palanca de los intermitentes, se comprueba que no funcionan, ni las de la parte derecha ni las de la izquierda.
3. Comprobar si el fusible del circuito se encuentra fundido; en el caso de la figura 7.30, deja pasar corriente (+) al relé.



↑ **Figura 7.29.** Pulsando el interruptor, los intermitentes no funcionan (ni la lámpara ni el indicador óptico).



↑ **Figura 7.30.** Comprobación de la continuidad a través del fusible con la lámpara de prueba.

4. Comprueba si funciona el circuito de emergencias; sabemos que emplea los mismos elementos. El circuito tampoco funciona; si funcionase, la avería podría ser del interruptor de intermitentes.
5. Localiza el relé en la caja eléctrica central (figura 7.31) y localiza el relé 21 (figura 7.32) (cuando funciona el relé de intermitencias, se percibe un golpeteo en el mismo y se advierte un ruido característico). En caso de no oírse, el relé no funciona.

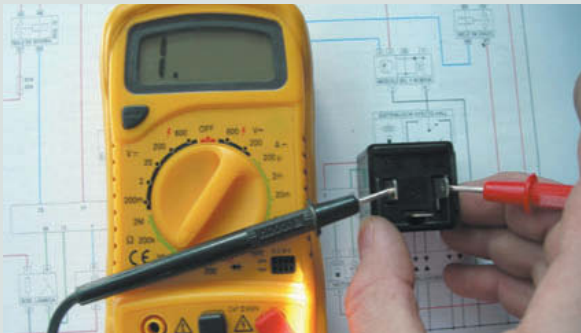


↑ **Figura 7.31.** Caja eléctrica de relés y fusibles.

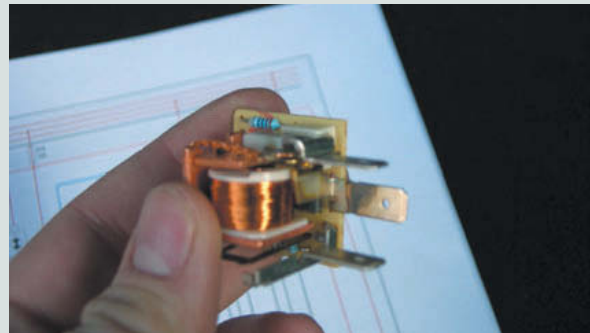


↑ **Figura 7.32.** Localización del relé de intermitencias.

6. Verifica el relé una vez desmontado. Mide la resistencia del bobinado entre el borne negativo (31) y las salidas (49). El bobinado no tiene continuidad (figura 7.33), se encuentra cortado.
7. Comprueba que el relé no funciona. Desmonta la carcasa del relé y comprueba si se ha quemado el bobinado o las conexiones de las patillas de conector con el hilo del bobinado.



↑ Figura 7.33. Bobinado sin continuidad.



↑ Figura 7.34. Interior del relé.

8. Sustituye el relé dañado por uno nuevo (figura 7.35); a continuación, comprueba que el circuito funciona con normalidad, tanto el de intermitencias como el de emergencias, pero el piloto trasero derecho no funciona.



↑ Figura 7.35. Relé nuevo de iguales características.

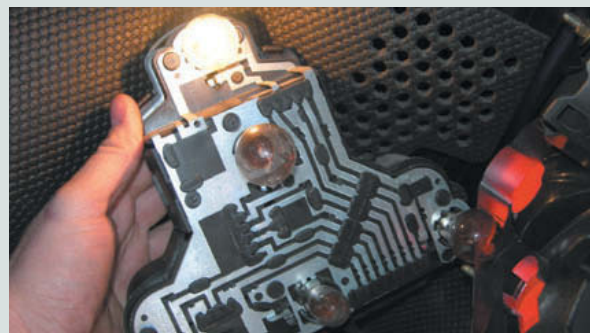


↑ Figura 7.36. Comprobar que llega corriente a la lámpara.

9. Para reparar la avería, desmonta el piloto trasero y verifica con una lámpara en serie si llega corriente al mismo (hay continuidad) (figura 7.36).
10. Por último, comprueba la bombilla con el óhmetro, no hay resistencia (figura 7.37), la lámpara está fundida y se debe sustituir por una nueva (figura 7.38).



↑ Figura 7.37. Comprobación de la lámpara con el óhmetro.



↑ Figura 7.38. Funcionamiento correcto del intermitente.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Equipo de herramientas de electricista
- Polímetro digital o voltímetro de electricista del automóvil

## MATERIAL

- Vehículo
- Gancho de remolque 7 polos homologado

## Montaje de gancho y conector para un remolque, 12N 7 polos con centralita

### OBJETIVO

Aprender a realizar las conexiones eléctricas de los circuitos de alumbrado que dispone el conector eléctrico del remolque con masa al negativo y siete polos.

### PRECAUCIONES

- Tener cuidado con la fijación del módulo y las conexiones.
- Proteger los circuitos con fusibles y respetar la polaridad evitando cortocircuitos.

Los vehículos en su parte trasera pueden montar un gancho de remolque y un conector eléctrico, los fabricantes no suelen montarlo en origen. El montaje del gancho y la conexión eléctrica se realizan en los concesionarios y talleres de reparación autorizados, una vez que el vehículo se encuentra matriculado. Con el gancho instalado, antes de poder circular el vehículo debe pasar la correspondiente ITV, aportando el certificado de homologación del gancho y conectores eléctricos y el certificado de montaje del taller que ha instalado el equipo.

### DESARROLLO

Dependiendo de la antigüedad del vehículo, el circuito eléctrico del conector es diferente: en los vehículos más antiguos sin centralita de control del circuito de alumbrado, la instalación eléctrica se realiza tomando corriente desde el cable de alimentación de cada circuito en los pilotos y uniéndolo al conector.

En los vehículos con centralita de gestión del alumbrado, el *kit* de montaje dispone de una centralita específica de alimentación del conector. La centralita se alimenta con las corrientes que se toma de cada circuito de los pilotos: intermitencias derecha e izquierda, frenos, luz de matrícula y marcha atrás, la centralita alimenta cada circuito del conector con la corriente positiva directa, consiguiendo que el módulo de gestión del coche no detecte el consumo excesivo de corriente de las lámparas del remolque.

1. El vehículo se encuentra preparado para poder montar el gancho, dispone de taladros y puntos de anclaje del gancho en su carrocería desmontando el paragolpes.
2. El gancho homologado se comercializa con todos los componentes mecánicos, pletinas de anclaje, tornillos (figura 7.39).
3. Todos los componentes eléctricos, calculados para soportar la intensidad que circulará por ellos también se suministran, cables, centralita, conector hembra, etc. (figura 7.40).



↑ **Figura 7.39.** Componentes mecánicos del gancho.



↑ **Figura 7.40.** Componentes eléctricos.

- Una vez desmontado el paragolpes, se puede empezar a montar los anclajes de fijación y todos los componentes mecánicos del gancho, soportes (figura 7.41) y la barra con la bola (figura 7.42).

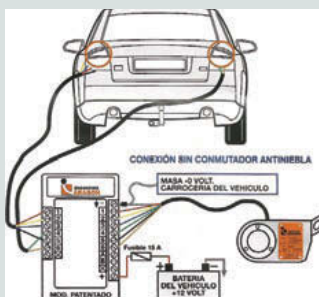


↑ **Figura 7.41.** Montar las fijaciones del gancho al chasis.



↑ **Figura 7.42.** Barra principal y bola.

- Con los componentes mecánicos atornillados y montados, se procede a montar la parte eléctrica.
- El esquema eléctrico de montaje (figura 7.43) lo proporciona el fabricante del gancho en el *kit* junto con los cables de conexión con la sección apropiada para cada circuito, la centralita, conectores y el conector hembra.
- Desmontar el pilotos traseros, para acceder a los cables de alimentación de los distintos circuitos, posición, freno, intermitentes (figura 7.44).
- Empleando las grapas de conexión, pinzar cada cable de señal, intermitentes, posición y frenado y conectar los cables del lado izquierdo y derecho con la centralita (figura 7.45).



↑ **Figura 7.43.** Plano de montaje.

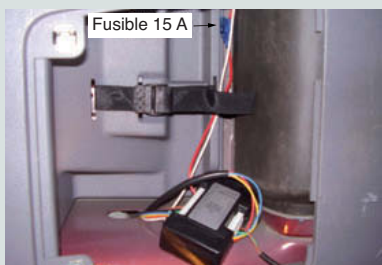


↑ **Figura 7.44.** Desmontar pilotos.



↑ **Figura 7.45.** Pinzar los cables de señal.

- Alimentar con corriente positiva la centralita (cable rojo) y masa (cable blanco), figura 7.46, proteger la alimentación positiva con el fusible de 15 A. Montar los pilotos y el conector (figura 7.48).



↑ **Figura 7.46.** Alimentación de la centralita.



↑ **Figura 7.47.** Fijar la centralita.



↑ **Figura 7.48.** Conector eléctrico y gancho montado.



## MUNDO TÉCNICO

### Presentación del Volkswagen Eos descapotable

El Salón del Automóvil de Los Ángeles está siendo el escenario elegido para la puesta de largo del primer *restyling* en profundidad del Volkswagen Eos, el descapotable con techo metálico derivado del Golf Mk V de 2006. Pese a que ya se actualizó en 2009, el Eos 2011 es un coche prácticamente nuevo, sobre todo en cuanto al diseño de la carrocería, *lifting* necesario para seguir siendo uno de los mejores entre los descapotables sin capota de lona y tracción delantera donde militan, entre otros, los Ford Focus CC, Opel Astra Twin Top, Peugeot 308 CC, Renault Mégane Coupé Cabrio y Volvo C70.

El nuevo Eos luce un diseño menos atrevido que el primero de 2006. Destaca por unas líneas acordes con la nueva generación de modelos recientemente presentados por la marca, como los Passat, Sharan o Jetta. Destaca la nueva parrilla frontal, que se extiende entre los nuevos faros con tres perfiles horizontales cromados en negro brillante, así como las luces traseras con tecnología LED y una rediseñada parte posterior con

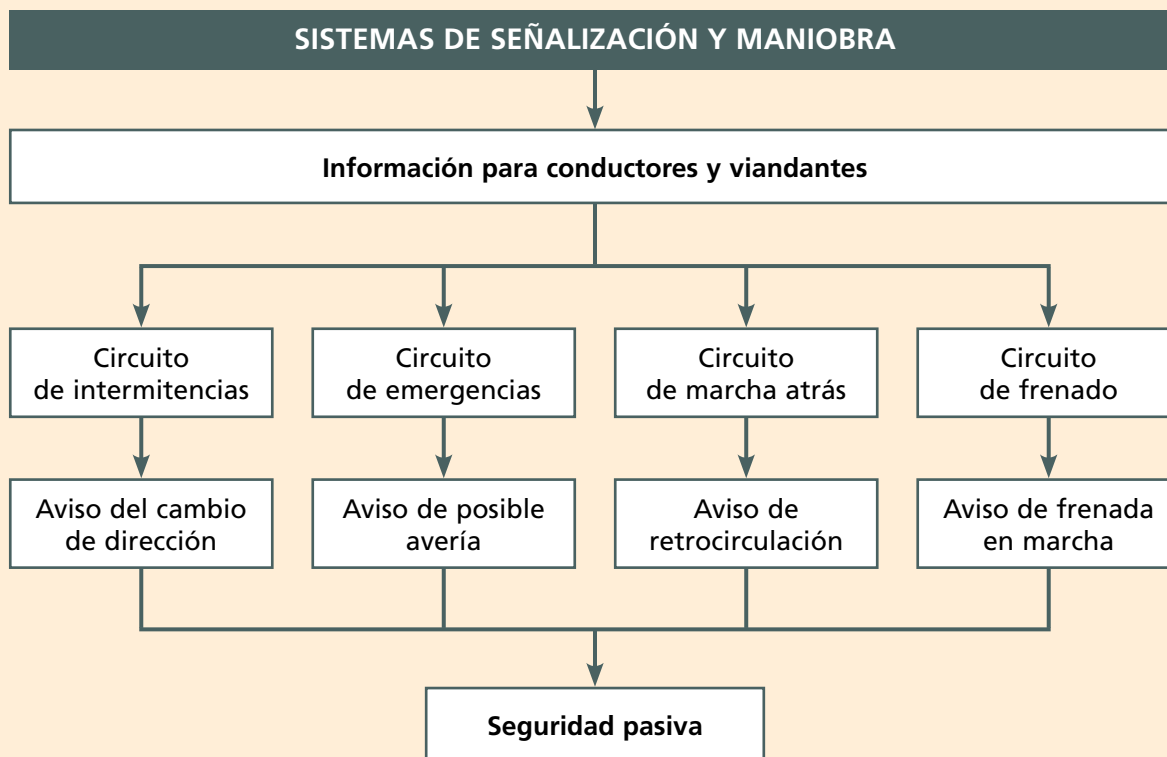
un nuevo difusor. El interior es muy similar al del modelo anterior aunque varían el cuadro de instrumentos, la tapicería y el sistema de arranque, que cambia la tradicional llave por un pulsador.

En el apartado de tecnología, el nuevo Eos destaca por numerosos detalles, desde el nuevo *display* multifunción Premium con pantalla a color, como los sistemas de ayuda a la conducción Light Assist, que adapta el haz de luz a las circunstancias reales del tráfico, o el Park Assist de segunda generación, capaz de aparcar también en batería. Asimismo, el nuevo Eos también podrá equipar el sistema Keyless Access con la novedad de poder abrir y cerrar la capota con la llave del vehículo gracias a un sistema de tecnología inalámbrica. Como opción el Eos ofrecerá el nuevo cuero Cool leather, que mantiene los asientos a una temperatura agradable en situaciones de calor intenso.

Fuente: Autocasion.com.22/11/2010  
Javier Montero



## EN RESUMEN



### entra en internet

- 1. Busca en la página web <[www.enganchesaragon.com](http://www.enganchesaragon.com)>, de la empresa Enganches de Aragón, toda la información sobre el montaje de un gancho de remolque.

# 8

# Sistema de señalización acústico

## vamos a conocer...

1. Sistema de señalización acústico
2. Normativa aplicable
3. Principios físicos del sonido
4. Funcionamiento del circuito
5. Características y funcionamiento de los componentes
6. Avisador acústico gestionado electrónicamente
7. Montaje de bocinas o cláxones y averías más frecuentes
8. Avisador acústico de marcha atrás

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Localización de averías en el circuito acústico de la bocina de un automóvil

### MUNDO TÉCNICO

Ensayo de resistencia del avisador acústico

## y al finalizar esta unidad...

- Sabrás cuál es la misión del sistema acústico del vehículo y la normativa aplicable.
- Conocerás los principios físicos del sonido de las bocinas.
- Conocerás los tipos de bocinas que intervienen en el sistema acústico.
- Aprenderás el esquema eléctrico de la bocina de un vehículo, interpretando esquemas reales.
- Conocerás el sistema avisador acústico de marcha atrás.
- Realizarás el montaje y la comprobación de los elementos que componen el circuito de la bocina.

## situación de partida

Jaime, después de ver un partido de fútbol con sus amigos, se ha ido a celebrar por la ciudad la victoria de su equipo.

Debido a la euforia de la victoria, hace sonar el claxon de su automóvil mientras llega a su destino.

Tras pasar unos minutos con el claxon funcionando, este deja de sonar con el tono acostumbrado hasta que finalmente deja de funcionar.

Jaime piensa que simplemente se ha fundido el fusible del circuito y se dispone a cambiarlo.

Al abrir la caja de fusibles observa que el fusible está en perfectas condiciones y que allí no se encuentra el motivo de la avería.

Entonces Jaime decide llevar el vehículo al taller de un amigo para que le verifiquen el funcionamiento del claxon. Allí le comentan que el motivo de la avería es que la resistencia interna del claxon se ha quemado y hay que sustituirlo por uno nuevo.

Tras sustituir el claxon averiado, el sistema vuelve a funcionar correctamente.

En el taller le indican a Jaime que no es conveniente utilizar el claxon durante mucho tiempo seguido ya que le podría volver a ocurrir esta avería.



↑ Claxon averiado.

## estudio del caso

*Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.*

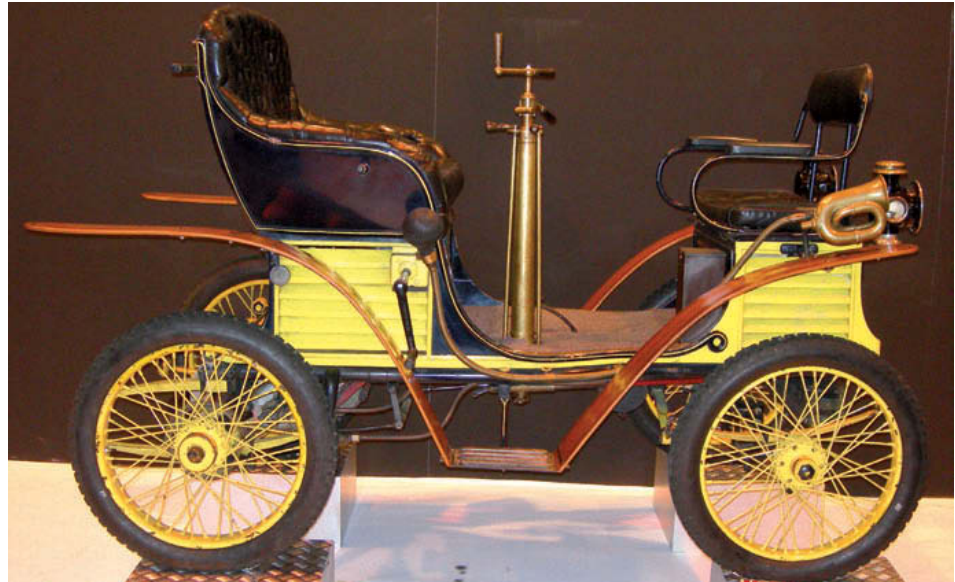
1. ¿Cuál es la función del fusible en los circuitos?
2. ¿Dónde se encuentra generalmente el claxon o la bocina en un automóvil?
3. ¿A qué es debido que la resistencia interna del claxon se haya quemado?
4. ¿Es posible que la avería haya sido provocada por un mal funcionamiento del relé?

### saber más

Las señales acústicas pueden sustituirse por advertencias luminosas en forma de destellos, para advertir un posible accidente o la maniobra de adelantamiento, incluso en zona urbana.

## 1. Sistema de señalización acústico

El sistema de señalización acústico del vehículo tiene como misión alertar, a los usuarios de la vía, de la presencia del vehículo. Su uso tiene carácter excepcional aunque se permite su utilización, además de la referida, en casos de urgencia. Fuera de población, el sistema de señalización acústico se puede emplear para avisar al conductor de otro vehículo de nuestra intención de efectuar su adelantamiento.



↑ **Figura 8.1.** Vehículo histórico con sistema de señalización acústico mediante bocina de aire.

## 2. Normativa aplicable

El sistema acústico de los vehículos está regulado por el Reglamento General de Vehículos (art. 11.7), por diferentes directivas de la Unión Europea y por el reglamento CEPE/ONU 28 R. Estas normativas prescriben la necesidad de homologación y los requisitos que deben cumplir los elementos de señalización acústica y las señales que estos emiten.

Todo vehículo a motor debe estar provisto de un aparato productor de señales acústicas homologado capaz de emitir un sonido continuo, uniforme y de suficiente intensidad. Este aparato deberá permitir ser utilizado manualmente por el conductor sin provocar su distracción. En todo caso, al utilizar las señales acústicas se hará de forma suave, con toques cortos y breves.

El sonido emitido por el aparato debe ser de intensidad uniforme y constante, no estridente. El valor del nivel de presión sonora máximo debe ser igual o superior a 93 dB y como máximo 112 dB para vehículos de las categorías M y N y motocicletas de potencia superior a 7 W, medidos a una distancia de 7 m por delante del vehículo y a una altura comprendida entre 0,5 y 1,5 m del suelo, con ruido ambiente inferior a 10 dB.

Está prohibida la utilización de sirenas, emisores de tonos secuenciales que reproduzcan notas musicales, u otros que puedan provocar confusión. La utilización de sirenas u otros aparatos de señales acústicas especiales queda reservada a los vehículos de asistencia sanitaria (véase figura 8.2), extinción de incendios y servicio de policía.



↑ **Figura 8.2.** Montaje de la sirena de un vehículo de transporte sanitario.

## 3. Principios físicos del sonido

### 3.1. Concepto de sonido

El sonido es un movimiento vibratorio originado por un cuerpo (fuente), que se transmite a través de un medio material elástico y que al llegar a nuestros oídos nos produce sensaciones acústicas.

En el oído humano son audibles frecuencias entre 16 y 20.000 Hz pudiendo llegar hasta los 30.000 Hz. Los sonidos de frecuencia superiores se denominan ultrasonidos.

### 3.2. Onda sónica

Se conoce **onda sónica** como una perturbación en el medio en el cual se propaga el sonido. Esta perturbación se forma por una serie de compresiones y dilataciones que se propagan a la velocidad del sonido.

### 3.3. Cualidades del sonido

Las cualidades del sonido que percibe el oído humano son:

- **Tono o altura.** Es la cualidad del sonido que permite distinguir, según sea su frecuencia baja o alta, entre un sonido **grave** y un sonido **agudo** (véase figura 8.3). El tono se mide en hercios (Hz).
- **Intensidad.** Esta cualidad está relacionada con la amplitud de la onda por lo que nos transmite la sensación sonora. Según la intensidad, se pueden clasificar los sonidos en **fuertes** si la intensidad es elevada (cuando el volumen es alto) o en **débiles** si la intensidad es pequeña (el volumen es bajo).
- **Timbre.** Permite diferenciar dos sonidos que tengan la misma intensidad e igual tono mediante los sonidos armónicos que se superponen al sonido fundamental.

### 3.4. Propagación del sonido

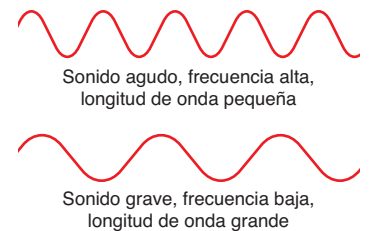
El sonido se propaga desde una fuente sonora en forma de ondas, y como hemos indicado en el concepto de sonido precisa generalmente de un medio material para propagarse, por lo tanto, no se propaga en el vacío.

A medida que las ondas se alejan de la fuente sonora sufren una disminución de su presión sonora.

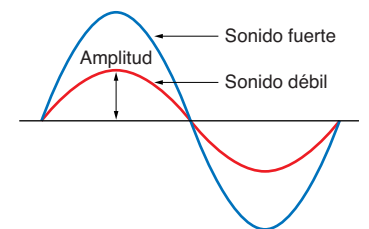
La velocidad de propagación del sonido depende del medio por donde se propague y de su temperatura. En el aire seco, la velocidad de propagación del sonido es de 330,7 m/s a 0 °C. Generalmente se utiliza como valor de la velocidad del sonido 340 m/s.

### 3.5. Percepción sonora

La intensidad fisiológica o percepción sonora de un sonido es la sensación subjetiva que tenemos al percibir un sonido. Depende de la frecuencia del sonido y se mide en decibelios (dB).



↑ **Figura 8.3.** Representación de los sonidos grave y agudo.



↑ **Figura 8.4.** Amplitud de onda típica del sonido fuerte y del sonido débil.

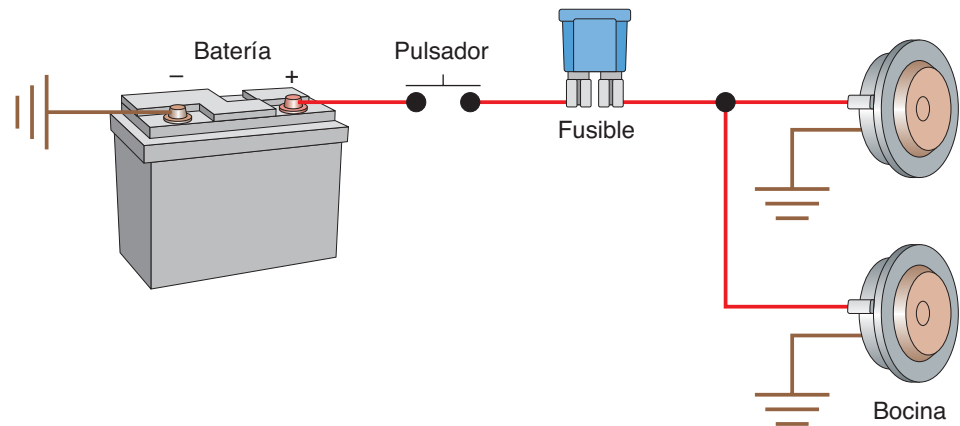
## 4. Funcionamiento del circuito

En los vehículos se utilizan principalmente dos tipos de circuitos eléctricos, para el montaje del avisador acústico: conexión directa a positivo y conexión con relé a través de llave de contacto.

### 4.1. Conexión directa a positivo

En el circuito del avisador acústico con conexión directa a positivo, la corriente positiva procedente de la batería (polo +) pasa por el pulsador de mando del habitáculo hacia la caja de fusibles (fusible de 15 o 20 amperios), y desde el fusible se establece conexión con la bocina (polo +). La bocina se conecta a masa a través de un borne o directamente sobre su bastidor (véase figura 8.5).

Cuando se acciona el pulsador de la bocina, se cierra el circuito a masa, momento en el que se producen las señales acústicas.



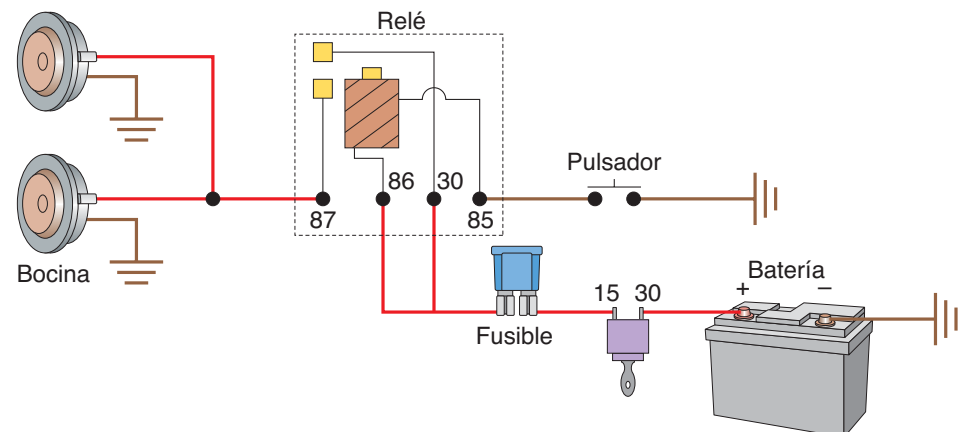
↑ **Figura 8.5.** Conexión de la bocina directa a positivo.

### 4.2. Conexión a través de llave de contacto

En el circuito del avisador acústico con conexión a través de llave de contacto, la llave de contacto recibe corriente positiva directa de batería (+30). Desde la llave de contacto se suministra corriente a través del borne (+15) al fusible de protección y desde este, por los bornes 86 y 30, al relé de la bocina (véase figura 8.7).



↑ **Figura 8.6.** Montaje de las bocinas de un automóvil.



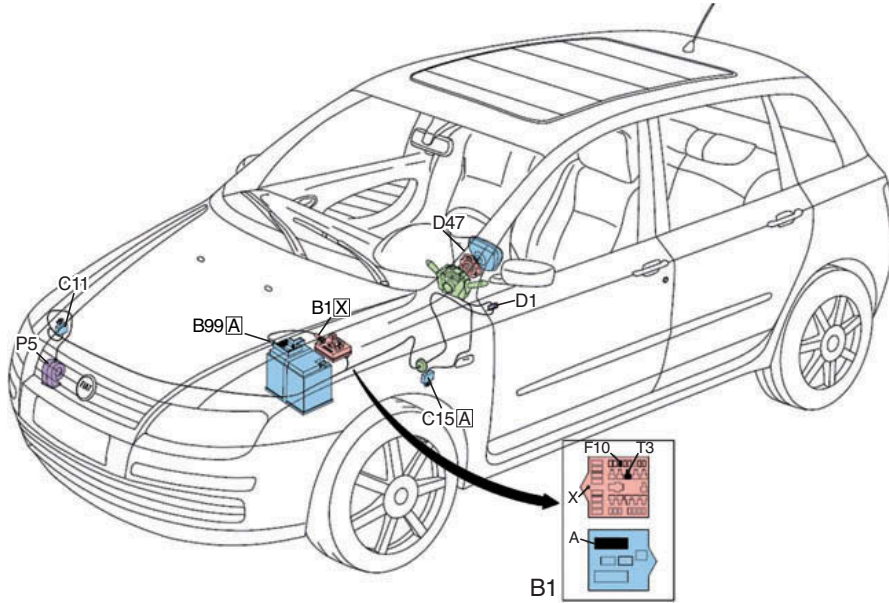
↑ **Figura 8.7.** Conexión de la bocina a través de llave de contacto y del relé.

El borne 85 del relé se alimenta con corriente negativa desde el pulsador situado en el mando interior o en el volante. El borne 87 del relé alimenta con corriente positiva a los contactos del relé de las bocinas. El circuito se cierra a masa por una masa común.

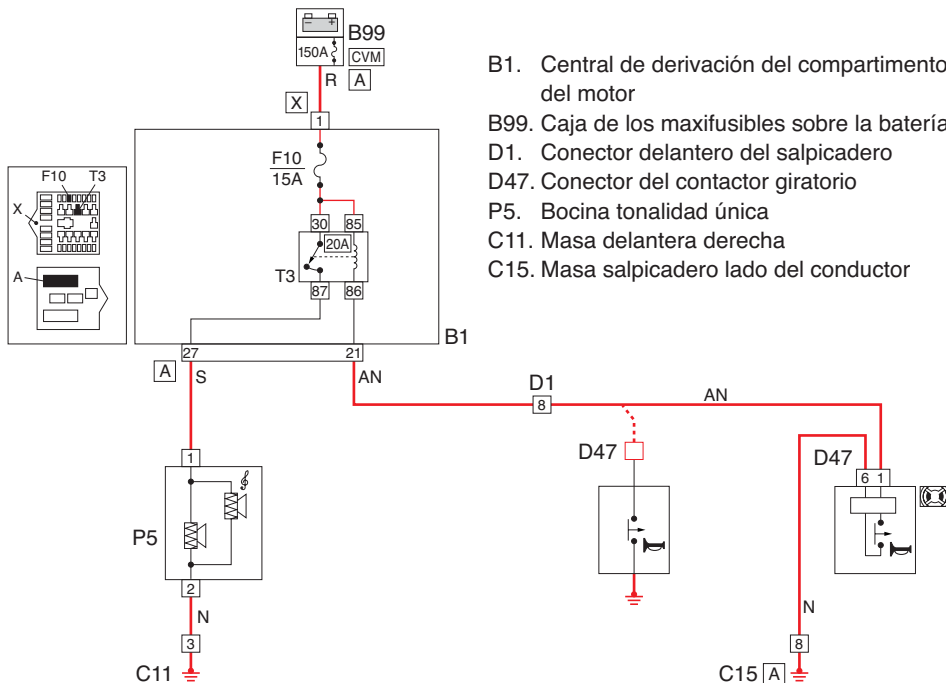
Con la llave de contacto en posición encendida, se alimenta con corriente positiva, a través de la caja de fusibles, el relé. Si se acciona el pulsador del mando interior o del volante, se cierra el circuito del relé a masa. Esto hace que se excite su bobina y se cierre el contacto del relé, lo que origina la transmisión de corriente positiva directa hacia las bocinas las cuales van conectadas por un extremo a masa. Sin el contacto encendido, el circuito avisador acústico no funciona.

**saber más**

Las bocinas eléctricas han de acoplarse a la carrocería de forma flotante para evitar que las partes de la carrocería vibren y perturben la pureza de tono y el volumen del sonido.



↑ **Figura 8.8.** Localización de los componentes del avisador acústico en un automóvil (Fiat Stilo).



↑ **Figura 8.9.** Esquema eléctrico del fabricante del avisador acústico (Fiat Stilo).



## 5. Características y funcionamiento de los componentes

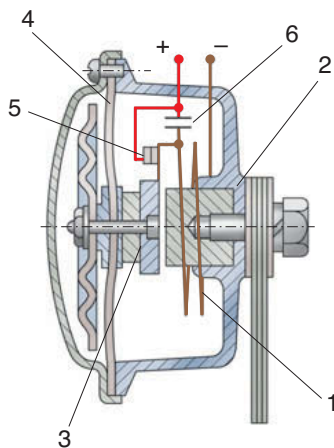
Los avisadores acústicos más utilizados en los sistemas de señalización acústica de los vehículos son; bocinas electromagnéticas, bocinas electroneumáticas, bocinas neumáticas y sirenas.

### 5.1. Bocinas electromagnéticas

Las bocinas electromagnéticas se montan generalmente en los automóviles. Su funcionamiento se basa en la transmisión de ondas sonoras generadas por medio de un sistema oscilante.



↑ **Figura 8.10.** Bocinas electromagnéticas tipo concha.



↑ **Figura 8.11.** Esquema de funcionamiento.

#### Funcionamiento de la bocina electromagnética

La bocina electromagnética está formada por una bobina electromagnética (1), sobre la que se arrolla un núcleo magnético (2) y un sistema oscilante compuesto por un inducido (3), una placa oscilante unida a una membrana que trabaja en forma de resorte (4) y un plato ruptor (véase figura 8.11).

Cuando se acciona el pulsador-contactor pasa corriente por la bobina de la bocina. La corriente eléctrica crea un campo magnético que atrae al inducido y lo hace golpear contra el núcleo. El choque somete a vibración a todos los componentes de la bocina.

El plato se encuentra unido al inducido que funciona de forma similar a un ruptor y abre los contactos (5). En este momento pasa corriente por la bobina y desaparece el campo magnético creado. Cuando desaparece el campo magnético, la membrana devuelve el conjunto oscilante a su posición de reposo. Al cerrarse los contactos pasa corriente a la bobina nuevamente, repitiéndose este ciclo, con una frecuencia determinada (alrededor de los 300-500 Hz, según el tipo de bocina), hasta que se interrumpa la corriente de la bobina. Este golpeteo se transmite a la placa y a la membrana, lo que produce ondas sonoras.

El tamaño de la bocina influye, junto a la potencia electromagnética de esta, en la intensidad sonora.

La bocina dispone de un condensador (6), montado en paralelo con los contactos, que absorbe la corriente de ruptura y los protege.

### 5.2. Bocina electroneumática (clarín o trompa)

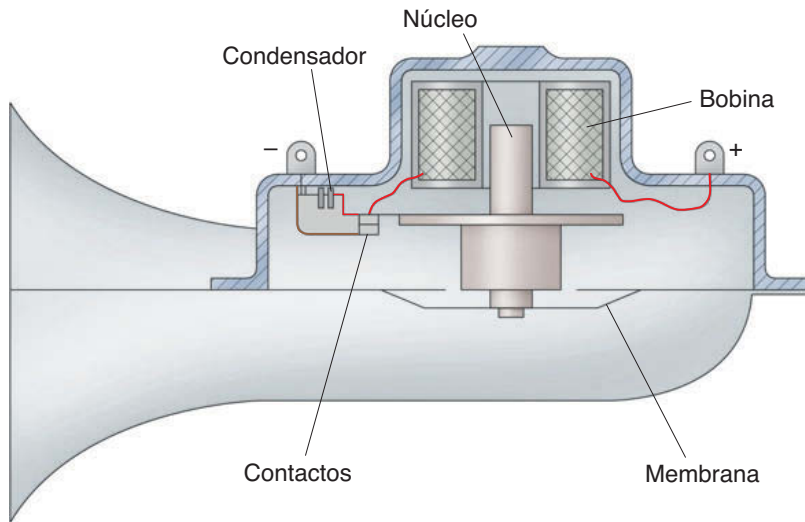
Las bocinas electroneumáticas tienen un principio de funcionamiento similar al de las bocinas electromagnéticas, con la particularidad de que el inducido oscila libremente sin dar golpes y arrastra la membrana que pone en movimiento oscilante la masa de aire dentro de un tubo. Estas oscilaciones son las que producen las ondas sonoras.

El tubo de la bocina generalmente está enrollado en forma de caracol para que su tamaño sea menor. Con el fin de mejorar la propagación del sonido, se ensancha el tubo de la bocina por su parte exterior a modo de trompeta.

Este tipo de bocina tiene un sonido más melodioso que el producido por las electromecánicas, pero su capacidad de penetración es menor. La frecuencia de trabajo se encuentra entre 400 y 500 Hz.



↑ **Figura 8.12.** Bocina electroneumática.



↑ **Figura 8.13.** Esquema de funcionamiento de una bocina electroneumática.

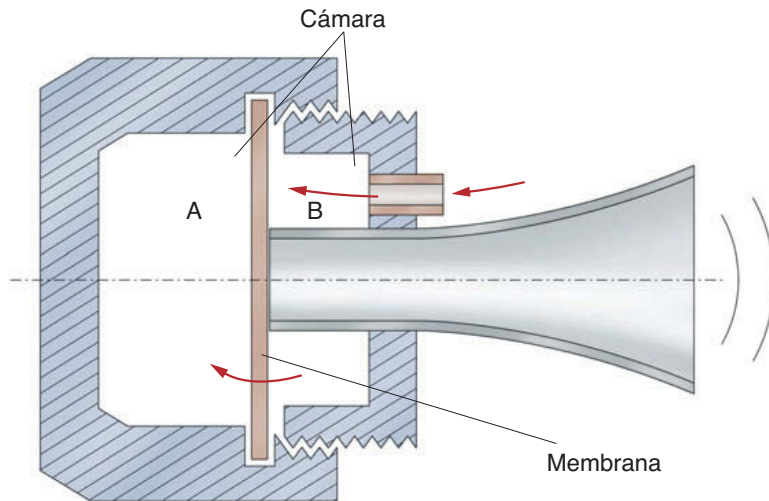
**saber más**

En algunas bocinas, el sonido que emiten es regulable a través de un tornillo situado en su parte posterior.

**5.3. Bocinas neumáticas**

Las bocinas neumáticas se montan generalmente en camiones ya que estos poseen un sistema neumático que facilita la instalación y el funcionamiento.

Estas bocinas disponen de un cuerpo en cuyo interior se forma una cámara que contiene el tubo en forma de trompeta. La cámara es dividida en dos partes gracias a una membrana que deja pasar el aire de la zona A a la zona B (véase figura 8.15).



↑ **Figura 8.15.** Esquema de funcionamiento de una bocina neumática.

La membrana se apoya en la boca del tubo (zona B de la cámara). El aire procedente del compresor entra en la cámara (B) despegando la membrana y se abre paso hacia el exterior. Cuando se queda sin presión la cámara B, el aire de la cámara A presiona sobre la membrana y desplaza esta sobre la embocadura de la trompeta. Este proceso genera el sonido de la bocina tras repetirse un número determinado de veces por segundo.

El sistema es oscilante y por tanto produce un sonido de una frecuencia determinada, que se puede modificar acercando más o menos la membrana a la embocadura de las trompetas.

El circuito electroneumático de estas bocinas puede realizarse de manera autónoma o formando parte del sistema neumático del camión.



↑ **Figura 8.14.** Bocinas neumáticas.



↑ **Figura 8.16.** Bocinas con sistema autónomo.

En el montaje autónomo, las bocinas disponen de un compresor de 12 o 24 voltios, de pequeño tamaño alimentado eléctricamente desde el relé del circuito eléctrico. Cuando se pulsa el interruptor de mando, se cierra el circuito eléctrico y se pone en funcionamiento el compresor que alimenta de aire las bocinas.

El compresor de estas bocinas está constituido por un motor eléctrico cuyo rotor mueve unas aspas situadas en su interior. Las aspas comprimen el aire que es impulsado hacia las bocinas y que hace vibrar su membrana con impulsos periódicos.

En el segundo sistema, la alimentación neumática de las bocinas se realiza a través del circuito neumático del vehículo. El circuito integra un reductor de presión y opcionalmente un calderín auxiliar para las bocinas. Gracias a una electroválvula (generalmente 3/2) se alimentan las bocinas con aire comprimido.

Cuando se acciona el pulsador de la bocina, se alimenta un relé que excita la electroválvula y la cambia de posición, de esta manera deja pasar a través de ella aire desde el circuito o desde los calderines hacia las bocinas.



↑ **Figura 8.17.** Bocinas neumáticas montadas en un camión.

## 5.4. Sirenas

Las sirenas son utilizadas en los vehículos prioritarios para situaciones de emergencia.

Actualmente, las sirenas que se montan en este tipo de vehículos están constituidas por una bocina y un circuito electrónico capaz de reproducir diferentes tonos. El circuito electrónico está formado por uno o varios osciladores para variar los tonos del sonido, transistores, resistencias y otros componentes electrónicos.

Las sirenas electrónicas son alimentadas generalmente por una tensión de 6 V, 12 V o 24 V, y ofrecen un nivel de presión sonora de entre 95 a 125 decibelios.

El circuito eléctrico de la sirena utilizado por los vehículos prioritarios es similar al utilizado por el sistema acústico del vehículo. En el circuito se monta un pulsador propio para su activación independiente del pulsador del sistema acústico.



↑ **Figura 8.18.** Sirena electrónica.

## 5.5. Mando de accionamiento

El accionamiento de la bocina o claxon de un vehículo se realiza mediante un mando-interruptor situado al alcance del conductor y de fácil manejo.

Principalmente se utilizan dos tipos de mandos:

- **Los mandos integrados en el volante**, que permiten ser accionados por el conductor sin que este suelte las manos del volante.
- **Los mandos de accionamiento combinado**, que aprovechan el mando de luces o intermitencias para combinar la función de pulsador o interruptor de bocina.



↑ **Figura 8.19.** Mando de accionamiento de la bocina en el volante.



↑ **Figura 8.20.** Mando combinado y conexión eléctrica.

## 5.6. Relé para bocinas

El relé para la bocina se monta en instalaciones que requieren gran consumo de corriente (instalaciones de bocinas de tono alto) y siempre que se coloquen bocinas dobles. La instalación de un relé en el circuito eléctrico evita que pase una alta intensidad de corriente por los contactos del pulsador. Esto permite una disminución de la sección de los cables y garantiza su conservación en perfectas condiciones junto con los contactos internos de los mandos.

En la figura 8.21 y 8.22 podemos conocer el esquema del circuito eléctrico de un relé de bocina y sus conexiones:

30. Positivo directo de batería.

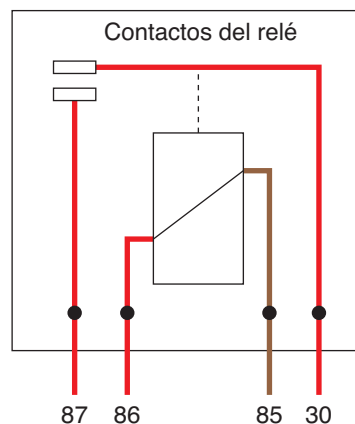
87. Salida (+) hacia bocina.

85. Entrada de masa a través del interruptor.

86. Entrada de corriente (+) de mando. A través de llave de contacto (+15).



↑ **Figura 8.21.** Relé de bocina.

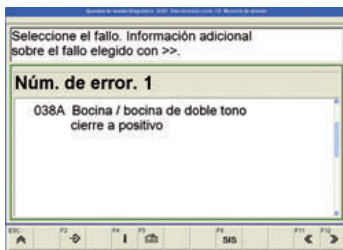


↑ **Figura 8.22.** Esquema eléctrico.

### caso práctico inicial

Si el relé está deteriorado, la bocina deja de funcionar pero no tiene por qué deteriorarse.

## 6. Avisador acústico gestionado electrónicamente

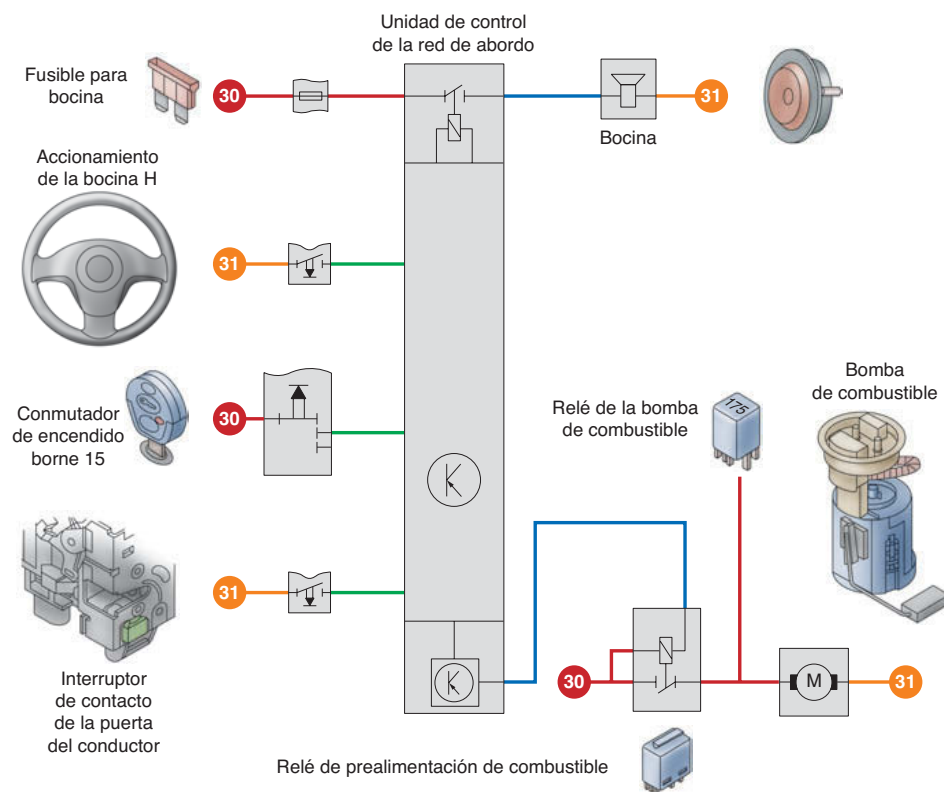


↑ **Figura 8.23.** Lectura de la memoria de averías del sistema electrónico central.

El avisador acústico gestionado electrónicamente para su funcionamiento es gobernado por una unidad de control. La bocina funciona cuando el conmutador de encendido está conectado y la unidad de control recibe la señal del pulsador integrado generalmente en el volante.

En el esquema de la figura 8.24, la unidad de control de la red de abordo recibe alimentación eléctrica con corriente positiva (+30) del fusible y mediante un relé interno se excita la bobina de la bocina. La bocina cierra el circuito eléctrico a través de la masa del vehículo (31).

Este sistema dispone de un autodiagnóstico a través de la unidad de control que permite la memorización de averías de los distintos componentes.



↑ **Figura 8.24.** Conexión del avisador acústico a través de una unidad de control y la red de a bordo.

## 7. Montaje de bocinas o cláxones y averías más frecuentes



↑ **Figura 8.25.** Montaje de dos bocinas en un vehículo.

El montaje de bocinas o cláxones debe realizarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se llevará a cabo según las instrucciones de montaje del fabricante.
- La salida del sonido se dirigirá hacia delante.
- La fijación será firme y se realizará por medio de soportes adecuados y suficientemente resistentes a vibraciones e impactos.
- Se realizará siempre en un lugar protegido contra salpicaduras de agua y polvo.

- La conexión de las bocinas a masa debe realizarse en un sitio limpio, sin pintura y libre de óxidos. Una mala masa afectará al sonido de la bocina.

En la siguiente tabla se exponen las averías más frecuentes del circuito del avisador acústico.

### caso práctico inicial

La resistencia interna del claxon del vehículo de Jaime se ha quemado debido a que se ha utilizado durante mucho tiempo y se ha calentado en exceso.

SÍNTOMA	CAUSA	VERIFICACIÓN	SOLUCIÓN
La bocina no funciona	Mando de la bocina defectuoso	Comprobar el mando con lámpara de pruebas o polímetro	Sustituir el mando
	Relé de la bocina defectuoso	Comprobar el relé con lámpara de pruebas o polímetro	Sustituir el relé
	Bobinas o contactos de la bocina defectuosos	Comprobar la continuidad con lámpara de pruebas o polímetro	Sustituir la bocina
	Reglaje incorrecto	Ajustar por medio del tornillo de regulación	Reglaje
La bocina funciona a veces	Reglaje incorrecto	Ajustar por medio del tornillo de regulación	Reglaje
	Fallo de la masa	Comprobar continuidad	Reparar conexión
	Cortocircuito interno	Comprobar continuidad y la resistencia	Sustituir
	Mando de la bocina defectuoso	Comprobar continuidad	Reparar o sustituir

↑ **Tabla 8.1.** Averías mas frecuentes en el circuito del avisador acústico.

## 8. Avisador acústico de marcha atrás

El sistema avisador acústico de marcha atrás permite avisar a los peatones, con una señal acústica intermitente, de la realización de la maniobra de marcha atrás de un vehículo.

Para tal función se utilizan principalmente dos dispositivos: bombilla con avisador acústico o avisador acústico.

La **bombilla con avisador acústico** consiste en una bombilla a la que se le ha añadido un dispositivo sonoro intermitente. El montaje de esta bombilla es similar al realizado con una bombilla convencional ya que dispone de un casquillo idéntico a la bombilla de origen del vehículo.

El **avisador acústico** consiste en un dispositivo sonoro que emite una señal intermitente y que se acopla en paralelo a la instalación eléctrica de la iluminación de marcha atrás. Este dispositivo generalmente es piezoeléctrico, lo que permite un bajo consumo de corriente (de unos 50 mA) y facilita su montaje.



↑ **Figura 8.26.** Avisador acústico piezoeléctrico.

## ACTIVIDADES FINALES

- 1. ¿Qué es el sonido?
- 2. Investiga, con ayuda de un manual de taller, cómo se realiza el diagnóstico de averías en un sistema de bocina con unidad de control y red de a bordo.
- 3. ¿Cuáles son las diferencias entre el circuito acústico de bocina de un automóvil y el de un camión?
- 4. Realiza un esquema electroneumático de un circuito con bocina neumática de un camión.
- 5. Explica cómo se realiza la conexión de la bocina con relé y a través de la llave de contacto.
- 6. ¿Qué indicaciones se deben tener en cuenta en el montaje de bocinas o cláxones?
- 7. Dibuja el esquema de un relé de bocina y representa las conexiones en un circuito.
- 8. Busca en un manual de taller el circuito eléctrico de un vehículo e identifica el circuito de bocina y los elementos que integra. Haz un croquis del modelo en cuestión.
- 9. Con un polímetro, comprueba la continuidad del fusible del circuito de la bocina y determina si está fundido o no.
- 10. Con una lámpara en serie, comprueba si llega corriente a los bornes 30 y 86 del relé de la bocina.
- 11. Sobre el relé de bocina y conectando una batería, comprueba su funcionamiento puenteando los bornes 86 y 85 con positivo y negativo respectivamente.
- 12. Comprueba el funcionamiento de una bocina con ayuda de una batería; conecta el borne positivo y el negativo a ambos polos de la bocina.



↑ **Figura 8.27.** Bocinas.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

- 1. ¿A partir de qué frecuencia se denomina ultrasonido?**
  - a. Inferior a 20.000 Hz.
  - b. Superior a 30.000 Hz
  - c. Entre 16 y 20.000 Hz.
  - d. Superior a los 100.000 Hz.
- 2. ¿Cuál es la frecuencia de trabajo aproximada de las bocinas electromagnéticas?**
  - a. Entre 300 y 500 Hz.
  - b. Entre 100 y 200 Hz.
  - c. Entre 700 y 1.000 Hz.
  - d. Entre 500 y 700 Hz.
- 3. ¿Qué bocinas utilizan generalmente los camiones?**
  - a. Bocinas electromagnéticas.
  - b. Bocinas neumáticas.
  - c. Bocinas electroneumáticas.
  - d. Clarines.
- 4. En un relé, ¿qué borne indica corriente directa de la batería?**
  - a. Borne 86.
  - b. Borne 85.
  - c. Borne 30.
  - d. Borne 87.
- 5. ¿Qué cualidad del sonido lo distingue entre sonido grave y agudo?**
  - a. Timbre.
  - b. Tono.
  - c. Intensidad.
  - d. Resistencia.
- 6. ¿Cuál es el valor del nivel de presión sonora máximo a una distancia de siete metros?**
  - a. Superior a 98 dB.
  - b. Igual o superior a 93 dB.
  - c. 87 dB.
  - d. 83 dB.
- 7. ¿Cuál es el valor de velocidad que se utiliza en la propagación del sonido?**
  - a. 340 m/s.
  - b. 240 m/s.
  - c. 380 m/s.
  - d. 140 m/s.
- 8. Para disminuir la intensidad de corriente que debe pasar por el mando de la bocina, ¿qué elemento se utiliza?**
  - a. El fusible.
  - b. El relé.
  - c. El diodo.
  - d. La llave de contacto.
- 9. ¿En qué unidad de medida se mide la resistencia de la bobina de un claxon?**
  - a. En voltios.
  - b. En amperios.
  - c. En ohmios.
  - d. En vatios.
- 10. ¿Es posible montar en un automóvil una bocina sin relé?**
  - a. No se puede montar.
  - b. Si, la bocina se puede montar en un circuito con conexión directa a positivo.
  - c. No, la bocina se debe montar siempre con relé.
  - d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.



# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Polímetro
- Lámpara en serie

## MATERIAL

- Batería

## Localización de averías en el circuito acústico de la bocina de un automóvil

### OBJETIVOS

Realizar el diagnóstico del circuito acústico de la bocina.

### PRECAUCIONES

- Utilizar una batería en buen estado.
- Regular el polímetro de acuerdo a la operación a realizar. Utilizar la unidad de medida adecuada.

### DESARROLLO

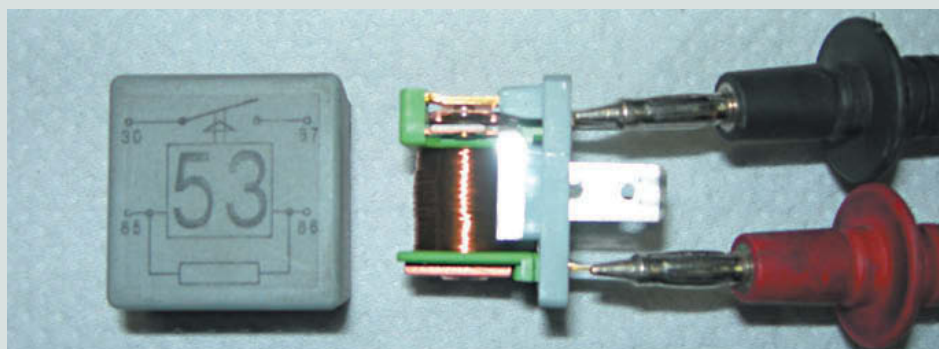
1. Comprueba el estado del fusible (con el polímetro se puede comprobar su continuidad o su resistencia). La comprobación se puede realizar también con una lámpara en serie cuando está montado en la caja de fusibles.
2. Comprueba la bobina del relé, resistencia del bobinado y continuidad entre los bornes de salida. Alimenta el relé con 12 voltios por los bornes 85 y 86 y comprueba que funciona oyendo el clic de la unión de los contactos. Comprueba que a su vez hay continuidad entre los bornes 30 y 87.



↑ **Figura 8.28.** Comprobación del fusible.



↑ **Figura 8.29.** Estado correcto de la bobina del relé.



↑ **Figura 8.30.** Comprobación de la bobina del relé.

### 3. Comprueba la bocina

- a. Suelta la bocina de su soporte y comprueba la resistencia de su bobina con un polímetro. Verifica si está derivada a masa.
- b. Comprueba su funcionamiento conectándola a los bornes de la batería (12 o 24 voltios); si no suena, el problema es de la bocina, puede ser que esté averiada o que se deba ajustar.
- c. Realiza el ajuste del sonido de la bocina a través de su tornillo de regulación. Gira el tornillo 15 o 30 grados y observa en cada giro el sonido de la bocina hasta conseguir el sonido adecuado.
- d. Asegúrate de que en la clema de conexión de la bocina llega corriente cuando se acciona el mando de accionamiento. En el polímetro debe aparecer una tensión aproximada de 12 voltios.
- e. Verifica, a su vez, si por la otra conexión existe buena señal de masa.

4. Comprueba que la sujeción de la bocina sea firme al mismo tiempo que elástica. Si los tacos de goma están rotos hay que sustituirlos por unos nuevos. Una mala sujeción puede provocar que el sonido de la bocina no sea el adecuado.



↑ **Figura 8.31.** Comprobación de la resistencia de la bobina.



↑ **Figura 8.32.** Comprobación de la tensión de alimentación en la clema.



↑ **Figura 8.33.** Regulación del sonido de la bocina.

## MUNDO TÉCNICO

### Ensayo de resistencia del avisador acústico

Según el Reglamento nº 28 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) y la directiva 93/30/CEE, para realizar el ensayo de resistencia del avisador acústico se deben cumplir las siguientes condiciones:

- El avisador acústico debe alimentarse con la tensión nominal.
- La resistencia de su conductor eléctrico expresada en ohmios, incluida la resistencia de los bornes y de los contactos, deberá ser lo más próxima posible a  $(0,10/12) \times$  tensión nominal en voltios:
  - 0,05 ohmios para una tensión nominal de 6 voltios.
  - 0,10 ohmios para una tensión nominal de 12 voltios.
  - 0,20 ohmios para una tensión nominal de 24 voltios.

El avisador debe funcionar:

- 10.000 veces para dispositivos destinados principalmente a motocicletas de potencia inferior o igual a 7 kW.
- 50.000 veces para dispositivos destinados principalmente a vehículos de las categorías M y N, y motocicletas de potencia superior a 7 kW, con una cadencia de un segundo de funcionamiento seguido de cuatro segundos de parada. Durante el ensayo, se ventilará el avisador acústico mediante una corriente de aire con una velocidad aproximada de 10 m/s.

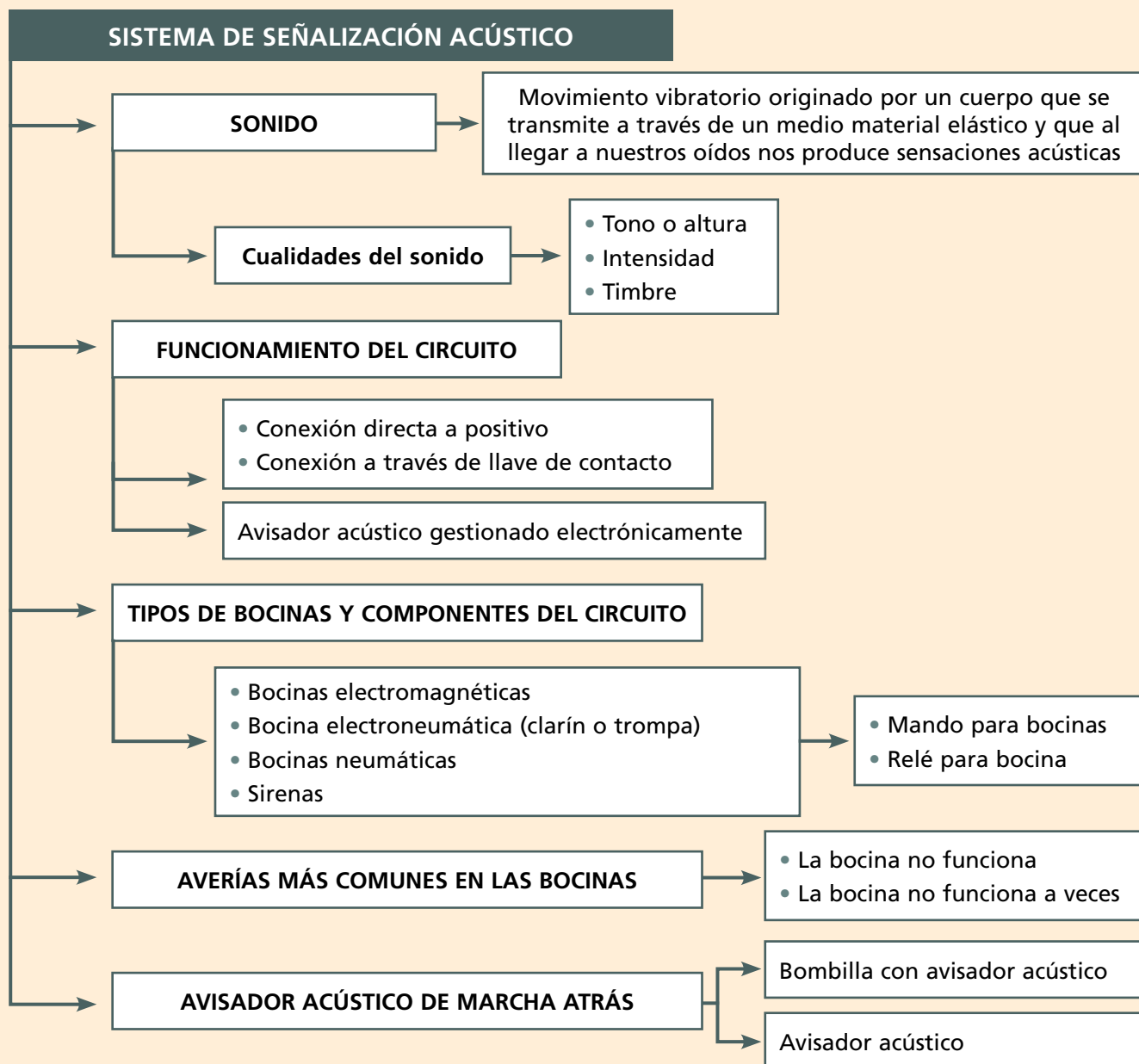
Si el ensayo se realiza dentro de una cámara anecoica, esta deberá tener el volumen suficiente para que pueda dispersarse con normalidad el calor desprendido durante el ensayo por el aparato productor de señales. La temperatura ambiente estará comprendida entre +15 °C y +30 °C.

Cuando, después de la mitad del número establecido de accionamientos, las características del nivel sonoro hayan variado respecto a las de antes del ensayo, se procederá a un ajuste del dispositivo.

Después del número total establecido de accionamientos y, si es necesario, tras un nuevo ajuste, el dispositivo deberá superar el ensayo.

En el caso de los avisadores acústicos electroneumáticos, se podrá efectuar una lubricación cada 10.000 accionamientos utilizando el aceite recomendado por el fabricante.

## EN RESUMEN



### entra en internet

- 1. Busca en internet las características técnicas de distintos tipos de claxon y bocinas del mercado. Como ejemplos te proponemos las siguientes páginas:
  - <[www.rinder.es](http://www.rinder.es)>
  - <[www.bosch-automotive.es](http://www.bosch-automotive.es)>

# 9

# Circuitos del cuadro de instrumentos

## vamos a conocer...

1. Cuadro de instrumentos
2. Sistemas de medición de los relojes del cuadro de instrumentos
3. Principios luminotécnicos relativos a los faros
4. Cuentarrevoluciones
5. Indicadores ópticos del cuadro
6. Circuito indicador de presión de aceite
7. Circuito indicador de temperatura del motor
8. Circuito indicador de combustible
9. *Check-control*
10. Instrumentos del cuadro utilizados por vehículos híbridos o eléctricos
11. Desmontaje y montaje del cuadro de instrumentos
12. Operaciones de mantenimiento del cuadro

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Comprobar una avería en circuito indicador de combustible

Resetear los intervalos de mantenimiento del cuadro de instrumentos

### MUNDO TÉCNICO

Control de velocidad de cruceo



## y al finalizar esta unidad...

- Conocerás e identificarás los instrumentos que constituyen el cuadro de instrumentos.
- Conocerás el funcionamiento de los instrumentos y su instalación.
- Interpretarás los esquemas eléctricos y electrónicos del cuadro.
- Localizarás e identificarás las averías de los componentes del cuadro de instrumentos.
- Diagnosticarás y borrarás las averías del cuadro de instrumentos y adaptarás y codificarás la unidad de control.

## situación de partida

Al vehículo de Carlos le ha dejado de funcionar correctamente el reloj del cuentarrevoluciones del cuadro de instrumentos. En ocasiones, el reloj vuelve a indicar las revoluciones del motor pero, tras pasar un tiempo, se vuelve a parar.

Carlos ha ido a ver a un amigo mecánico para que le revise el vehículo e identifique cuál es la avería.

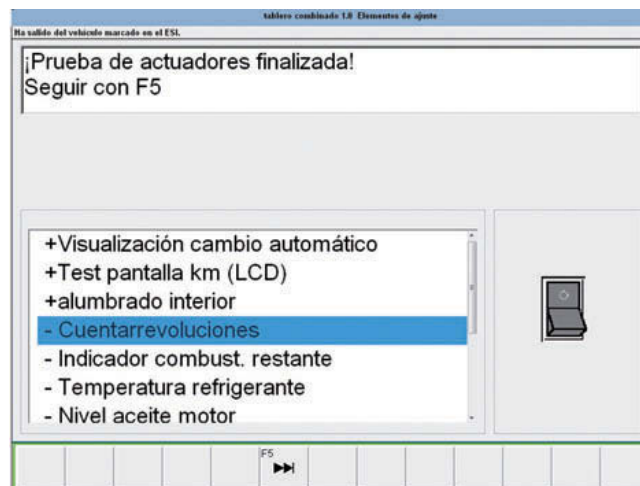
El mecánico le comenta a Carlos que en este vehículo la avería puede ser debida básicamente a dos motivos; que el sensor de revoluciones esté deteriorado o que la avería sea del reloj del cuadro de instrumentos.

Tras desmontar el sensor de revoluciones y limpiarlo, se monta y se comprueba que funciona correctamente. Comprobado el sensor, se observa que el cuentarrevoluciones sigue sin funcionar.

El mecánico decide posteriormente realizar una prueba de actuadores del cuadro con el equipo de diagnóstico.

Tras realizar la prueba, observa que funciona el velocímetro, los relojes de temperatura y nivel de combustible y también el resto de los testigos pero, el cuentarrevoluciones sigue sin girar.

El mecánico le comenta a Carlos que es posible que el motor del reloj del cuentarrevoluciones esté roto y que lo que hay que hacer es sustituir el cuadro de instrumentos por uno nuevo.



↑ Prueba de los actuadores del cuadro de instrumentos.

## estudio del caso

Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.

1. ¿De qué elementos se compone un cuadro de instrumentos convencional?
2. ¿Qué es un cuentarrevoluciones?
3. Una avería en el motor del cuentarrevoluciones ¿afecta al velocímetro del cuadro de instrumentos?
4. Si el sensor del cuentarrevoluciones se ensucia en exceso, ¿qué puede ocurrir?
5. ¿Qué equipo utiliza el mecánico para realizar la prueba de actuadores del cuadro?
6. ¿Afecta al funcionamiento del vehículo la avería del reloj del cuentarrevoluciones?



# 1. Cuadro de instrumentos

## saber más

La ergonomía estudia la adaptación óptima entre las máquinas y los hombres que las controlan.

## saber más

En algunos vehículos de alta gama se está empleando un dispositivo que proyecta sobre el parabrisas la información del cuadro de instrumentos.

La imagen virtual se proyecta en un parabrisas especial mediante una unidad de proyección integrada en el cuadro.



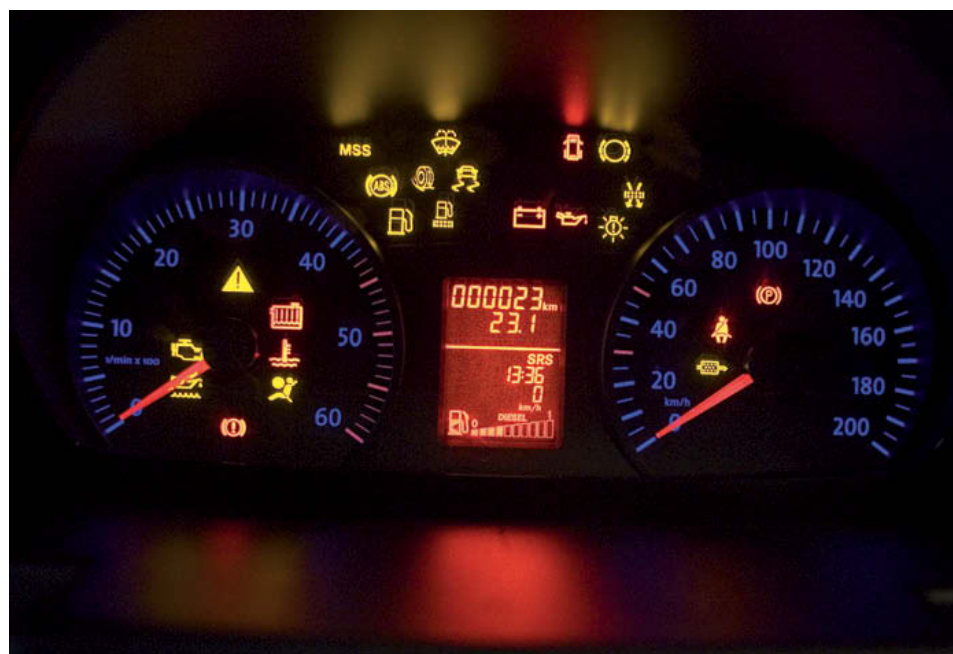
↑ **Figura 9.1.** Imagen virtual proyectada en el parabrisas.

El cuadro de instrumentos o cuadro porta instrumentos se sitúa sobre el tablero de a bordo, en una posición estudiada con criterios ergonómicos que facilitan la visualización e interpretación de los datos. Esto permite que el conductor sufra una menor fatiga y preste mayor atención durante la conducción.

El cuadro de instrumentos tiene la misión de informar al conductor sobre el estado de operatividad del vehículo: número de revoluciones del motor, velocidad, temperatura, nivel de líquido de depósito de combustible, sistema de iluminación, etc.

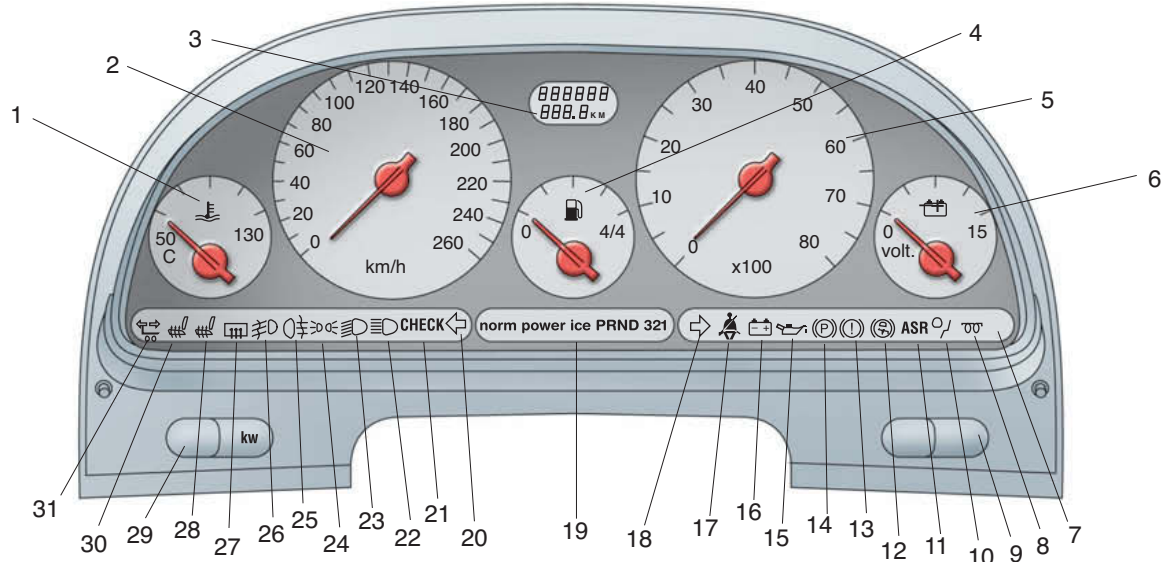
Dependiendo de la información que se facilite o del tipo de control que se realice, en el cuadro de instrumentos se montan los siguientes dispositivos de control:

- **Relojes**, tales como el velocímetro, cuentarrevoluciones, manómetro de presión del turbo, nivel de combustible, etc.
- **Testigos de advertencia**, informan mediante señales ópticas del estado de los principales circuitos del vehículo. Entre otros podemos destacar los siguientes indicadores:
  - Temperatura del motor.
  - Freno de estacionamiento.
  - Circuito de carga.
  - Alumbrado.
  - Presión de aceite motor, etc.
- **Pantallas de cristal líquido (LCD) o centros de información**, las cuales muestran toda la información del ordenador de a bordo y de los sistemas de seguridad y ayuda al conductor como el sistema de aparcamiento asistido, el sistema de reconocimiento de señales, el asistente de visión nocturna, el GPS, etc. También estas pantallas se utilizan en vehículos eléctricos e híbridos para ofrecer información sobre su funcionamiento.



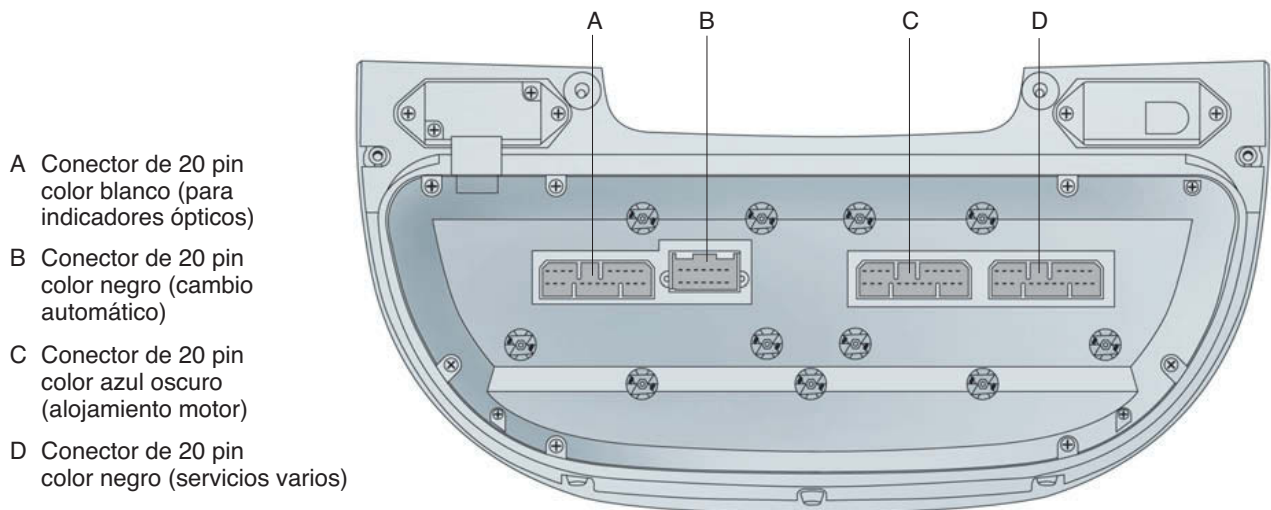
↑ **Figura 9.2.** Cuadro de instrumentos iluminado.

En las siguientes figuras podemos ver la vista trasera y delantera de un cuadro de instrumentos y los elementos que lo forman.



- |  |   |
|--|---|
| 1. Indicador de temperatura agua del motor e indicador óptico                          | 16. Indicador óptico de generador                                     |
| 2. Tacómetro electrónico   | 17. Indicador óptico de cinturones de seguridad                       |
| 3. Pantalla odómetro LCD   | 18. Indicador óptico de luces de dirección derecho                    |
| 4. Indicador de nivel de carburante y relativo testigo                                 | 19. Pantalla óptica para vehículos con cambio automático (Aisin - ZF) |
| 5. Cuentarrevoluciones electrónico   | 20. Indicador óptico de luces de dirección izquierdo                  |
| 6. Voltímetro  | 21. Indicador óptico de resumen check                                 |
| 7. Indicador óptico libre  | 22. Indicador óptico de luces de carretera                            |
| 8. Indicador óptico de precalentamiento y precalentadores (solo para versiones diésel) | 23. Indicador óptico de luces de cruce                                |
| 9. Falsa tecla   | 24. Indicador óptico de luces de posición                             |
| 10. Indicador óptico de avería airbag  | 25. Indicador óptico de luces de retroniebla                          |
| 11. Indicador óptico de instalación ASR  | 26. Indicador óptico de faros antiniebla                              |
| 12. Indicador óptico de avería ABS   | 27. Indicador óptico de luneta térmica                                |
| 13. Indicador óptico de insuficiente nivel de líquido de frenos                        | 28. Indicador óptico de asiento calentado derecho                     |
| 14. Indicador óptico de freno de estacionamiento                                       | 29. Tecla puesta a cero del cuentakilómetros parcial                  |
| 15. Indicador óptico de presión de aceite de motor                                     | 30. Indicador óptico de asiento calentado izquierdo                   |
|  | 31. Indicador óptico de luces de dirección del remolque               |

↑ **Figura 9.3.** Vista delantera del cuadro porta instrumentos de un Lancia K.

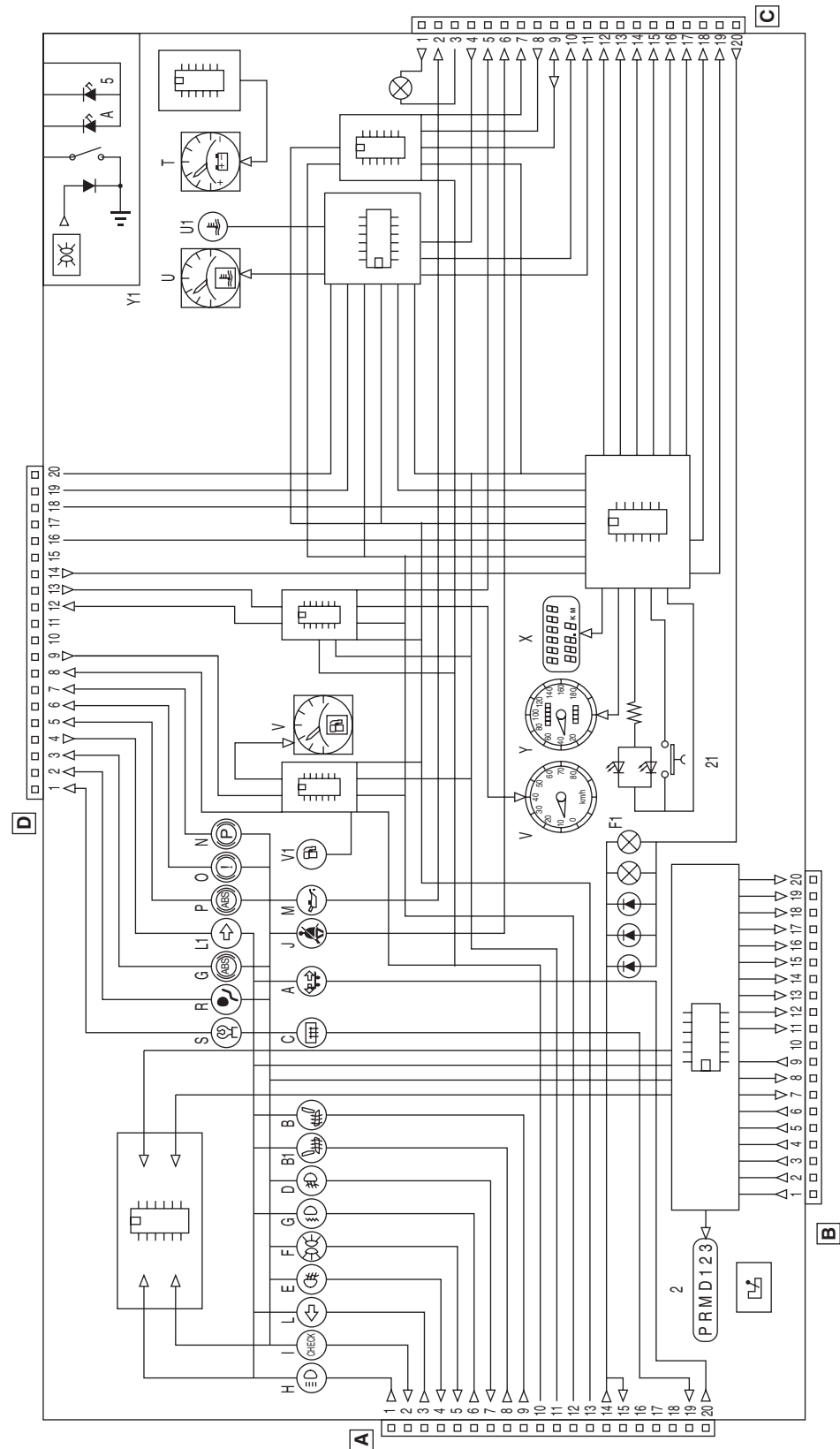


- |   |  |
|---|--|
| A | Conector de 20 pin color blanco (para indicadores ópticos) |
| B | Conector de 20 pin color negro (cambio automático)         |
| C | Conector de 20 pin color azul oscuro (alojamiento motor)   |
| D | Conector de 20 pin color negro (servicios varios)          |

↑ **Figura 9.4.** Vista posterior del cuadro porta instrumentos del Lancia K.



La siguiente figura muestra el esquema de funcionamiento eléctrico del cuadro de instrumentos de la figura 9.5. con los diferentes dispositivos.



↑ **Figura 9.5.** Esquema eléctrico interno del cuadro de instrumentos del Lancia K.

Los cuadros de instrumentos poseen conectores o clemas eléctricas para la transmisión de información. Veamos los conectores de que dispone el cuadro de la figura 9.5 y su función.

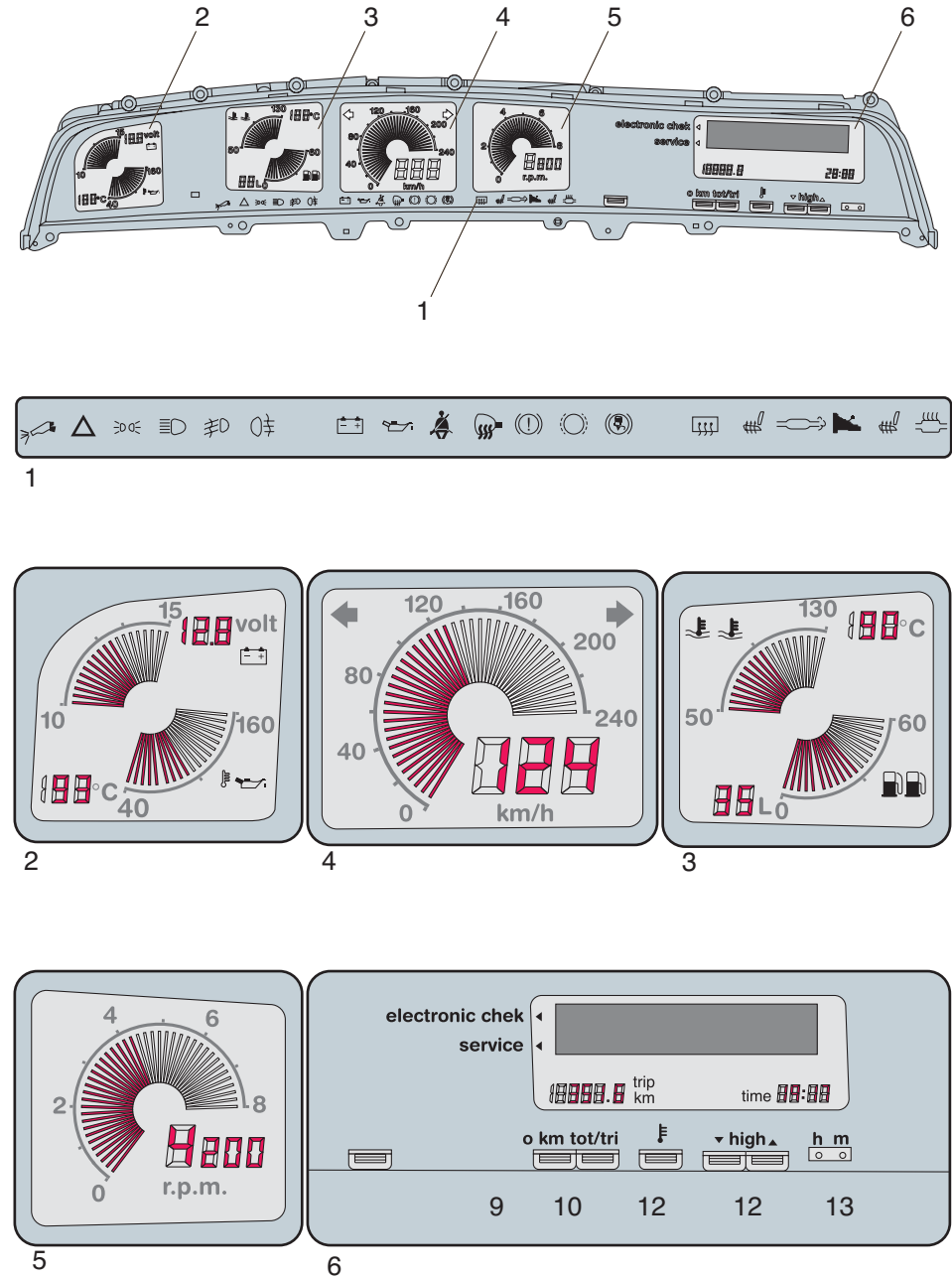
CONECTOR A			CONECTOR B		
Nº bay	Color cables	Circuito afectado	Nº bay	Color cables	Circuito afectado
1	LR	Indicador óptico luces de carretera	1	ZN	A la centralita ZF, pin 49
2	RV	Indicador óptico resumen check	2	RV	A la centralita ZF, pin 16
3	AN	Indicador óptico luces de dirección izquierdo	3	HL	A la centralita ZF, pin 31
4	CB	Indicador óptico luces retroniebla (centralita IGE)	4	BN	A la centralita ZF, pin 33Z
5	GN	Indicador óptico luces posición (centralita IGE)	5	G	A la centralita ZF, pin 14Y
6	HV	Indicador óptico luces de cruce	6	V	A la centralita ZF, pin P50X
7	BN	Indicador óptico faros antiniebla (centralita IGE)	7	HB	Máxima temperatura aceite cambio automático (señal hacia infocenter)
8	AV	Indicador óptico asiento calentado derecho	8	CB	Avería sistema cambio automático (señal hacia infocenter)
9	AG	Indicador óptico asiento calentado izquierdo	9	AG	Línea serial para cambio AISIN
10	G	+ 12 V para iluminación.	10		No conectado
11	A	+ 12 V desde llave (+15) alimentación general instrumento	11	A	Señal para ideograma «P»
12	N	Masa general instrumento	12	B	Señal para ideograma «R»
13	MB	+ 12 V desde batería (+30) alimentación instrumento	13	C	Señal para ideograma «N»
14	Z	Masa atenuador para infocenter	14	H	Señal para ideograma «D»
15	NZ	Masa atenuador	15	L	Señal para ideograma «3»
16	–	No conectado	16	S	Señal para ideograma «2»
17	–	No conectado	17	M	Señal para ideograma «1»
18	–	No conectado	18	N	Masa iluminación
19	CN	Indicador óptico luneta térmica (centralita IGE)	19	R	+12 V (+15 llave)
20	LG	Indicador óptico dirección remolque	20	GR	+12 V (iluminación)
CONECTOR C			CONECTOR D		
Nº bay	Color cables	Circuito afectado	Nº bay	Color cables	Circuito afectado
1	A	Indicador óptico generador (12V)	1	MB	Indicador óptico precalentamiento precalentadores (para versión diésel)
2	HN	Indicador óptico presión mínima aceite motor	2	AB	Indicador óptico avería AIR-BAG
3	B	Indicador óptico generador (+D)	3	–	Indicador óptico avería ASR
4	BG	Preostato fluido refrigerante	4	LB	Indicador óptico luces de dirección derecha
5	HC	Habilitación luneta térmica	5	LN	Indicador óptico avería ABS
6	S	Indicador óptico cinturones de seguridad	6	AN	Indicador óptico insuficiente nivel líquido frenos
7	BR	Línea K para FIAT Lancia tester	7	BR	Indicador óptico frenos de mano
8	AB	Línea L para FIAT Lancia tester	8	MG	Masa
9	–	Línea G para FIAT Lancia tester	9	AG	Señal
10	BL	Activación telerruptor electroventilador baja velocidad	12	AR	Repetición señal cuentarrevoluciones (hacia infocenter)
11	AR	Activación telerruptor electroventilador baja velocidad	13	A	Señal cuentarrevoluciones
12	–	Repetición de la señal tacométrica	14	GN	Señal tacométrica (generador de impulsos)
13	MG	Repetición de la señal tacométrica	15	–	No conectado
14	V	Repetición de la señal tacométrica	16	M	Masa generador de impulsos
15	MN	Repetición de la señal tacométrica	17	–	No conectado
16	MV	Repetición de la señal tacométrica	18	L	Alimentación generador de impulsos
17	HG	Repetición de la señal tacométrica	19	V	Sensor temperatura líquido refrigerante radiador (retorno)
18	–	Repetición de la señal tacométrica	20	BV	Sensor temperatura líquido refrigerante radiador (señal)
19	–	Repetición de la señal tacométrica			
20	GR	+12 V luces desde reostato			

↑ **Tabla 9.1.**

## Cuadro de instrumentos optoelectrónico

Este tipo de cuadro de instrumentos posee tecnología digital en gran parte de los componentes. La información se transmite mediante señales ópticas por instrumentos de cristal líquido.

En la siguiente figura podemos ver un cuadro de instrumentos optoelectrónico y los elementos que incorpora.



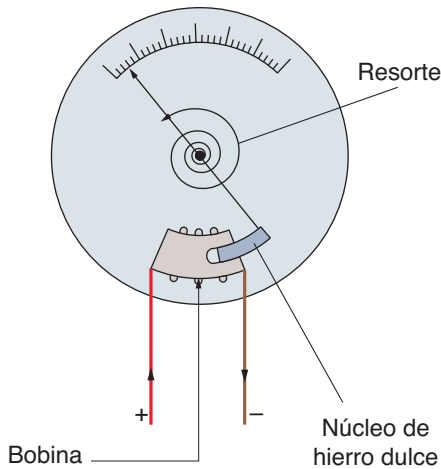
↑ **Figura 9.6.** Cuadro de instrumentos optoelectrónico (Lancia).

En algunos vehículos, al conectar la llave de contacto, el cuadro de instrumentos realiza un autotest de funcionamiento para la verificación visual del usuario. El autotest activa a la vez todos los segmentos analógicos y digitales durante unos tres segundos y sucesivamente se van apagando hasta quedar en su estado de funcionamiento.

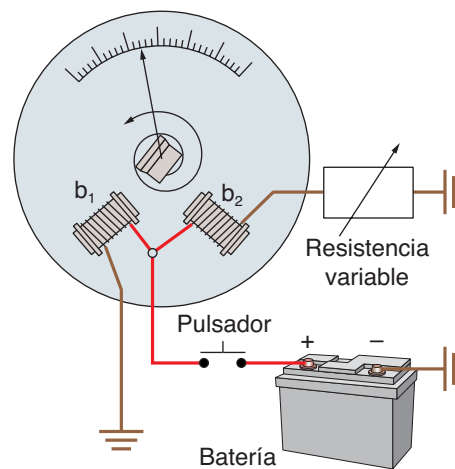
## 2. Sistemas de medición de los relojes del cuadro de instrumentos

Los relojes utilizados en el cuadro de instrumentos de los vehículos pueden basar su funcionamiento en principios electromagnéticos o en la utilización de motores paso a paso controlados electrónicamente.

Los **instrumentos basados en principios electromagnéticos** han sido muy utilizados por su simplicidad de fabricación y funcionamiento.



↑ **Figura 9.7.** Instrumento de medida con bobina y núcleo de hierro dulce.



↑ **Figura 9.8.** Instrumento de medida con campo magnético creado por bobinas.

En la figura 9.7 se muestra un instrumento de núcleo sumergido. En este, el núcleo de hierro dulce se desplaza por el interior de una bobina. Cuando la bobina recibe corriente por el borne positivo «+» atrae al núcleo de hierro dulce. En función de la tensión recibida, así será el desplazamiento de la aguja. La variación de la posición de la aguja indicará una nueva medida. Cuando el campo magnético desaparece, la aguja recupera su posición inicial con ayuda del resorte.

Otro sistema muy empleado es el que se puede observar en la figura 9.8. El dispositivo está formado por una armadura imantada unida a la aguja indicadora y dos bobinas, que ejercen una atracción sobre esta armadura. Una de las bobinas ( $b_1$ ) recibe corriente de batería y cierra el circuito directamente a masa. La otra bobina ( $b_2$ ) recibe corriente de batería pero cierra el circuito a través de una resistencia exterior variable. Al estar la bobina ( $b_1$ ) a masa, es recorrida por una intensidad constante, mientras que la intensidad que recorre la bobina ( $b_2$ ) depende de la resistencia colocada en serie con esta bobina, lo que causa una diferencia de atracción sobre la armadura. Esto produce el desplazamiento en uno u otro sentido de la aguja indicadora. El instrumento se completa con un muelle para la recuperación de su posición inicial.

Los **instrumentos de medición basados en motores paso a paso** utilizan pequeños motores eléctricos de polos intercambiados que convierten una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares definidos. La posición del motor es establecida mediante un contador de pasos ubicado en la unidad de control.

En la actualidad, se están empleando motores paso a paso en diferentes circuitos de señalización y control, entre los cuales se encuentran algunos instrumentos de medida del cuadro como el velocímetro, el cuentarrevoluciones, etc.

## 3. Principios luminotécnicos relativos a los faros

### 3.1. Velocímetro

#### saber más

Algunos vehículos equipados con ABS/ESP emplean los captadores de las ruedas para calcular la velocidad del vehículo en km/h. La información se transmite por la red CAN del módulo del ABS al módulo del cuadro que comanda el cuentakilómetros.

El velocímetro es uno de los instrumentos de medición más importantes del cuadro de instrumentos, ya que informa al conductor de la velocidad a la que el vehículo se desplaza. En la actualidad se utilizan tres tipos de velocímetros: el mecánico tradicional, el electrónico y el digital.



↑ Figura 9.9. Velocímetro mecánico.



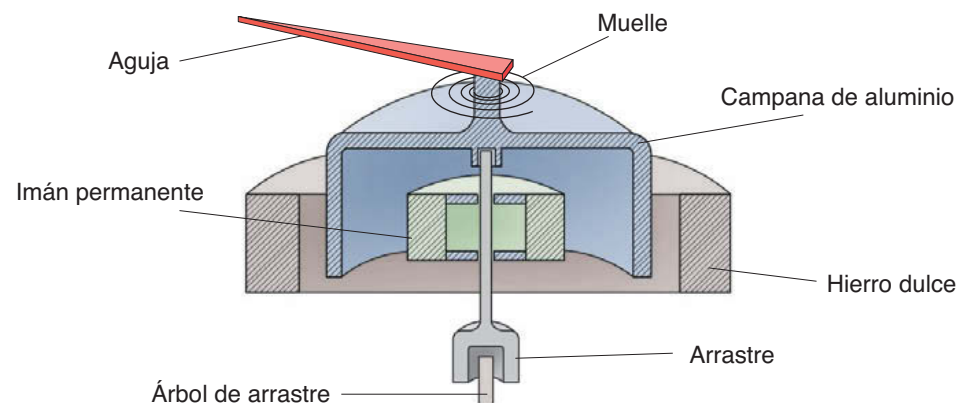
↑ Figura 9.10. Cable del velocímetro.



↑ Figura 9.11. Conexión del cable.

Un **velocímetro mecánico** está constituido por un imán permanente que gira gracias a su eje de arrastre. El eje de arrastre recibe movimiento por medio de un árbol flexible (cable) procedente de la caja de cambios o del diferencial. El imán va rodeado por una campana de aluminio que puede girar sobre el eje del instrumento. El giro está limitado por la acción de un muelle en espiral que tiende a mantener a la campana en reposo. La aguja indicadora se encuentra unida a la campana de aluminio. El conjunto se completa con una pieza exterior cilíndrica fija de hierro dulce, que tiene como misión dirigir las líneas de fuerza que giran con el imán (figura 9.12).

Cuando el imán gira, gira a su vez la campana de aluminio, que al estar unida a la aguja provoca su desplazamiento. A este desplazamiento se opone la acción de un muelle que sitúa la aguja en posición de reposo. Cuanto mayor es la velocidad del vehículo, mayor es el campo magnético y por lo tanto mayor es el desplazamiento de la aguja.

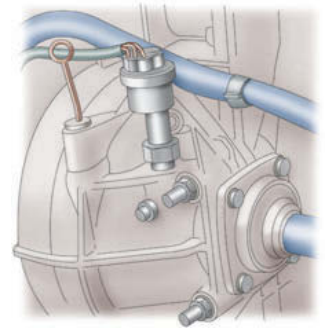


↑ Figura 9.12. Esquema del funcionamiento de un velocímetro mecánico.

El **velocímetro electrónico** funciona de idéntica forma que el mecánico. La diferencia principal es cómo se hace llegar la información de la velocidad de giro del eje que sale de la caja de cambios hasta el velocímetro.

En este sistema, en lugar del rotor utilizado para los velocímetros mecánicos, se monta a la salida del cigüeñal o en la caja de cambios, un sensor de velocidad óptico o de tipo Hall que detecta el giro.

El sensor transmite a la unidad de control una señal que varía en función de la velocidad del vehículo. La unidad de control, mediante esta señal, gobierna un pequeño motor eléctrico de corriente continua situado por detrás del velocímetro. El eje del motor de corriente continua va unido al imán permanente, que al girar crea un campo magnético idéntico al producido en los velocímetros mecánicos.



↑ **Figura 9.13.** Ubicación del sensor efecto Hall.



↑ **Figura 9.14.** Velocímetro electrónico.

El **velocímetro digital** utiliza, como en el velocímetro electrónico, una señal proveniente del sensor de rotación. Esta señal es enviada por la unidad de control al velocímetro situado en el cuadro de instrumentos y que está formado básicamente por un circuito electrónico y un *display* digital. La velocidad del vehículo, en lugar de ser indicada mediante una aguja sobre un reloj, se proyecta en el *display* de forma numérica.



↑ **Figura 9.15.** Sensor para el velocímetro de un scooter.



↑ **Figura 9.16.** Velocímetro digital.

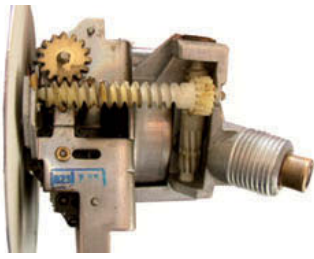


### 3.2. Cuentakilómetros

El cuentakilómetros, también llamado odómetro, informa de la distancia recorrida por el vehículo.

En los velocímetros mecánicos, el cuentakilómetros es de tipo mecánico y está constituido por una serie de engranajes que reciben movimiento de un sinfín acoplado al cable del velocímetro. El tambor de este dispositivo dispone de varias cifras que cambian de posición progresivamente al giro e informan de los kilómetros recorridos.

Los cuadros de instrumentos suelen incorporar dos cuentakilómetros: el total suma todos los kilómetros recorridos por el vehículo, y el parcial permite contabilizar la distancia de trayectos concretos. Este último sistema se puede poner a cero siempre que el conductor lo desee.



↑ **Figura 9.17.** Mecanismo del cuentakilómetros mecánico.

#### caso práctico inicial

En principio, la avería del motor del contarrevoluciones no tiene por qué afectar al velocímetro del cuadro de instrumentos. Es por ello que el velocímetro del vehículo de Carlos funcionaba perfectamente.



↑ **Figura 9.18.** Cuentakilómetros mecánico total y parcial.

En la actualidad se montan cuentakilómetros electrónicos capaces de informar de los kilómetros recorridos por medio de un *display* situado en el cuadro de instrumentos.

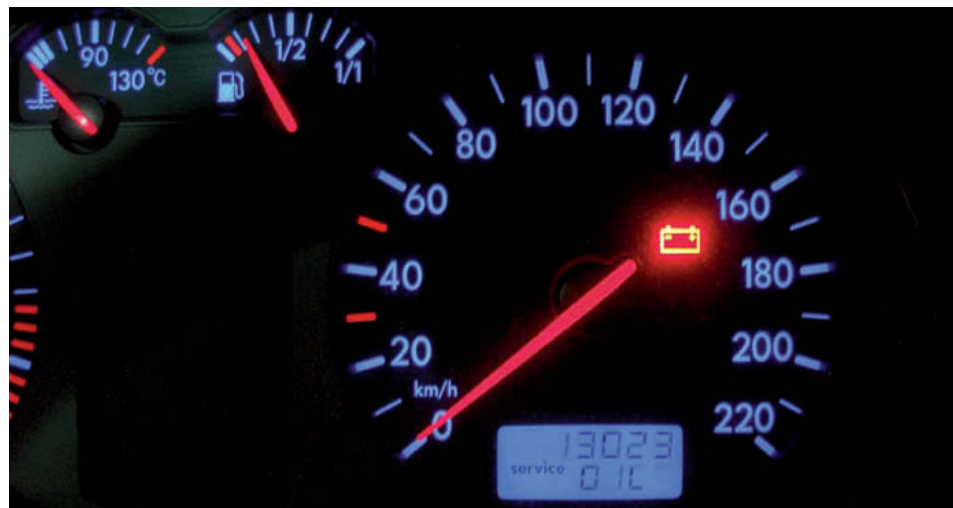
En algunos vehículos, los sistemas electrónicos de control permiten, mediante el *display* del cuentakilómetros parcial, controlar incluso los periodos de inspección y mantenimiento del vehículo.



↑ **Figura 9.19.** Cuentakilómetros digital.



↑ **Figura 9.20.** Cuentakilómetros parcial.



↑ **Figura 9.21.** Información del periodo de cambio de aceite en el *display* del cuentakilómetros.

## 4. Cuentarrevoluciones

El cuentarrevoluciones, también llamado cuentavueltas o tacómetro, es un instrumento que sirve para conocer la velocidad de rotación de un motor, expresada en revoluciones por minuto. Este dispositivo generalmente se monta en el cuadro de instrumentos junto al velocímetro y el contador puede ser de tipo analógico o digital.



↑ **Figura 9.22.** Cuentarrevoluciones integrado con el velocímetro.

El **cuentarrevoluciones mecánico** recibe movimiento por medio de un cable que es accionado generalmente por el eje del distribuidor o por el del árbol de levas. El número de revoluciones es marcado por la aguja que, en lugar de estar conectada al cable flexible, es arrastrada magnéticamente por un mecanismo formado por un imán permanente unido al cable (similar al de la figura 9.12).

El **cuentarrevoluciones electrónico** indica el número de revoluciones del motor por medio de una aguja conectada a un galvanómetro de bobina móvil e imán permanente, intercalado en un circuito transistorizado que suministra una señal de corriente de forma e intensidad constante.

En los vehículos antiguos con encendido por platinos, el circuito del cuentarrevoluciones se alimenta por los impulsos producidos en el primario de la bobina cada vez que se abren los contactos del ruptor. La frecuencia de los impulsos depende del régimen de rotación del motor, del número de cilindros y del número de tiempos del ciclo.

En los vehículos con encendido electrónico, se utiliza una pequeña señal proveniente de un sensor generalmente de tipo inductivo o de tipo Hall:

- El **funcionamiento del sensor inductivo** está basado en la variación del campo magnético generado por el paso de los dientes de una rueda fónica montada sobre el cigüeñal.

Los dientes de la rueda al pasar por delante del sensor varían el flujo electromagnético, induciendo una tensión alterna cuya amplitud depende del número de revoluciones. Esta señal es enviada a un interfaz electrónico donde se procesa (normalmente la misma centralita que utiliza el encendido). El interfaz electrónico se encarga de mandar la señal procesada al instrumento del indicador.

### caso práctico inicial

El sensor de revoluciones no precisa regulación ya que no tiene desgaste.





↑ **Figura 9.23.** Sensor de revoluciones.

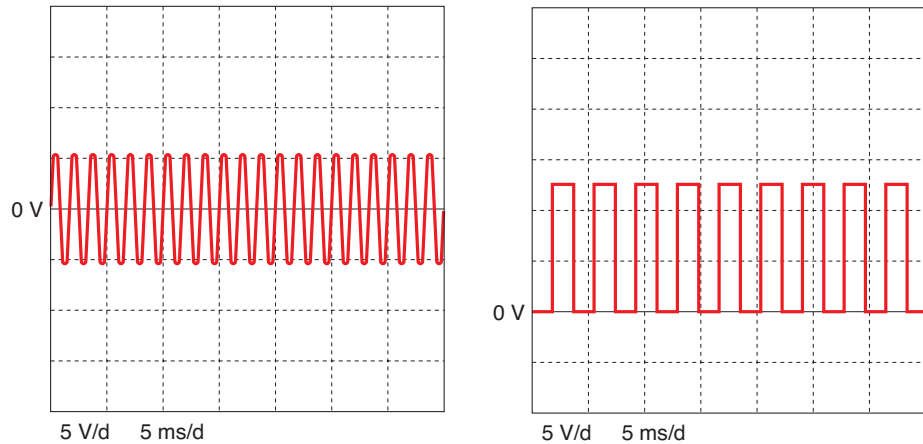
### caso práctico inicial

Si el sensor del cuentarrevoluciones se ensucia en exceso es posible que deje de generar la señal eléctrica y de esta manera deje de informar a la unidad de control de las revoluciones del motor.

- El **sensor de efecto Hall** basa su funcionamiento en el denominado efecto Hall. Este consiste en la generación de una diferencia de tensión entre los extremos de un semiconductor por el que circula una corriente, mientras es sometido a un campo magnético.

En este sistema, un rotor dotado de ventanas gira interrumpiendo el campo magnético que incide sobre él. Esto produce impulsos eléctricos que son utilizados por la unidad de control para informar de la velocidad de giro.

La diferencia principal de este tipo de sensor con respecto al inductivo es que la señal es cuadrada en lugar de senoidal.



↑ **Figura 9.24 a).** Señal del sensor inductivo. **b)** Señal del sensor Hall.

En los vehículos con motor diésel se utilizan generalmente cuentarrevoluciones eléctricos formados por un generador de corriente conectado con un dispositivo giratorio de velocidad proporcional a la del motor. La señal proporcionada por este generador es rectificadora con diodos y enviada a un miliamperímetro que produce la desviación de la aguja proporcional a la intensidad de la corriente que circula por el circuito.

### saber más

El cuentarrevoluciones digital permite la lectura numérica e instantánea de la velocidad de rotación del motor. Su funcionamiento está basado en la acción de un frecuencímetro, que mide la frecuencia de los impulsos de encendido, y un circuito electrónico, que alimenta el *display* digital.



↑ **Figura 9.25.** Cuentarrevoluciones digital.



↑ **Figura 9.26.** Cuentarrevoluciones analógico.

## 5. Indicadores ópticos del cuadro

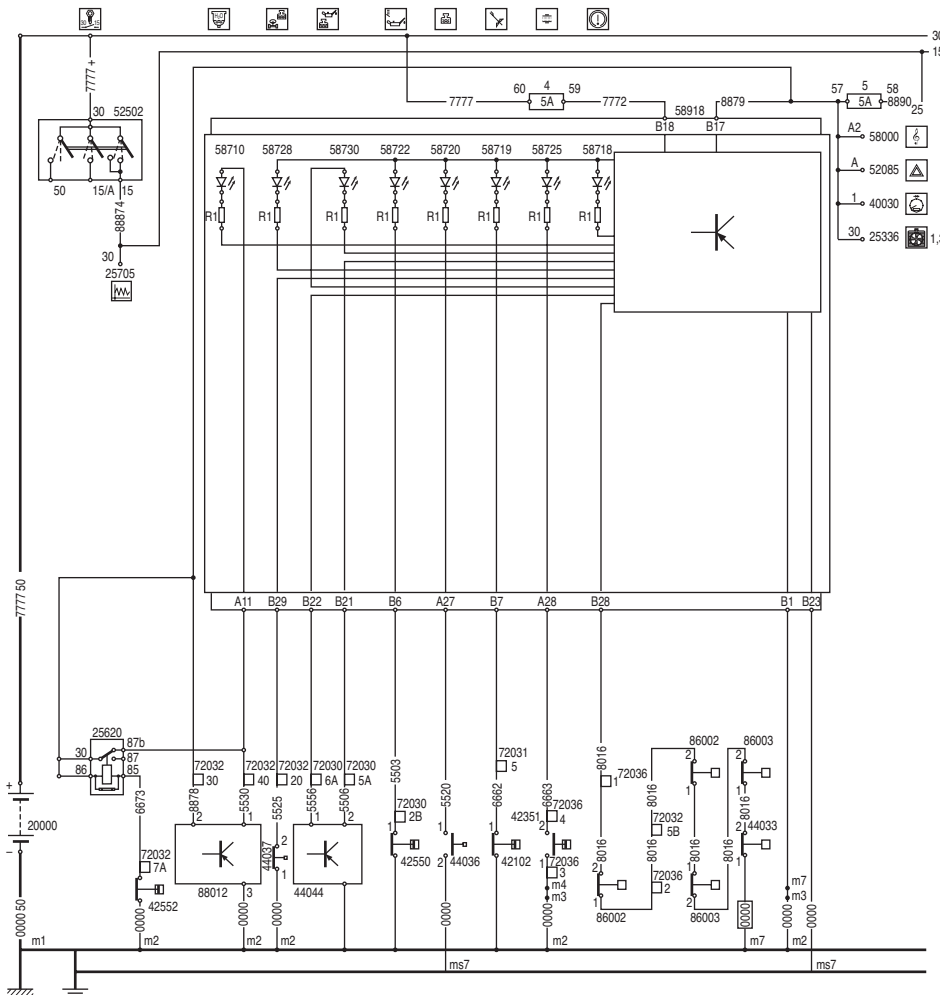
Los indicadores ópticos o testigos de advertencia indican el estado de funcionamiento de los diferentes mecanismos o circuitos eléctricos. El indicador suele tener tres estados:

- **Apagado.** Muestra que el circuito funciona correctamente.
- **Parpadeando.** Muestra un mal funcionamiento del circuito.
- **Encendido.** Muestra un defecto importante en el circuito.

Para la indicación del estado de funcionamiento los indicadores ópticos emplean lámparas de poca potencia, diodos LED o pantallas de cristal líquido (LCD).

### 5.1. Ejemplo de funcionamiento de un circuito de indicadores ópticos

En el ejemplo, el circuito dispone de un cuadro (58918) que dispone de diodos LED y un módulo electrónico que procesa las señales que recibe de los captadores. El cuadro se alimenta por dos bornes B19 y B17 con corriente positiva. Estos bornes están protegidos por fusibles de 5 amperios (4 y 5). La masa se recibe por los bornes B1 y B23.



↑ Figura 9.27. Esquema eléctrico de los indicadores ópticos, Iveco Daily.



El cuadro integra los siguientes indicadores ópticos:

- **58718. LED de señalización de avería del sistema de freno.**

El LED de señalización de avería del sistema de freno es controlado desde el módulo eléctrico y recibe masa por el borne B20. Los sensores que intervienen en este indicador son:

- 86002 (sensor de desgaste de pastillas delanteras).
- 86003 (sensor de desgaste de pastillas traseras).
- 44033 (sensor del líquido de freno).

El diodo indicador se ilumina cuando se interrumpe la señal de masa que recibe el módulo por la apertura de alguno de estos sensores.

- **58725. LED de señalización de obstrucción del filtro de aire.**

Este indicador recibe directamente masa por el interruptor 42351, borne A20, cuando el interruptor se cierra.

- 42351 (interruptor de señalización de obstrucción del filtro de aire).

- **58719. LED indicador de activación del freno de estacionamiento.**

Cuando el freno de estacionamiento está activado, el LED recibe señal de masa por medio del interruptor 42102 que se encuentra cerrado.

- 42102 (interruptor indicador de activación del freno de estacionamiento).

- **58720. LED indicador del nivel del líquido del radiador.**

El indicador se ilumina cuando recibe señal de masa por el interruptor (captador) 44036.

- 44036 (interruptor indicador del nivel del líquido del radiador).

- **58722. LED indicador de baja presión del aceite motor.**

El indicador se ilumina cuando recibe señal de masa por el interruptor (captador) 42550.

- 42550 (interruptor para señalización de la presión del aceite motor).

- **58730. LED de indicación de bajo nivel del aceite del motor.**

El indicador recibe señal de masa y positivo desde el módulo. El módulo toma la señal del nivel desde el captador 44044.

- 44044 (captador indicador del nivel del aceite del motor).

- **58728. LED de indicación de bajo nivel del aceite de la dirección hidráulica.**

El indicador recibe señal de masa y positivo desde el módulo. El módulo capta la señal del nivel desde el interruptor 44037.

- 44037 (interruptor de nivel insuficiente del aceite de la dirección hidráulica).

- **58710. LED de indicación de agua en el prefiltro del combustible y filtro de aire obstruido.**

Este indicador es alimentado por el módulo con corriente positiva desde el borne A11 y masa, desde el relé 25620 y desde la centralita de presencia de agua 86012.

- 42552 (interruptor para señalar la obstrucción del filtro de aire).

## 6. Circuito indicador de presión de aceite

El cuadro de instrumentos suele disponer de un indicador que informa de la falta de presión hidráulica del circuito de lubricación del motor. Para ello, los vehículos montan los siguientes sistemas:

### 6.1. Indicación con testigos ópticos, lámparas o diodos LED

El circuito indicador de presión de aceite del motor está formado por un manocontacto (véase figura 9.29) situado en el circuito principal del aceite del motor y una luz testigo de aviso, situada en el cuadro de instrumentos.

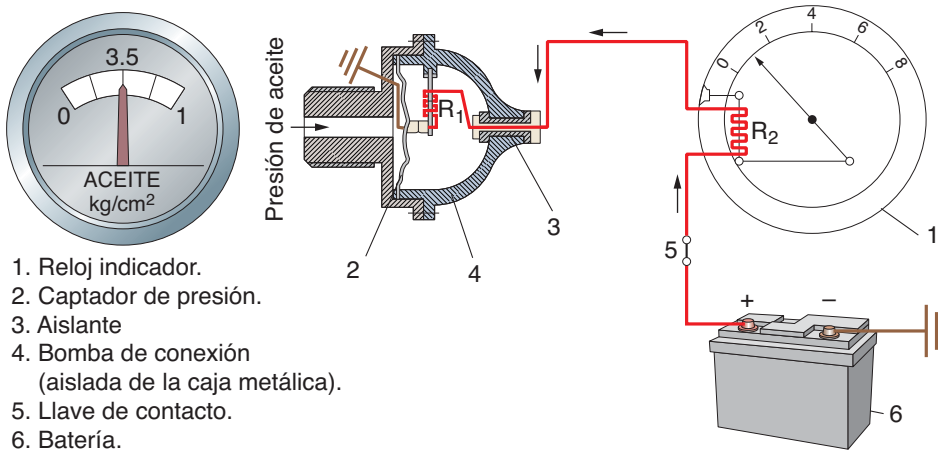
Con la llave de contacto en posición de contacto y el motor parado, el manocontacto no recibe presión de aceite. Esto hace que su membrana tampoco reciba presión y que el muelle mantenga los contactos internos cerrados, lo que da lugar a que el indicador se ilumine ya que el circuito está cerrado a masa.

Con el motor térmico en marcha, la presión de aceite generada por la bomba se distribuye por el circuito hasta llegar al manocontacto. Esta presión hace que se desplace la membrana interna del manocontacto en sentido opuesto a la fuerza de su muelle y que venza su resistencia, de tal manera que se abren los contactos. Con el circuito interrumpido la lámpara o diodo LED se apaga.

### 6.2. Indicación con relojes eléctricos analógicos

Algunos vehículos, junto con la lámpara indicadora, disponen de un reloj eléctrico analógico para indicar numéricamente de la presión hidráulica del circuito.

El reloj indicador (1) marca la presión que existe en el circuito hidráulico: para ello, el captador (2) transforma la presión hidráulica en una señal eléctrica que el dispositivo eléctrico del reloj transforma en un movimiento de la aguja sobre su escala, que da la medida en bar o en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  (véase figura 9.30).



1. Reloj indicador.
2. Captador de presión.
3. Aislante
4. Bomba de conexión (aislada de la caja metálica).
5. Llave de contacto.
6. Batería.

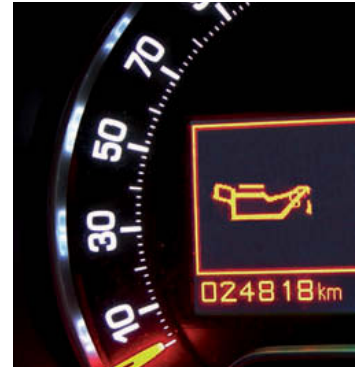
↑ Figura 9.30. Esquema de un circuito eléctrico indicador de presión.

### 6.3. Indicación con manómetro

En este sistema, el cuadro dispone de un manómetro hidráulico unido por medio de una canalización al circuito hidráulico de lubricación del motor. El manómetro informa en todo momento la presión real del circuito, sin elementos intermedios ni captadores.

#### saber más

La presión hidráulica se mide en bares. 1 bar es aproximadamente  $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ .



↑ Figura 9.28. Testigo de presión de aceite iluminado en una pantalla de cristal líquido.

#### saber más

##### Manocontacto

Interruptor controlado por la presión de aceite del motor.

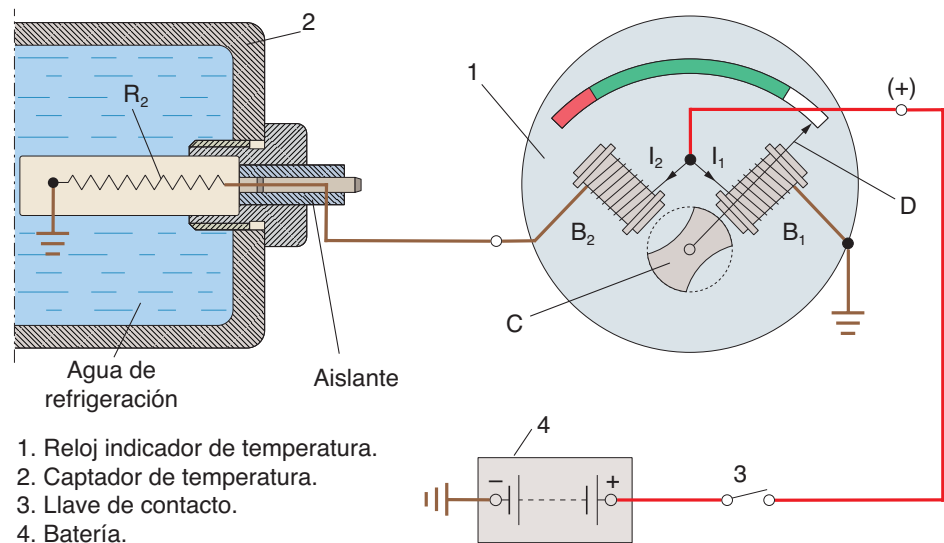


↑ Figura 9.29. Montaje del manocontacto en el motor.

## 7. Circuito indicador de temperatura del motor

Este circuito es uno de los más importantes del vehículo ya que informa al conductor de la temperatura de funcionamiento del motor.

El circuito eléctrico, entre otros elementos, dispone de un reloj indicador de temperatura (1) y el captador (2) con su termorresistencia  $R_2$  (véase figura 9.31). El reloj de temperatura se sitúa en el cuadro de instrumentos en una posición de fácil visibilidad, mientras que el captador se monta en el motor del vehículo (generalmente en la culata ya que es el elemento donde hay mayores cambios de temperatura).



↑ **Figura 9.31.** Esquema eléctrico del indicador de temperatura.

El circuito eléctrico se alimenta con tensión de 12 voltios desde la batería. Al cerrarse la llave de contacto (3) la intensidad de corriente alimenta las dos bobinas ( $B_1$  y  $B_2$ ) del reloj. La bobina  $B_2$  se cierra a masa por la termorresistencia. Esto produce un campo magnético mayor en la bobina  $B_1$ , que atrae con más fuerza la armadura móvil (C) hacia su campo y que hace que la aguja (D) se mantenga en la zona blanca de la escala (zona fría).

Al calentarse el líquido del motor, la termorresistencia  $R_2$ , que es variable con la temperatura, pierde resistencia y se hace más conductora. En este momento, la corriente que circula por la bobina  $B_2$  y su campo magnético es mayor, lo que hace que se atraiga con más fuerza la armadura móvil (C) y se desplace la aguja (D) hacia la zona verde.

Cuando la temperatura del líquido alcanza un determinado valor ( $95^\circ$  a  $100^\circ$  dependiendo del modelo y del tarado del circuito de refrigeración) la termorresistencia se hace conductora. De este modo se consigue que la corriente que circula por la bobina  $B_2$  sea mayor que la que circula por la bobina  $B_1$ , desplazando la aguja (D) hacia la zona roja e indicando peligro. En este caso, el motor del vehículo se debe parar y se debe comprobar que el circuito de refrigeración funciona con normalidad.

Este circuito suele disponer también de un testigo luminoso de color rojo en el cuadro de instrumentos que se ilumina cuando la temperatura del motor es elevada.



↑ **Figura 9.32.** Reloj de temperatura del motor (derecha) e indicador de nivel de combustible (izquierda).

## 8. Circuito indicador de combustible

El indicador de nivel de combustible informa al conductor en cada instante del nivel de llenado del depósito de combustible del vehículo.

Para ello, el circuito dispone de un reloj indicador, similar al empleado en otros indicadores, situado en el cuadro de instrumentos y un aforador compuesto por un flotador que desplaza una resistencia variable, situado en el depósito de combustible. A su vez, el circuito puede disponer de una lámpara que indica la situación de reserva del depósito.

### Funcionamiento

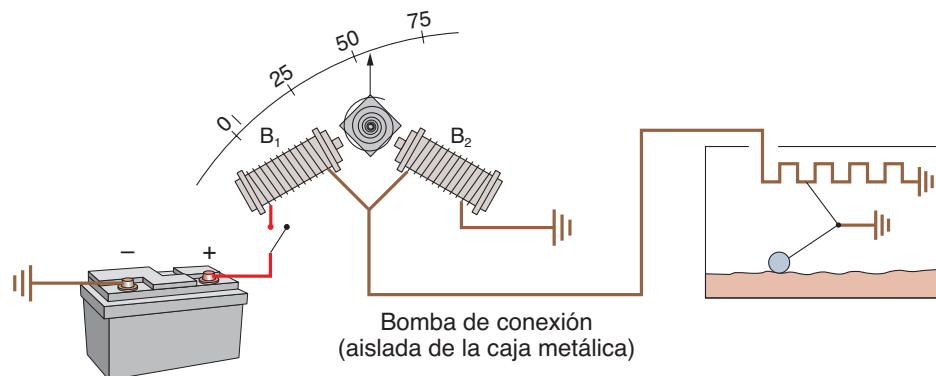
Con la llave de contacto en posición de apagado, las bobinas del reloj indicador no reciben corriente y la aguja permanece en su posición más baja (figura 9.34).

Con la llave de contacto en posición de encendido, la corriente de batería alimenta las bobinas en función del estado de llenado del depósito. Con el desplazamiento del flotador, ascendente o descendente, se desplaza a su vez el cursor que hace que varíe su resistencia.

Si el depósito está lleno, el cursor se desplaza a resistencia máxima, con lo que la corriente, tras pasar por la bobina  $B_1$ , se desvía, principalmente por la bobina  $B_2$  camino de masa, ejerciendo sobre la armadura de la aguja indicadora la atracción máxima. La aguja se desplaza e indica el llenado máximo.

Con el depósito vacío, la resistencia variable es mínima y la corriente de batería, tras pasar por la bobina  $B_1$ , sigue camino de masa a través de la resistencia del aforador, que es más pequeña que el de la bobina  $B_2$ . La aguja del reloj en este caso marca su nivel mínimo.

En casos intermedios, la corriente pasa parte por la resistencia variable del aforador y parte por la bobina  $B_2$ , ejerciendo una fuerza de atracción sobre la armadura proporcional al estado de llenado, del depósito.



Los sistemas más actuales incluyen, además de la resistencia variable como sensor, una lámina bimetálica unida a la aguja del reloj. La lámina bimetálica se calienta en función de la cantidad de corriente que pasa por ella y en función de su calentamiento desplaza la aguja indicadora del reloj.

Con el depósito lleno de combustible, el flotador se encuentra en su posición más elevada, la resistencia del sensor no actúa y el bimetálico del indicador se calienta al máximo lo que provoca que el indicador se desplace en todo su recorrido. A medida que disminuye el contenido del depósito, el flotador desciende. El aumento de la resistencia inhibe el flujo de corriente hacia el bimetálico, lo que determina un menor recorrido de la aguja indicadora.



↑ Figura 9.33. Aforador.

← Figura 9.34. Esquema de funcionamiento de un circuito indicador de combustible.



↑ Figura 9.35. Reloj indicador de nivel de combustible y testigo de reserva.

## 9. Check-control

El *check-control* es un sistema de autodiagnos que vigila el funcionamiento adecuado de distintos elementos electrónicos de un vehículo. Cuando se produce una anomalía, tal y como un fallo de motor, la falta de cinturón de seguridad o la escasez de aceite, el conductor es avisado inmediatamente mediante una señal visual, acústica o ambas a la vez.

Este centro de información de averías consiste en una pantalla que bien puede ir centrada sobre el cuadro de instrumentos o en una consola adyacente. Una centralita electrónica es la que gestiona el sistema y los correspondientes sensores y actuadores ubicados en los circuitos.

Tras recibir la información de los diferentes sensores y actuadores la unidad de control realiza la diagnosis y transmite a la pantalla de cristal líquido (LCD) de una manera instantánea el resultado del chequeo, dando prioridad a las averías más importantes.

## 10. Instrumentos del cuadro utilizados por vehículos híbridos o eléctricos



↑ **Figura 9.36.** Pantalla informativa del modo de funcionamiento del vehículo.

Los vehículos híbridos o eléctricos necesitan dispositivos que permitan informar al conductor del estado de los componentes eléctricos y del funcionamiento del vehículo. Los principales elementos del cuadro de estos vehículos son:

- **Reloj indicador de potencia.** Generalmente se presenta mediante un reloj o un *display* intuitivo que muestra la potencia global y los modos de funcionamiento tanto de potencia como de recuperación energética.
- **Indicador de energía.** Este instrumento marca el estado de carga de la batería como si de un reloj indicador de combustible se tratara.
- **Indicador de autonomía.** Este indicador informa del consumo y de la autonomía restante sobre la base del consumo realizado en los últimos kilómetros.
- **Pantalla multifunción.** Algunos vehículos disponen de pantallas de cristal líquido que integran todos o gran parte de los instrumentos informativos. En estas pantallas se puede ver de forma gráfica los modos de funcionamiento del vehículo, el estado de carga de la batería, autonomía, etc.



↑ **Figura 9.37.** Cuadro de instrumentos de un vehículo híbrido.

# 11. Desmontaje y montaje del cuadro de instrumentos

## 11.1. Desmontaje

Para el desmontaje del cuadro se recomienda la consulta del manual de taller específico para cada vehículo. No obstante, se pueden seguir unas pautas a modo de ejemplo dado que la mayoría de vehículos requieren de un proceso similar:

1. Desconectar la batería.
2. En vehículos con árbol para el velocímetro, desconectar este de la caja de cambios o del diferencial. En caso de ser electrónico soltar los terminales de conexión.
3. Extraer el volante (solo en casos que lo requiera el vehículo).
4. Retirar los tornillos de sujeción del cuadro y extraerlo.
5. Soltar el árbol del velocímetro del tablero y el resto de conectores.
6. Abrir el cuadro de instrumentos, para extraer el cristal y tener acceso a los instrumentos. El cuadro se cierra mediante tornillos y/o patillas, lo que requiere que se deba operar con cuidado para que no se rompan.
7. Abierto el cuadro quedan libres y a la vista los instrumentos de medición. Esto permite su extracción de forma individual para su sustitución o reparación.

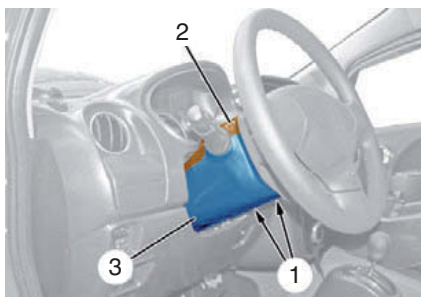


↑ **Figura 9.38.** Desmontaje de un cuadro de instrumentos.

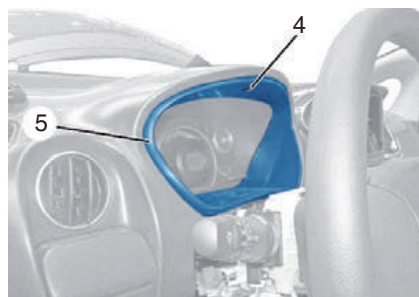
## 11.2. Montaje

Para realizar el montaje, se debe proceder de la misma forma pero invirtiendo el proceso descrito anteriormente.

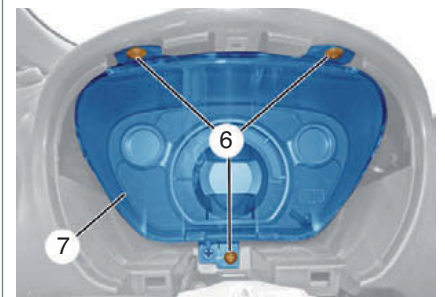
### PROCESO DE DESMONTAJE DE UN CUADRO (PEUGEOT ION)



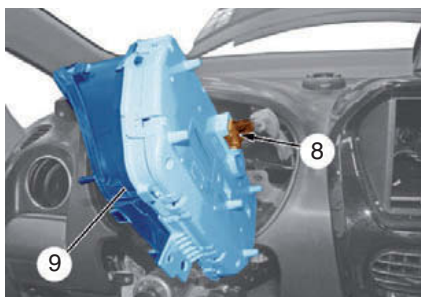
↑ **Figura 9.39.**



↑ **Figura 9.40.**



↑ **Figura 9.41.**



↑ **Figura 9.42.**

#### Pasos

1. Desconectar la batería.
2. Quitar los tornillos (1).
3. Soltar la semifunda superior de columna de dirección (2) y extraerla.
4. Soltar la semifunda inferior de columna de dirección (3) y extraerla.
5. Quitar el tornillo (4) y el embellecedor (5).
6. Extraer el volante.
7. Quitar los tornillos (6) y sacar el cuadro (7).
8. Desconectar el conector (8) y extraer el cuadro (9).

↑ **Tabla 9.2.**



## 12. Operaciones de mantenimiento del cuadro

### 12.1. Codificación del cuadro de instrumentos

Cuando se sustituye un cuadro de instrumentos de un vehículo con gestión electrónica se debe realizar una codificación. Esta codificación consiste en la introducción mediante el equipo de diagnóstico de unos códigos que permiten que la gestión electrónica del vehículo reconozca el cuadro sustituido, se adapte al equipamiento y se ajusten algunas de sus funciones.

Mediante la localización guiada de algunos equipos de diagnóstico, el código se genera paso a paso a través de una serie de preguntas que deben ser contestadas por el técnico.

CÓDIGO				
X	X	X	X	X
Dígito 5	Dígito 4	Dígito 3	Dígito 2	Dígito 1

↑ **Tabla 9.3.** Posición de los dígitos del código de configuración.

Función	Dígito	Valores
Opciones de iluminación:	1	Valor 0 = Indicadores y cuadrantes OFF (con br. 15 conect. y br. 58 descon.) Valor 1 = Indicadores ON y cuadrantes OFF (con br. 15 conect. y br. 58 descon.) Valor 2 = Indicadores OFF y cuadrantes ON (con br. 15 conect. y br. 58 descon.) Valor 3 = Indicadores y cuadrantes ON (2ª curva caract. de atenuación, con br. 15 conect. y br. 58 descon.) Valor 4 = Indicadores y cuadrantes ON (sin 2ª curva caract. de atenuación, con br. 15 conect. y br. 58 descon.) como AM 01 Valor 5 = No codificable
Aviso de cinturón:	2	Valor 0 = Sin aviso de cinturón Valor 1 = No codificable Valor 2 = Aviso de cinturón EE.UU. Valor 3 = No codificable
Variante de país:	3	Valor 0 = Variante de país: Alemania Valor 1 = Variante de país: resto del mundo volante a la izquierda Valor 2 = Variante de país: EE.UU. Valor 3 = Variante de país: Canadá Valor 4 = Variante de país: Gran Bretaña volante a la derecha Valor 5 = Variante de país: Japón volante a la izquierda Valor 6 = Variante de país: países árabes Valor 7 = Variante de país: Australia Valor 8 = Variante de país: resto del mundo volante a la derecha Valor 9 = Variante de país: Japón volante a la derecha
Codificación restante	4	Valor 1 = 2ª curva caract. del dep. de combustible o codificación Quattro Valor 2 = Highline sin FIS (para variante Midline 9Q3 - Automát. sin FIS) Valor 4 = Cambio manual o vehículo con embrague (no variante Midline 9Q3) Valor 8 = No codificable Valor 16 = No codificable

↑ **Tabla 9.4.** Ejemplo de códigos para la codificación de un cuadro (Audi A3).

## Ejemplo de códigos para la codificación de un cuadro (Audi A3)

CÓDIGO 4102				
X	4	1	0	2
Dígito 5	Cambio manual o vehículo con embrague	Resto del mundo-volante a la izquierda	Sin aviso de cinturón	Indicadores OFF y cuadrantes ON

↑ **Tabla 9.5.** Ejemplo de codificación de una unidad de control.

## 12.2. Adaptación del cuadro de instrumentos

La adaptación del cuadro de instrumentos permite ajustar la configuración del cuadro y los valores de los intervalos de servicio. A su vez, también permite activar o desactivar diferentes funciones del cuadro.

En el siguiente cuadro podemos ver los diferentes canales de adaptación de un cuadro de instrumentos de la marca Audi.

Canal	Descripción	Resolución	Margen de valores	Explicación
2	Puesta a cero del intervalo de servicio requerimiento de servicio	1	00000	(ningún)
3	Corrección de consumo	5%	100	Corrección del 85 - 115 %
4	Idioma (9Q2/9Q3)	1	1 - 6	Idioma
9	Kilometraje total	10 km	0 - 65500	0 km o 0 millas
18	Calefacción estacionaria	1	0 - 3	Estado calefacción estacionaria
19	Tiempo sincr. reloj radioc.	1 min	0 - 50	Montaje reloj radioc.
20	Temperatura exterior	1	00001	Con indicador de temp.
29	Curva caract. dep. comb. aforador 2	1 Ohm	96 - 160	Valor medio a 128
30	Curva caract. dep. comb. aforador 2	1 Ohm	96 - 160	Valor medio a 128
33	Calibrado completo	0,1 litro	0 - 25	Calibrado indicador nivel
35	Umbral de revoluciones	250 rpm	0 - 1500	Offset de 0 - 1000 rpm
38	Detecc. nivel mín. aceite	1	00001	Aviso On
39	Sensor TOG	1	00001	Evaluc. On
40	Recorrido desde el servicio	100 km	0 - 2550	Kilómetros recorridos desde el servicio
41	Tiempo desde el último servicio	1 día	0 - 1440	Días desde la revisión
42	Valor mín. kilometraje	100 km	0 - 2550	Límite km mín. para el servicio
43	Valor máx. kilometraje	100 km	0 - 2550	Límite km máx. para el servicio
44	Valor máx. intervalo tiempo	1 día	0 - 1440	Límite tiempo máx. para el servicio
45	Calidad del aceite	0,5 - 2	1 - 4	Factor del aceite
47	Registro de hollín	100 km	0 - 1260	Índice desgaste motor
48	Carga térmica	100 km	0 - 1260	Índice desgaste motor
49	Valor mín. intervalo tiempo	1 día	0 - 1440	Límite tiempo mín. para el servicio
80	Día/mes entrega	65535	00101-03112	Días semana p. 9Q0

↑ **Tabla 9.6.** Canales de adaptación de un cuadro de instrumentos de un Audi A3.

## 12.3. Localización de averías en el cuadro de instrumentos

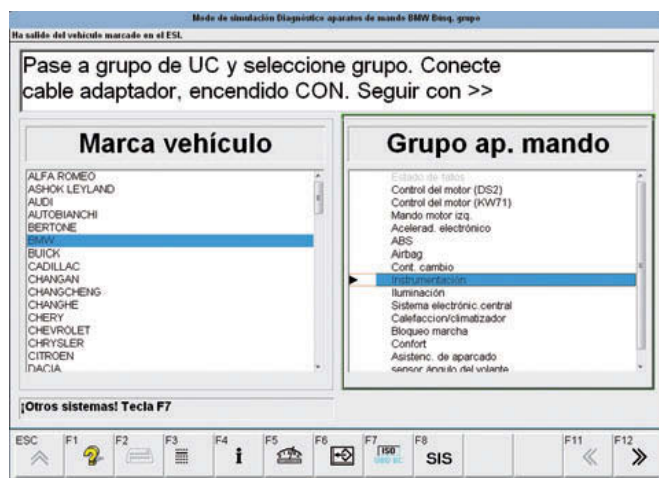
### caso práctico inicial

El mecánico, para diagnosticar la avería del cuentarrevoluciones del cuadro de instrumentos mediante la prueba de actuadores, utiliza un equipo de diagnóstico de la marca Bosch.

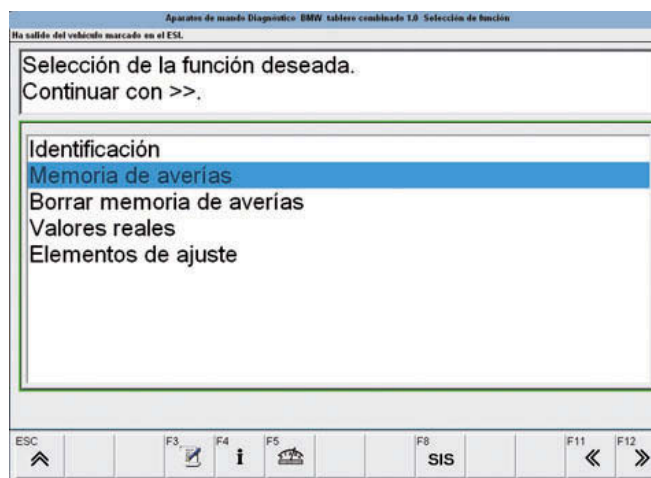
En la localización de averías en el cuadro de instrumentos y en sus circuitos es necesario disponer del esquema eléctrico y entender su funcionamiento; solo así será posible localizar el fallo y la causa que lo produzca.

En los vehículos que disponen de unidad de control del cuadro y conexiones de redes de datos, la localización de averías se realiza con los equipos de diagnóstico. El proceso de localización es similar al empleado para localizar averías en un circuito eléctrico (gestión motor, ABS, etc.). El equipo permite memorizar las averías y con un proceso guiado, localizar el elemento que falla. Posteriormente se deberá borrar la avería para analizar el tipo de fallo.

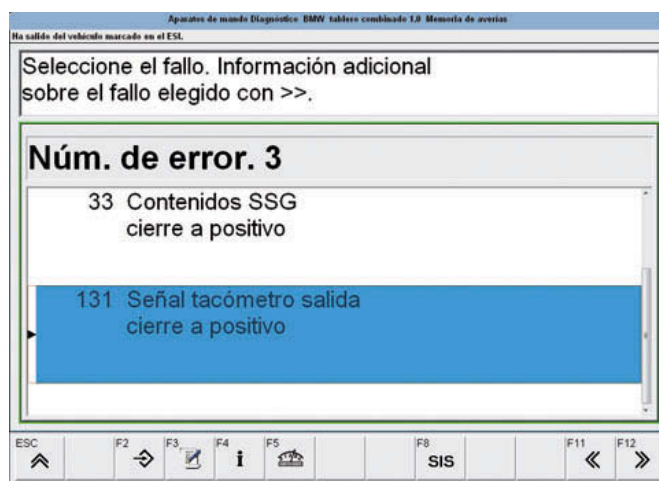
Veamos un ejemplo de localización de averías de un cuadro de instrumentos mediante un equipo de diagnóstico Bosch.



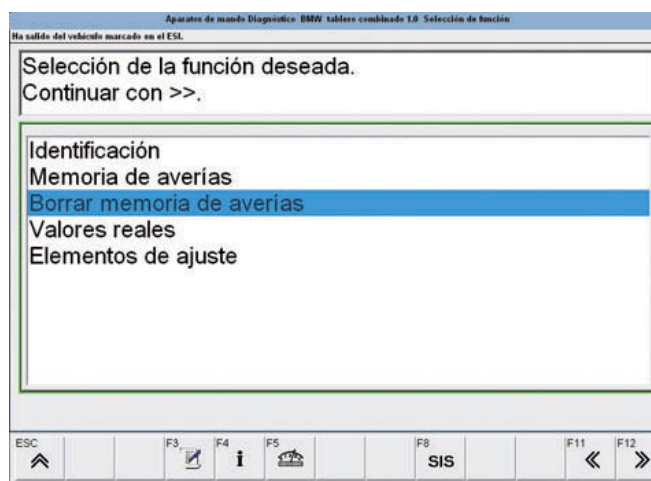
↑ Figura 9.43. Identificación del vehículo y del aparato de mando.



↑ Figura 9.44. Búsqueda de las averías memorizadas.



↑ Figura 9.45. Averías eléctricas detectadas.



↑ Figura 9.46. Borrado de la memoria de averías.

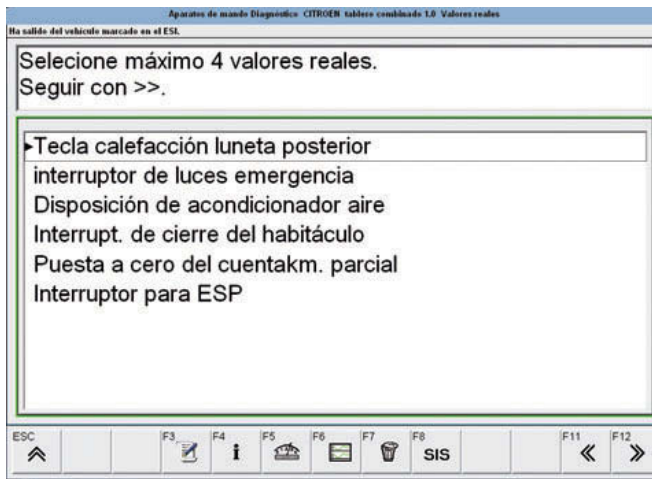
Los valores de medición permiten identificar si el funcionamiento es el correcto dentro de los valores preestablecidos por el fabricante. Los valores pueden ser individuales o ir agrupados en grupos de indicación.

En la siguiente tabla se pueden observar los valores de medición del grupo de indicación 001 del cuadro de instrumentos de un vehículo.

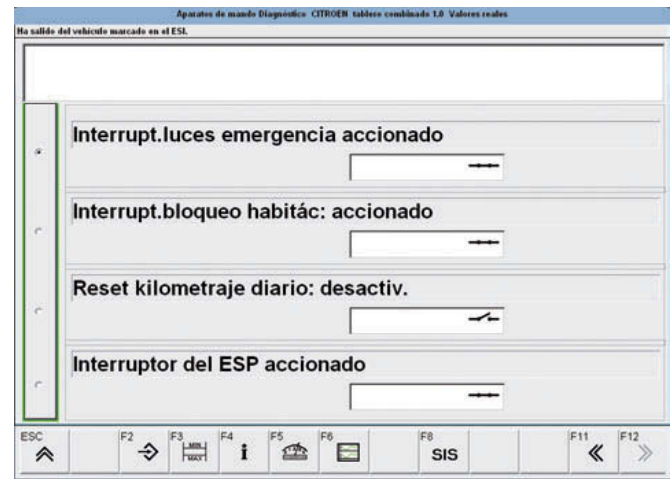
BLOQUE DE VALORES DE MEDICIÓN 001			
Núm. canal	Emisión valor medición	Resolución	Margen
1	Velocidad	1 km/h	0 -325 km/h
2	Régimen revoluciones	1 rpm	0 -16256 rpm
3	Presión de aceite (1,2 bar)	1,2 bar	OK/NO OK
4	Reloj	1 min	00:00-23:59

↑ **Tabla 9.7.** Ejemplo de bloque de valores de medición de un cuadro de instrumentos de un modelo Audi A3.

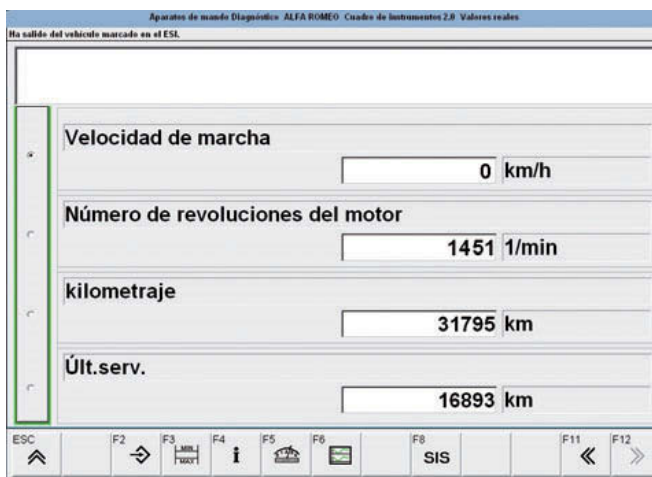
Algunos equipos de diagnóstico permiten realizar la elección de valores de medición de forma manual, de forma que se pueden elegir hasta cuatro valores para la interpretación de los datos de funcionamiento.



↑ **Figura 9.47.** Elección de valores de medición en el equipo de diagnóstico.

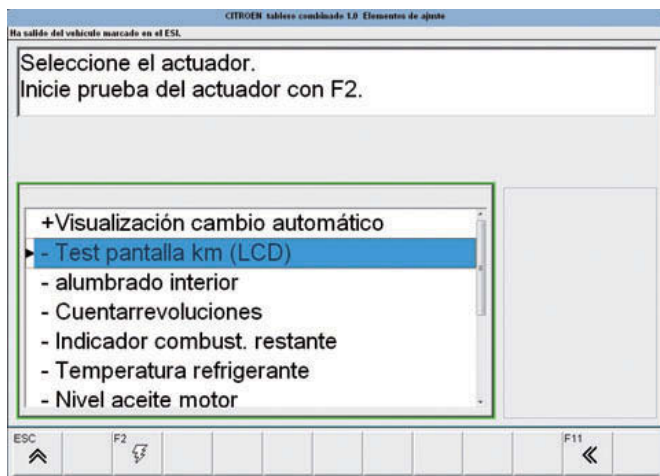


↑ **Figura 9.48.** Valores reales o estados.

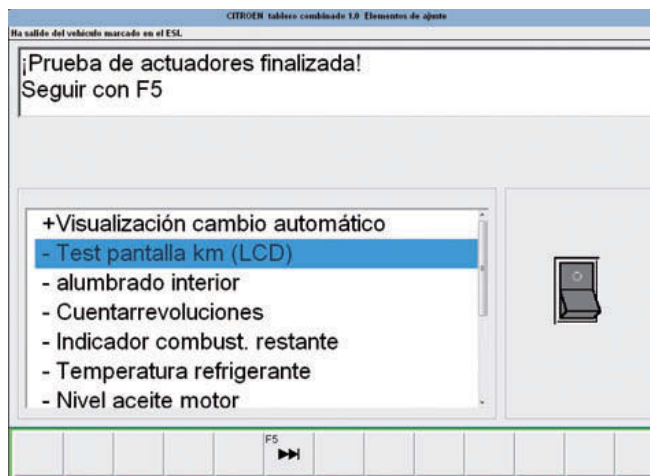


↑ **Figura 9.49.** Valores reales medidos en un vehículo mediante el equipo de diagnóstico Bosch.

También se puede realizar en algunos cuadros de instrumentos el reconocimiento o comprobación del funcionamiento de los distintos relojes e indicadores. Para ello, los equipos disponen de la función «diagnóstico de actuadores» la cual muestra el funcionamiento de los diferentes actuadores de manera ordenada.



↑ **Figura 9.50.** Prueba de actuadores (selección del elemento a comprobar).



↑ **Figura 9.51.** Prueba de actuadores (inicio de la prueba).

En la siguiente tabla podemos ver un ejemplo para el diagnóstico de actuadores de un cuadro de instrumentos de un vehículo Audi A3.

Orden	Tipo	Función
1	Indicadores analógicos	Recorrido por el margen de indicación de todos los indicadores; luego, ajuste de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuentarrevoluciones 3.000 rpm</li> <li>- Velocímetro 100 km/h</li> <li>- Temperatura de líquido refrigerante 90 °C</li> <li>- Indicador de nivel de combustible ½ lleno</li> </ul>
2	Testigos luminosos activados por el cuadro de instrumentos	Iluminación sí/no <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control luces de conducción</li> <li>- Aviso de cinturón</li> <li>- Control ABS</li> <li>- Control ESP</li> <li>- Chequeo del motor</li> <li>- Tempomat</li> <li>- Airbag</li> <li>- Dirección asistida</li> <li>- Testigo del freno de mano</li> </ul>
3	Avisador acústico	Sonido sí/no <ul style="list-style-type: none"> <li>- Señal acústica de 600 Hz</li> </ul>
4	Test de segmentos	Iluminación sí/no <ul style="list-style-type: none"> <li>- Todos los segmentos activables de las pantallas LCD</li> </ul>
5	Iluminación del tablero de instrumentos	Iluminación sí/no <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atenuación 58s y 58d del 6%-100%</li> </ul>
6	Fin	

↑ **Tabla 9.8.** Diagnóstico de actuadores del cuadro de un modelo Audi A3.

En los vehículos que no disponen de gestión electrónica ni de toma de diagnóstico, la localización de las averías se realiza con el esquema del circuito, analizando su funcionamiento e intentando localizar si falla el captador o el dispositivo indicador (lámpara o reloj).

Los captadores de los indicadores del cuadro se comprueban, como cualquier otro captador, conociendo sus características y empleando los equipos de medida adecuados. Por ejemplo, los valores de referencia para comprobar una termorresistencia (NTC, coeficiente de temperatura negativo) de un captador del circuito indicador de temperatura son:

Temperaturas	Resistencia en $\Omega$
0 °C	5.500 + 700 $\Omega$
20 °C	2.500 + 7.500 $\Omega$
30 °C	1.800 + 200 $\Omega$
50 °C	800 + 50 $\Omega$
80 °C	350 + 50 $\Omega$
100 °C	200 + 25 $\Omega$

↑ **Tabla 9.9.** Valores de referencia de una termorresistencia.

En la siguiente tabla se muestran las principales averías de los indicadores del cuadro de instrumentos de un vehículo.

Síntoma	Causa	Prueba	Remedio
El indicador de nivel, presión, temperatura, etc. marca siempre cero.	Cable de señal roto o deteriorado	Al puentear el indicador con masa este marcará al máximo	Reparar la instalación
	Conexiones defectuosas	Revisar conexionado	Reparar conexión o sustituir por una nueva
	Indicador del cuadro defectuoso	Verificar conectando a masa su borne de salida	Sustituir el indicador
El indicador de nivel, presión, temperatura, etc. tiene un valor máximo.	Bobinas del indicador del cuadro defectuosas	Verificar el indicador del cuadro. Al soltar el cable de salida debe marcar cero	Sustituir el indicador
	Derivación a masa del cable de unión entre la salida del indicador y el sensor o en esta misma	Al soltar el cable de salida del indicador debe marcar cero. La misma lectura debe repetirse al soltar el cable de llegada al sensor	Reparar la instalación o sustituir
El indicador de nivel, presión, temperatura, etc. marca de forma inexacta.	Conexiones defectuosas	Revisar las conexiones	Reparar o sustituir las conexiones
	Indicador del cuadro defectuoso	Comparar los indicadores conectando un sensor nuevo con una buena masa	Sustituir indicador
	Sensor defectuoso	Comprobar el sensor fuera del vehículo	Sustituir el sensor
Los testigos tienen anomalías en su encendido y apagado.	Lámpara fundida, conexión defectuosa o cables cortados	Al poner a masa el cable de llegada al sensor debe encenderse la lámpara	Sustituir la lámpara o corregir los defectos de la instalación

↑ **Tabla 9.10.** Averías más comunes de los indicadores del cuadro.

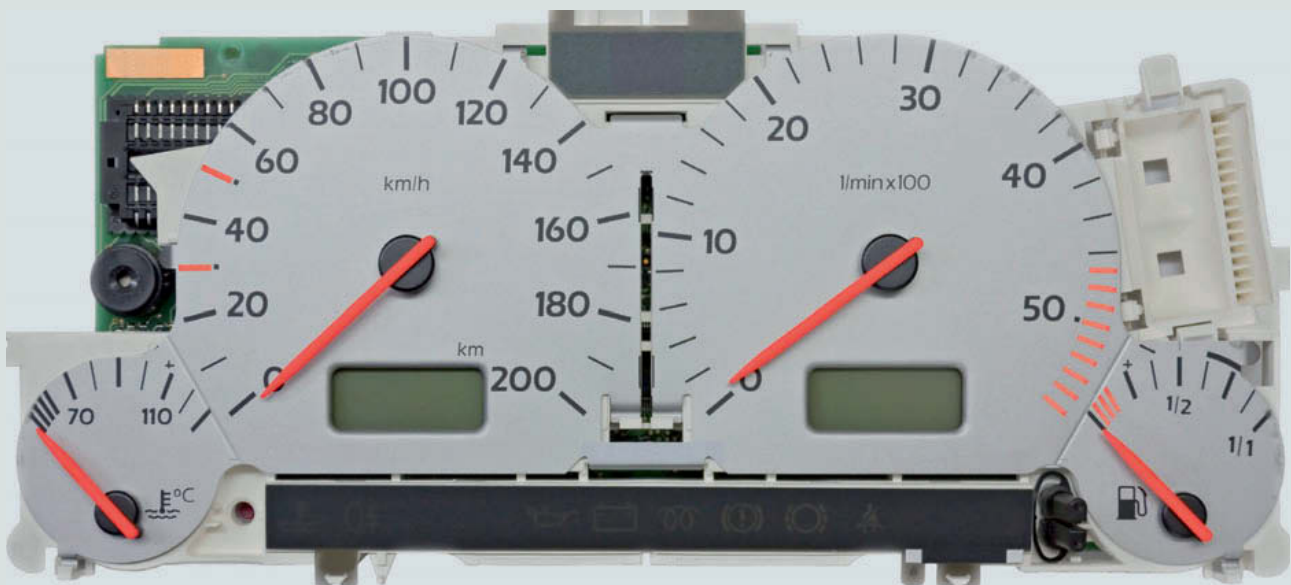
### caso práctico inicial

La avería del cuentarrevoluciones del cuadro de instrumentos no afecta al funcionamiento del resto de circuitos eléctricos y mecanismos del vehículo. El único síntoma es que deja de informar de las revoluciones del motor al conductor.



## ACTIVIDADES FINALES

- 1. ¿Qué tipos de instrumentos indicadores integran los cuadros de instrumentos?
- 2. ¿Para qué sirve el cuentarrevoluciones?
- 3. ¿Qué sistemas puede emplear el circuito indicador de presión de aceite para indicar la presión del mismo?
- 4. Explica los principios de funcionamiento que emplean los instrumentos de medida electromagnéticos.
- 5. Explica para qué se emplean los indicadores ópticos del cuadro.
- 6. Explica cómo funcionan los indicadores ópticos del esquema de la figura 9.27.
- 7. Explica la misión que realizan los relojes indicadores de temperatura, presión de aceite y combustible.
- 8. ¿Qué misión realiza el *check-control*?
- 9. Busca en un manual de taller o sobre vehículos reales el cuadro de instrumentos que equipan:
  - a) Haz un croquis del cuadro.
  - b) Enumera los elementos de que dispone (relojes e indicadores ópticos).
  - c) Localiza el esquema eléctrico y realiza un croquis de las conexiones del cuadro.
- 10. Sustituye en un vehículo:
  - a) Una lámpara fundida del cuadro.
  - b) Un reloj indicador averiado por uno de repuesto.
  - c) Un captador averiado por uno de respuesto.
  - d) El avisador del depósito de combustible.



↑ Figura 9.52.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

## 1. ¿Qué misión tiene el cuadro de instrumentos?

- Disponer de unos relojes que podemos regular para conocer la velocidad del vehículo.
- Informar al conductor de parámetros del motor exclusivamente.
- Informar al conductor sobre determinados parámetros del vehículo y de la conducción.
- Informar al conductor de la velocidad y del nº de revoluciones del motor solamente.

## 2. ¿Qué principios de funcionamiento emplean los relojes indicadores del cuadro?

- El principio de conservación de la energía.
- El principio de continuidad eléctrica.
- El principio de funcionamiento electrónico.
- Los principios electromagnéticos.

## 3. ¿Dónde se puede colocar el captador Hall de un velocímetro?

- En el embrague.
- En el cigüeñal del motor.
- En el primario de la caja de cambios.
- En el eje de salida de la caja de cambios.

## 4. ¿Dónde se puede colocar el captador del cuentarrevoluciones?

- En el árbol de transmisión.
- En el cigüeñal del motor.
- En un semiárbol de transmisión.
- En el secundario de la caja de cambios.

## 5. ¿Qué elementos luminosos emplean los indicadores ópticos?

- Lámparas de poca potencia y diodos LED.
- Lámparas de 25 W.
- Diodos y lámparas de 25 W.
- Lámparas de 50 W.

## 6. En el esquema eléctrico de los indicadores ópticos de la figura 9.27, ¿qué indica el diodo LED 58718?

- Señaliza la obstrucción en el filtro de aire.
- Señaliza avería en el sistema de freno.
- Señaliza avería en el sistema de presión de aceite.
- Señaliza bajo nivel de aceite en el depósito de la dirección asistida.

## 7. En el esquema eléctrico de la figura 9.27, ¿de cuántos amperios es el fusible que protege el cuadro 58918?

- 30 A.
- 10 A.
- 40 A.
- 5 A.

## 8. En el esquema eléctrico de la figura 9.27, ¿qué elemento aparece señalado con el número 25620?

- La llave de contacto.
- Un relé.
- La batería.
- Un fusible.

## 9. En el circuito indicador de temperatura de la figura 9.31, ¿qué comportamiento tiene la termorresistencia con la temperatura?

- Al calentarse la termorresistencia no modifica su resistencia.
- Al calentarse la termorresistencia aumenta su resistencia.
- Al enfriarse la termorresistencia no altera los valores de resistencia.
- Al calentarse la termorresistencia disminuye su resistencia.

## 10. ¿Para qué se realiza la adaptación del cuadro de instrumentos?

- Para ajustar la configuración del cuadro y los valores de los intervalos de servicio.
- Para que la gestión electrónica reconozca el cuadro sustituido.
- Para identificar las averías del cuadro.
- Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.



# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Equipo de herramientas de electro-mecánico
- Polímetro

## MATERIAL

- Vehículo con circuito indicador de combustible
- Maqueta del circuito indicador de combustible

## Comprobar una avería en circuito indicador de combustible

### OBJETIVOS

Comprobar el funcionamiento de los componentes del circuito para determinar la avería.

### PRECAUCIONES

- Regular el polímetro de acuerdo con la operación a realizar.
- Utilizar la unidad de medida adecuada.

### DESARROLLO

1. Localizar si el fallo en el circuito se encuentra en el reloj indicador o en el aforador.
2. Estudiando el circuito observa que con el depósito lleno la resistencia del aforador debe ser muy pequeña; a medida que el depósito baja de nivel, la resistencia aumenta.
3. Conectar el cable del aforador directamente a masa y comprobar si el reloj indicador marca que el depósito está lleno. Si el reloj indica lleno, el reloj funciona y el fallo puede estar en el aforador.
4. Comprobar el aforador, desmontarlo del depósito y revisar:
  - Si la medida de la resistencia con el polímetro aumenta o disminuye a medida que desplazamos el cursor de la resistencia.
  - Si el polímetro marca siempre la misma resistencia, indica que el cursor no hace contacto con la resistencia del aforador.
  - La medida del polímetro es la de la resistencia.



↑ **Figura 9.53.** Desmontaje del aforador del depósito de combustible.



↑ **Figura 9.54.** Comprobación de la resistencia del aforador.

# Resetear los intervalos de mantenimiento del cuadro de instrumentos

## OBJETIVOS

Poner a cero el reloj de inspección y el de servicio del cuadro de instrumentos manualmente.

## PRECAUCIONES

Realizar la operación después de haber realizado las operaciones de mantenimiento.

## DESARROLLO

Cuando ha vencido el servicio para el cambio de aceite del motor (OIL):

1. Pulsar el botón de puesta a cero para el cuentakilómetros parcial (2).
2. Dar el contacto y aparecerá parpadeando el visualizador con el texto «service OIL»
3. Tirar o girar el botón de ajuste de la hora (1) hasta que aparezca «service km ---».
4. Para finalizar la reposición del indicador de intervalos de servicio, quitar el contacto.

Cuando ha vencido la revisión de servicio (INSP):

1. Pulsar el botón de puesta a cero para el cuentakilómetros parcial (2).
2. Dar el contacto y aparecerá parpadeando el visualizador con el texto «service OIL».
3. Pulsar nuevamente el botón de puesta a cero para el cuentakilómetros parcial hasta que aparezca parpadeando «service INSP».
4. Tirar o girar el botón de ajuste de la hora (1) hasta que aparezca «service ---».
5. Para finalizar la reposición del indicador de intervalos de servicio, quitar el contacto.

## HERRAMIENTAS

- No se precisan

## MATERIAL

- Vehículo con cuadro de instrumentos gestionado electrónicamente con intervalos de servicio con reseteo manual (VW Polo, VW Golf, VW Passat, Seat Ibiza, Seat León, etc.)



↑ Figura 9.55. Cuadro de instrumentos.



↑ Figura 9.56. Visualización «service OIL».



↑ Figura 9.57. Visualización «service INSP».



↑ Figura 9.58. Reposición del intervalo de servicio.

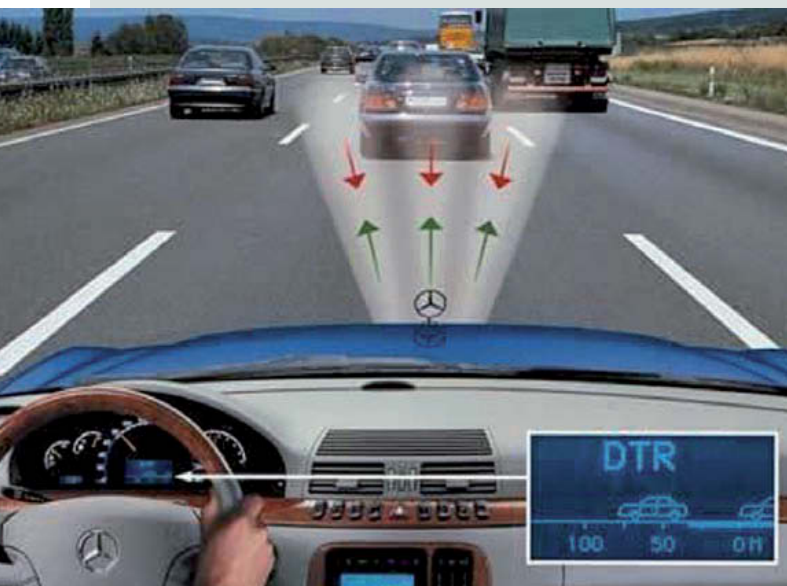
# MUNDO TÉCNICO

## Control de velocidad de cruceo

El sistema de control de la velocidad de cruceo que permitía seleccionar y mantener una velocidad determinada sin necesidad del uso permanente del acelerador, ya comienza a superarse. La última labor en este campo es un prototipo equipado con un sistema de control de velocidad de cruceo adaptativo (ACC) avanzado. Este sistema aporta muchas ventajas que facilitan la conducción en gran medida y además aumentan de forma considerable la seguridad de marcha.

El ACC, además de regular la velocidad de cruceo, controla de forma automática la distancia respecto al coche que circula por delante, reconoce las señales de tráfico, las líneas que delimitan los carriles y, junto con el sistema de navegación, adecuar la velocidad al trazado de la carretera.

El prototipo incorpora dos sensores láser que se utilizan para la función de control de la velocidad de cruceo y una cámara situada entre el espejo interior y el techo que sirve para el reconocimiento de señales y límites de carril.



↑ **Figura 9.59.** Control de velocidad de cruceo.

### Funciones avanzadas del prototipo con sistema ACC

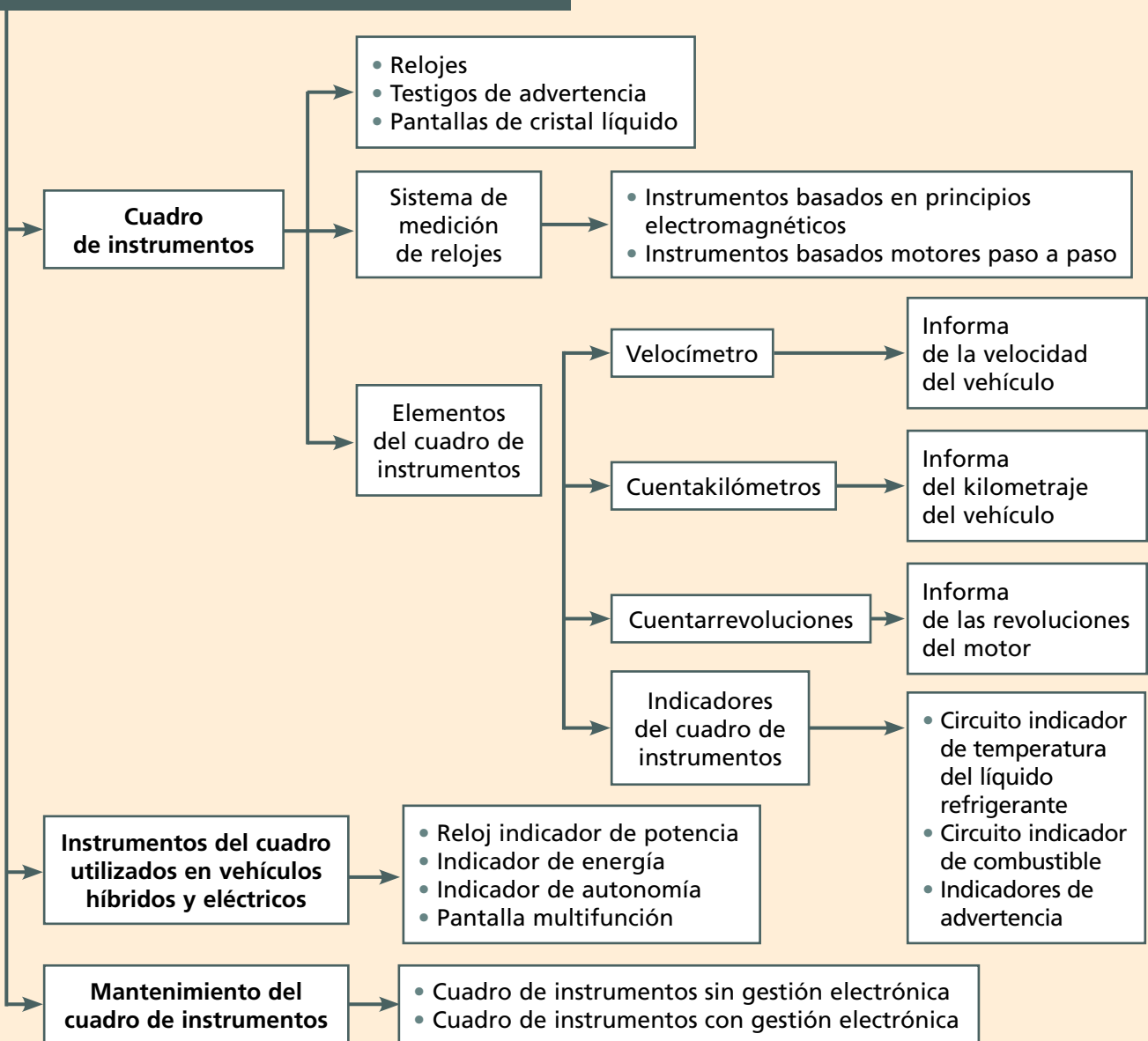
- «Stop&Go». El sistema ACC avanzado permite que el vehículo, de forma automática y mediante un sensor, disminuya la velocidad al detectar un coche que circula más despacio por delante y recupere la marcha inicial programada cuando este ya no se encuentre en la trayectoria.
- Reconocimiento de límites de velocidad. El sistema de detección de señales de tráfico mediante cámaras es otra de las funciones del ACC avanzado. El conductor recibe la información sobre la velocidad máxima permitida por medio de voz y visual a través del cuadro de instrumentos. Como opción, el coche también adapta su velocidad a la máxima que indica la señal de tráfico.
- Control para mantener la trayectoria. Gracias a un sistema de reconocimiento de imágenes, es posible detectar de forma fiable los bordes del carril. En esta función, una unidad electrónica calcula la distancia entre el coche y las líneas del carril. En el futuro, un aviso acústico o una vibración del volante alertará al conductor en caso de abandonar la trayectoria.
- Control de velocidad en curva. Una de las principales limitaciones de los actuales sistemas ACC se presenta al trazar curvas cerradas. En estos casos, el coche que marcha por delante puede quedar fuera del campo de visión del sensor y este también puede reconocer un vehículo que circula en sentido contrario y que no es relevante en nuestra trayectoria. Estos inconvenientes se solventan mediante los dispositivos de reconocimiento de las líneas del carril y el sistema de navegación predictiva. Gracias a los primeros, el coche reconoce continuamente los bordes de la carretera, mientras que el segundo permite ajustar la velocidad del vehículo a las condiciones de la carretera mediante una serie de parámetros adicionales incluidos en el CD de navegación.

Esta innovación técnica, todavía en fase de desarrollo, ha merecido el reconocimiento de la Sociedad de Técnicos de Automoción (STA).

Fuente: <[www.electriauto.com](http://www.electriauto.com)>

# EN RESUMEN

## CIRCUITOS DEL CUADRO DE INSTRUMENTOS



## entra en internet

1. Busca en internet vehículos híbridos o eléctricos e infórmate sobre qué tipo de instrumentos de medición montan sus cuadros de instrumentos. Puedes encontrar información en:
  - <[www.peugeot.es](http://www.peugeot.es)>
  - <[www.citroen.es](http://www.citroen.es)>
  - <[www.renault.es](http://www.renault.es)>
  - <[www.toyota.es](http://www.toyota.es)>

# 10

# Circuitos auxiliares

## vamos a conocer...

1. Limpiaparabrisas y lavaparabrisas
2. Limpiafaros o lavafaros
3. Limpialuneta trasera
4. Luneta térmica trasera
5. Retrovisores térmicos
6. Alumbrado interior
7. Encendedor de cigarrillos
8. Elevation eléctrica
9. Cierre centralizado

### PRÁCTICA PROFESIONAL

Comprobación de la luneta térmica trasera  
Reparación de una avería en el limpialuneta trasero de un vehículo

### MUNDO TÉCNICO

Algunas preguntas y respuestas sobre el cierre centralizado

## y al finalizar esta unidad...

- Conocerás los sistemas de limpieza del parabrisas, de la luna trasera y de los faros.
- Estudiarás la constitución de los circuitos eléctricos auxiliares y su funcionamiento.
- Analizarás los esquemas eléctricos de los circuitos auxiliares.
- Localizarás e identificarás las averías más comunes en los circuitos auxiliares.

## situación de partida

Luis tiene un vehículo con faros delanteros que montan para la luz de cruce y para la luz de carretera lámparas halógenas H7.

Para mejorar la visibilidad, Luis ha decidido instalar un *kit* de lámparas de xenón para la luz de carretera. El montaje de este *kit* no es legal aunque se disponga de un faro con cristal liso y sin rayado, regulador de altura automático para los faros y un sistema lavafaros.

El *kit* de lámparas de xenón es fácil de montar. Básicamente hay que sustituir la lámpara H7 original por la lámpara de xenón nueva y realizar las conexiones de los transformadores, que se

encargan de convertir la tensión del vehículo a 25.000 voltios, necesarios para polarizar el gas de xenón que va dentro de la bombilla, a la instalación de origen. En la mayoría de los vehículos se debe adaptar también la tapa que cierra el faro para introducir el nuevo cableado.

José, mecánico de confianza, le indica a Luis que en lugar de montar el *kit* no homologado, existen marcas que suministran conjuntos de iluminación de faros de xenón legales y que es más adecuado realizar esta reforma ya que así no tendrá ningún problema con ella.



↑ *Kit* de lámparas de xenón no homologado.



↑ *Kit* de faros de xenón homologado.

## estudio del caso

Antes de empezar a leer esta unidad de trabajo, puedes contestar las dos primeras preguntas. Después, analiza cada punto del tema, con el objetivo de contestar al resto de las preguntas de este caso práctico.

1. ¿Qué sistemas de limpieza de faros conoces?
2. ¿Dispone de raquetas el sistema lavafaros?
3. ¿Qué elementos compone principalmente un sistema de lavafaros?
4. ¿Qué deben equipar los vehículos que disponen de faros de xenón?
5. ¿Dónde se montan los eyectores del lavafaros?

# 1. Limpiaparabrisas y lavaparabrisas

Los sistemas de limpiaparabrisas y lavaparabrisas realizan una función muy importante en la seguridad de la conducción: permiten limpiar el parabrisas de la lluvia, nieve o barro, para conseguir una visibilidad adecuada en situaciones adversas de visibilidad.

## 1.1. Limpiaparabrisas

### saber más

El sistema limpiaparabrisas debe proporcionar al conductor las condiciones mínimas de visibilidad por medio del barrido de la superficie externa del parabrisas.

Según el reglamento (UE) N° 1008/2010, todo vehículo deberá estar equipado con un sistema limpiaparabrisas que pueda funcionar una vez activado el interruptor principal de control del vehículo, sin otra intervención del conductor que la necesaria para poner en marcha el limpiaparabrisas y pararlo.

El limpiaparabrisas tendrá uno o más brazos con escobillas que puedan cambiarse con facilidad con el fin de alcanzar el campo de visibilidad apropiado.

El circuito eléctrico debe disponer de al menos dos posiciones de frecuencia de barrido:

- Una frecuencia será de 10 ciclos por minuto como mínimo y de 55 ciclos por minuto como máximo.
- Otra frecuencia será de 45 ciclos por minuto como mínimo.

La diferencia entre la frecuencia de barrido más alta y la más baja será, por lo menos, de 15 ciclos por minuto.

Este sistema debe disponer de los dispositivos y controles necesarios para comandarlo desde el interior del vehículo.

Cuando el limpiaparabrisas se detenga tras accionar el interruptor, sus brazos y escobillas volverán a la posición de reposo.

→ **Figura 10.1.** Montaje del limpiaparabrisas en el vehículo.



## 1.2. Lavaparabrisas

Según el reglamento (UE) N° 1008/2010, todo vehículo deberá estar equipado con un lavaparabrisas que pueda funcionar una vez activado el interruptor principal de control del vehículo, y que pueda resistir las cargas y presiones resultantes de la obstrucción de los surtidores.

El rendimiento del lavaparabrisas no disminuirá por la exposición a los ciclos de temperatura y podrá rociar con líquido la zona adecuada del parabrisas (sin que se produzcan goteos, desconexión de tubos ni disfunción de surtidores), en condiciones normales y con temperatura exterior comprendida entre  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Además, en caso de bloqueo de los surtidores, tampoco deberán producirse goteos ni desconexión de tubos.

El sistema se accionará manualmente mediante su interruptor. Además, la puesta en marcha y la parada del lavaparabrisas podrá asimismo coordinarse y combinarse con cualquier otro sistema del vehículo.



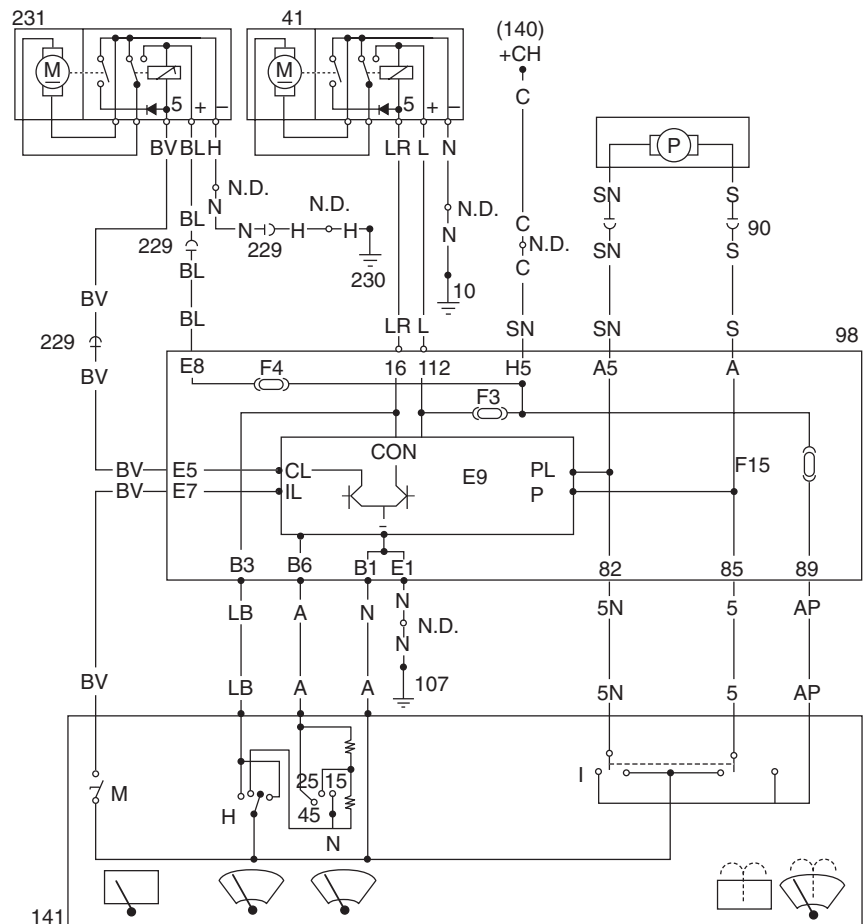
← Figura 10.2. Lavaparabrisas

El lavaparabrisas debe rociar líquido suficiente para lavar (agua y jabón), como mínimo, el 60 % del campo de visión. La capacidad del depósito no deberá ser inferior a 1 litro.

### 1.3. Circuito eléctrico del limpiaparabrisas y lavaparabrisas

En la figura 10.3. se muestra el esquema eléctrico de un limpiaparabrisas y lavaparabrisas delantero de un automóvil.

- 10-107-230 Masas
- 90-229 Conexión
- 19 Bomba para líquido lavaparabrisas y lavaluneta posterior
- 41 Grupo limpiaparabrisas
- 98 Centralita de derivación
- 140 Conmutador de arranque
- 141 Palanca derecha de señalación y servicio para mando limpiaparabrisas, limpialuneta posterior y electrobomba
- M Contacto mando limpialuneta posterior
- H Contactos mando limpiaparabrisas conectados con la palanca
- N Contacto mando intermitencia limpiaparabrisas conectados con el conmutador de casquillo
- I Contactos mando bomba lavaparabrisas-lavaluneta posterior conectados con la palanca
- 231 Grupo limpialuneta posterior
- N.D. Nudos de derivación integrados en el conjunto de cables

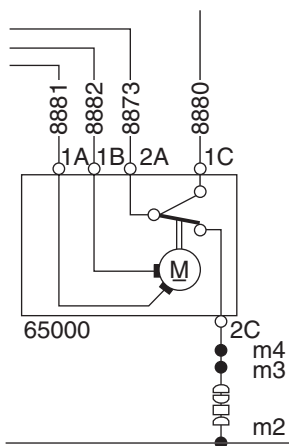


↑ Figura 10.3. Esquema conjunto limpiaparabrisas, limpialuneta, lavaparabrisas y lavaluneta de Fiat.



## saber más

El sistema limpiaparabrisas, excepto el elemento limpiador, funcionará correctamente después de operar (1.500.000 ciclos).



↑ **Figura 10.4.** Conexión eléctrica de un motor de dos velocidades y funcionamiento intermitente, Iveco.

## 1.4. Constitución del sistema de limpiaparabrisas

El sistema de limpiaparabrisas se compone de un motor eléctrico de corriente continua capaz de mover con facilidad el conjunto mecánico de palancas. También dispone de una reductora y un convertidor que transforma el movimiento circular del motor, en movimiento oscilante, que se transmite a las raquetas. El mecanismo de transmisión de movimiento entre el motor y las raquetas se puede realizar mediante transmisión por biela-manivela o transmisión por cable flexible.

### El motor

El motor del limpiaparabrisas dispone de un conjunto reductora que permite conseguir dos velocidades de funcionamiento: la primera velocidad es de unos 45 ciclos por minuto y la segunda de 65 ciclos por minuto.

Los motores de dos velocidades disponen de dos pares de escobillas. Dependiendo del par de escobillas que se conecte, el motor funciona a velocidad lenta o rápida.

El motor está constituido por los siguientes componentes:

- **Carcasa de acero.** Constituye la base del motor y en su interior se alojan las masas polares magnéticas, permanentes, que cierran el circuito magnético.
- **Inducido.** Está compuesto por un eje de acero en cuyo extremo se halla un husillo sinfín para el accionamiento de la rueda reductora.
- **Soporte motor.** Cierra el motor por la parte superior y en él se aloja el portaescobillas. A su vez, dispone de varias patas con taladros roscados (generalmente tres) para su sujeción a la placa soporte. Se fabrica generalmente con aluminio inyectado.
- **Rueda reductora.** Junto con el husillo del inducido constituye el conjunto reductor. Se fabrica por moldeo con material termoplástico de bajo coeficiente de fricción.
- **Conmutador de parada automática.** Para automáticamente el motor en caso necesario. El conmutador incorpora los cables de conexión por uno de sus extremos, y por el otro, los contactos del mecanismo de parada.



↑ **Figura 10.5.** Motor del limpiaparabrisas.

## Sistemas de transmisión del movimiento

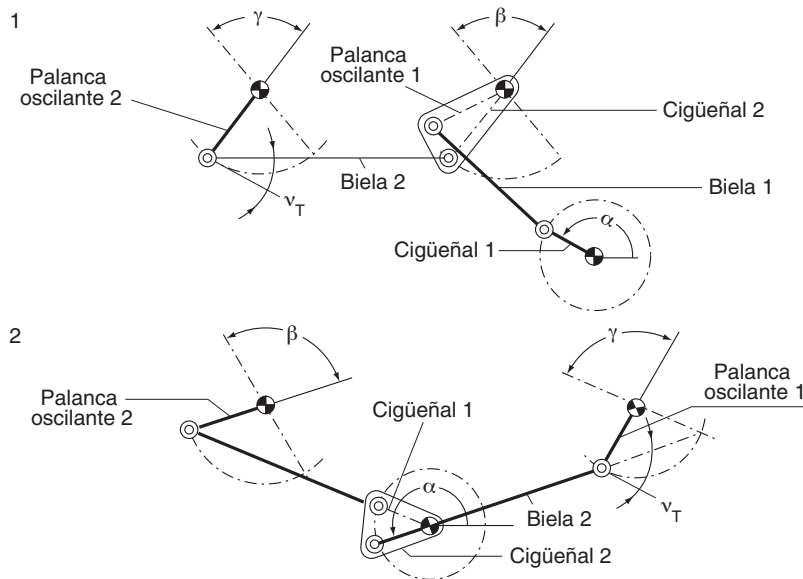
El motor produce un movimiento circular el cual se transforma en movimiento de vaivén en los ejes de las raquetas. Para ello, dispone de un conjunto de bielas-manivelas que forman la cadena cinemática del sistema. El número de ejes depende del tamaño y forma del parabrisas.



↑ Figura 10.6. Montaje del motor del limpiaparabrisas con el varillaje.

### Transmisión por biela-manivela

En el sistema de transmisión por biela-manivela se transforma el movimiento circular del eje del motor en movimiento alternativo de vaivén por medio de un conjunto de bielas y manivelas. El movimiento alternativo se transmite a las raquetas a través de un eje (véase figura 10.7).



↑ Figura 10.7. Transmisión por biela manivela.

### Transmisión por cable flexible

En el sistema de transmisión por cable flexible, el movimiento de vaivén se realiza en el interior del soporte del motor gracias a la biela de accionamiento, y se transmite a los ejes de las raquetas a través de un cable flexible.



↑ **Figura 10.8.** Raquetas del limpia-parabrisas.

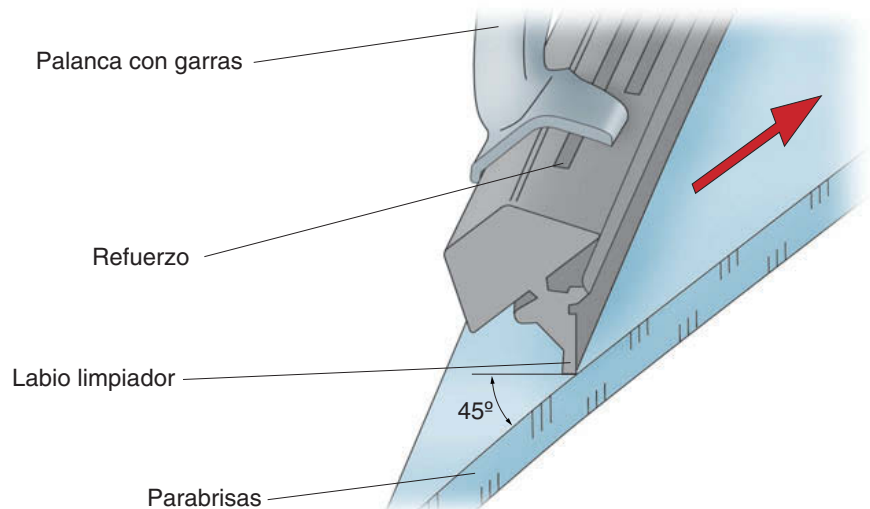
## Raquetas

Las raquetas tienen la misión de realizar la limpieza de la superficie exterior del parabrisas. En el barrido se debe garantizar un buen contacto de la goma de la raqueta con la superficie del parabrisas.

La goma de las raquetas es la parte más importante del sistema pues, es la encargada de soportar la presión que sobre ella ejerce la raqueta y el rozamiento con la luna del parabrisas, de 0,8 a 2,5 en seco y de 0,6 a 0,1 en mojado. La goma debe atacar el parabrisas con un ángulo de  $45^\circ$ , en toda el área de limpieza (véase figura 10.9), y durante toda su vida útil.

Para disminuir el empuje del aire sobre la raqueta a altas velocidades, esta va provista de agujeros por la parte trasera. En algunos casos se montan paletas conductoras del aire que trabajan a contracorriente.

Las dimensiones de las raquetas van desde 250 milímetros a 1 metro.



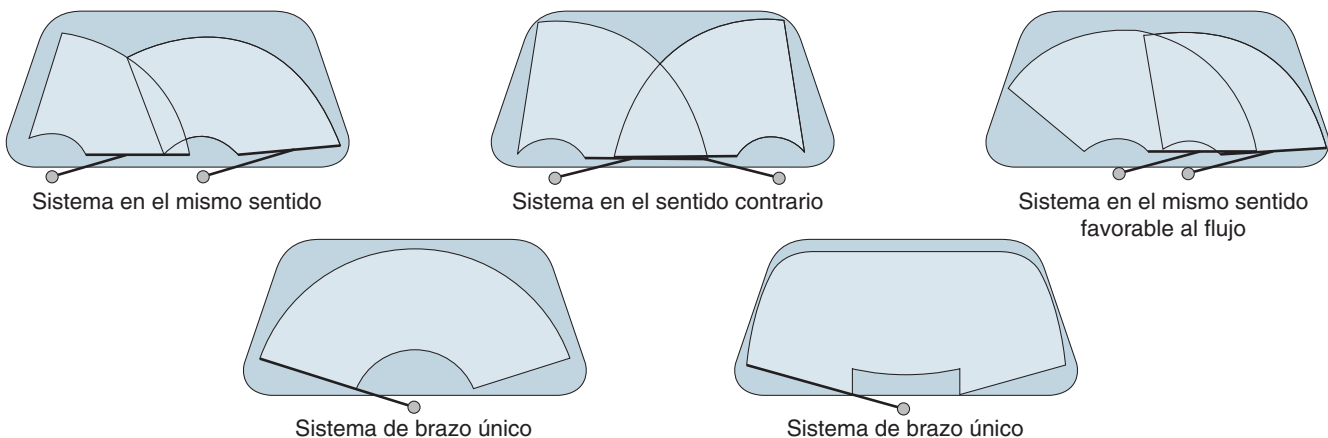
↑ **Figura 10.9.** Goma de la raqueta en posición de trabajo.



↑ **Figura 10.10.** Disposición de las escobillas en sentido contrario.

En los vehículos, para no dejar zonas de visibilidad sin ser limpiadas, se monta el sistema de barrido en función de la forma y del tamaño del parabrisas. Generalmente se utilizan sistemas de limpieza de una, dos o tres raquetas.

La elección de uno u otro sistema se realiza gracias a un estudio cinemático del movimiento de las bielas y manivelas. Los sistemas de barrido más utilizados se pueden ver en la figura 10.11.

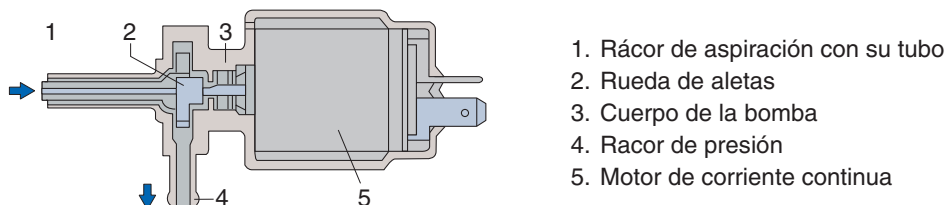


↑ **Figura 10.11.** Sistemas de barrido de los limpiaparabrisas.

### Bomba de lavado

Los sistemas de lavado de parabrisas y faros deben disponer de un sistema de lavado que garantice la limpieza de la zona de trabajo de las raquetas. Para ello, se utilizan bombas de tipo centrífugo que proyectan sobre el cristal chorros puntuales de agua con detergente (véase figura 10.13).

Estos sistemas disponen de un depósito con una capacidad de entre 1 y 5 litros. Si se utiliza el mismo depósito para varios circuitos, aumenta su capacidad. Para la luna trasera se monta en el circuito un depósito independiente.



↑ Figura 10.13. Bomba eléctrica de lavado, Bosch.



↑ Figura 10.12. Depósito del limpiaparabrisas junto al depósito de líquido para la dirección asistida.

### Interruptor multifunción del limpiaparabrisas y bomba de barrido

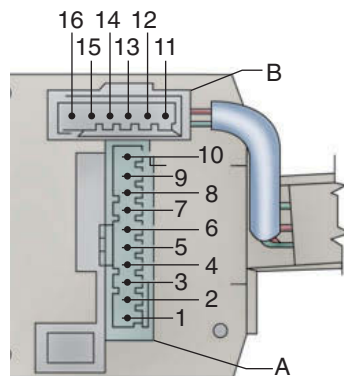
Para realizar la conexión y desconexión del sistema del limpiaparabrisas y de la bomba de barrido se utilizan interruptores similares a los empleados en los sistemas de alumbrado e intermitencias.

El interruptor para estos sistemas se monta en la columna de la dirección a un lado del volante (véase figura 10.15).

### saber más

La bomba de paletas emplea los mismos principios de funcionamiento que el compresor de paletas.

CONECTOR A		
N.º de cable	Color cable	Circuito afectado
1	LB	Mando avisador acústico
2	SN	Bomba lavacrystal
3	LR	Limpiaparabrisas velocidad continua
4	N	Masa
5	S	Bomba luneta posterior
6	A	Limpiaparabrisas velocidad intermitente
7	BV	Limpialuneta posterior
8	AR	Alimentación bomba lavacrystal y lavaluneta posterior
9	M	Luneta térmica
10	G	Iluminación ideogramas



↑ Figura 10.14. Conector del mando.

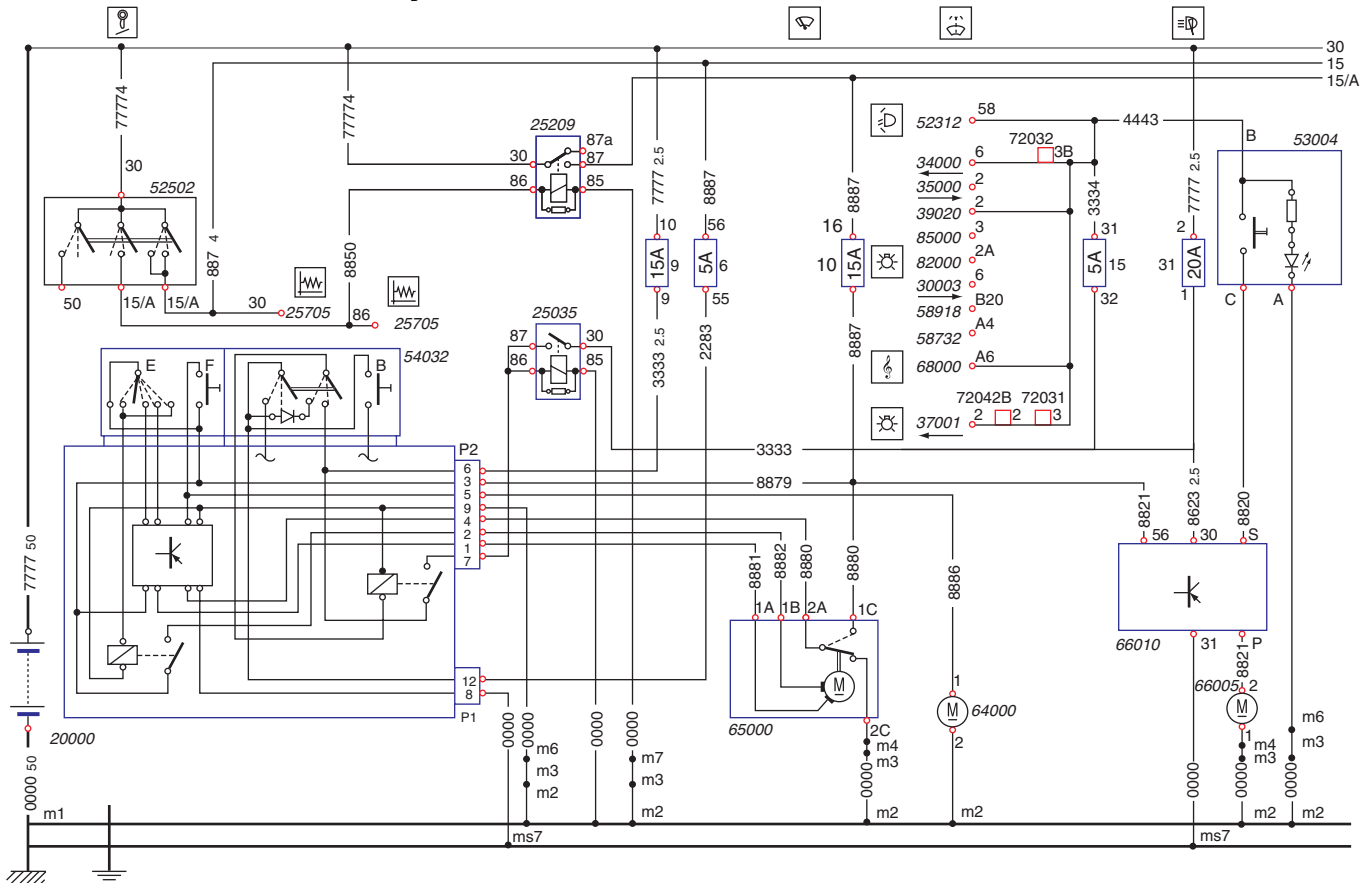
CONECTOR B		
N.º de cable	Color cable	Circuito afectado
11	H	Luneta térmica
12	A	Iluminación ideogramas
13	G	Limpialuneta posterior
14	N	Masa
15	R	Intermitencia variable
16	B	Limpiaparabrisas



↑ Figura 10.15. Mando-interruptor multifunción del limpiaparabrisas.

## 1.5. Funcionamiento del circuito eléctrico del limpiaparabrisas y del lavaparabrisas

El circuito eléctrico del limpiaparabrisas y lavaparabrisas más empleado por los vehículos es similar al representado en el esquema de la figura 10.16. En este sistema no se dispone de unidad central electrónica conectada por redes multiplexadas al resto de unidades.



↑ **Figura 10.16.** Esquema eléctrico del limpiaparabrisas y lavaparabrisas de un Iveco Daily.

En el esquema de la figura 10.16 aparecen representados los elementos que componen el circuito eléctrico de un vehículo.

En este, las conexiones entre los elementos se realizan mediante cables que aparecen representados con líneas y números. Por ejemplo, 7777 2,5 indica: 7777 es el código de color del cable de alimentación que va con un fusible de 20 amperios y el número 2,5 indica la sección del cable en milímetros.

### caso práctico inicial

Un sistema lavafaros por chorro de lavado está compuesto por una bomba eléctrica que es accionada desde un interruptor mediante un relé, tuberías y empalmes para el agua, eyectores o surtidores y un depósito que puede ser conjunto con el del limpiacristales.

Los componentes se encuentran dentro de recuadros, y los motores en el interior de un círculo con el símbolo de un motor. Por ejemplo: el elemento 65000 es el grupo limpiacristales y el elemento 64000 es el motor de la electrobomba del lavacristales. Los fusibles se hallan en el interior de un rectángulo numerado en el que se marca el amperaje adecuado.

Los interruptores que comandan los limpiaparabrisas y la bomba de barrido aparecen representados en el circuito mediante el elemento con el número 54032. Este tiene ocho posiciones y dispone de dos clemas de conexión P1 y P2 (véase figura 10.16). La clema P1 es alimentada por el borne 12 con corriente positiva desde la llave de contacto y por el borne 8 recibe masa.

La clema P2 dispone los siguientes bornes:

- Borne 1. Alimenta el motor del limpiaparabrisas para la primera velocidad (65000).
- Borne 2. Alimenta el motor del limpiaparabrisas para la segunda velocidad (65000).
- Borne 3. Alimenta el temporizador del lavafaros (66010).
- Borne 4. Conecta el contacto del interruptor del motor del limpiaparabrisas (65000).
- Borne 5. Alimenta con tensión el motor de la electrobomba (64000).
- Borne 6. Es alimentado con corriente del borne positivo por el fusible 9 de 15 amperios.
- Borne 7. Alimenta el relé (25035).
- Borne 9. Toma de masa del interruptor.

El motor de la electrobomba de los lavacrystales (64000) se activa al actuar sobre el mando del interruptor (54032 contacto F). Este contacto cierra el circuito y alimenta el módulo interno por el borne 5, cable 8886, al motor de la electrobomba (64000) que se cierra a masa por el punto 2.

El motor del limpiacrystales (65000) se pone en marcha al pulsar el mando del interruptor (54032 contactos E). En una posición, se alimenta el relé interno del mando. Al cerrarse el contacto del relé se alimenta con tensión el borne de salida 2 y por el cable 8882, el motor del limpia. La otra posición del mando E alimenta el módulo interno y desde este sale corriente al terminal 1 por el cable 8881, hasta el motor del limpiacrystales (65000).

El interruptor multifunción (54032) dispone de contactos para las luces y también comanda el relé de accionamiento de luces externas (25035) y el interruptor del lavafaros (53004).



↑ **Figura 10.17.** Bomba de barrido del limpiacrystales.

## 1.6. Circuito de limpiaparabrisas con gestión electrónica

En los circuitos limpiaparabrisas con gestión electrónica, el limpiaparabrisas generalmente no es controlado por la unidad de la red de a bordo, sino que es gobernado directamente por el conmutador de la palanca de los limpiaparabrisas. Un interruptor integrado en el motor del limpiaparabrisas permite a la unidad establecer con precisión la posición de parada de las escobillas de los limpiaparabrisas.

La unidad de control de la red de a bordo comanda las siguientes funciones:

- Activación.
- Bloqueo.
- Control del lavafaros.

### Activación

El funcionamiento del sistema de limpiaparabrisas se realiza por medio de la unidad de control de la red de abordo tras la activación de la llave de contacto. Al actuar sobre la palanca de los limpiaparabrisas es posible seleccionar tres modalidades diferentes de barrido: a intervalos, lento y rápido.

### Intervalos

El intervalo entre barridos varía según los siguientes factores:

1. La posición del reóstato de regulación situado en la palanca del limpiaparabrisas (generalmente de cuatro posiciones).
2. La velocidad de circulación del vehículo.

### saber más

En los vehículos con **sensor de lluvia** la unidad de la red de a bordo es la encargada de alimentar al sensor y procesar su señal. El sensor envía una señal de baja tensión al reconocer la presencia de agua en el parabrisas.

La unidad controla mediante esta señal la activación y velocidad de barrido del limpiaparabrisas.

La unidad varía su sensibilidad ante la señal del sensor en función de la posición del potenciómetro.



↑ **Figura 10.18.** Palanca del limpiaparabrisas y reóstato de regulación.

### Lento y rápido

La velocidad lenta o rápida corresponde a un modo de barrido continuado. Estas velocidades se logran alimentando el motor del limpiaparabrisas por diferentes cables.

La unidad de control activa la velocidad lenta cuando recibe la señal de positivo del lavaparabrisas y, tras la interrupción de la misma, realiza dos barridos extra.

## Bloqueo

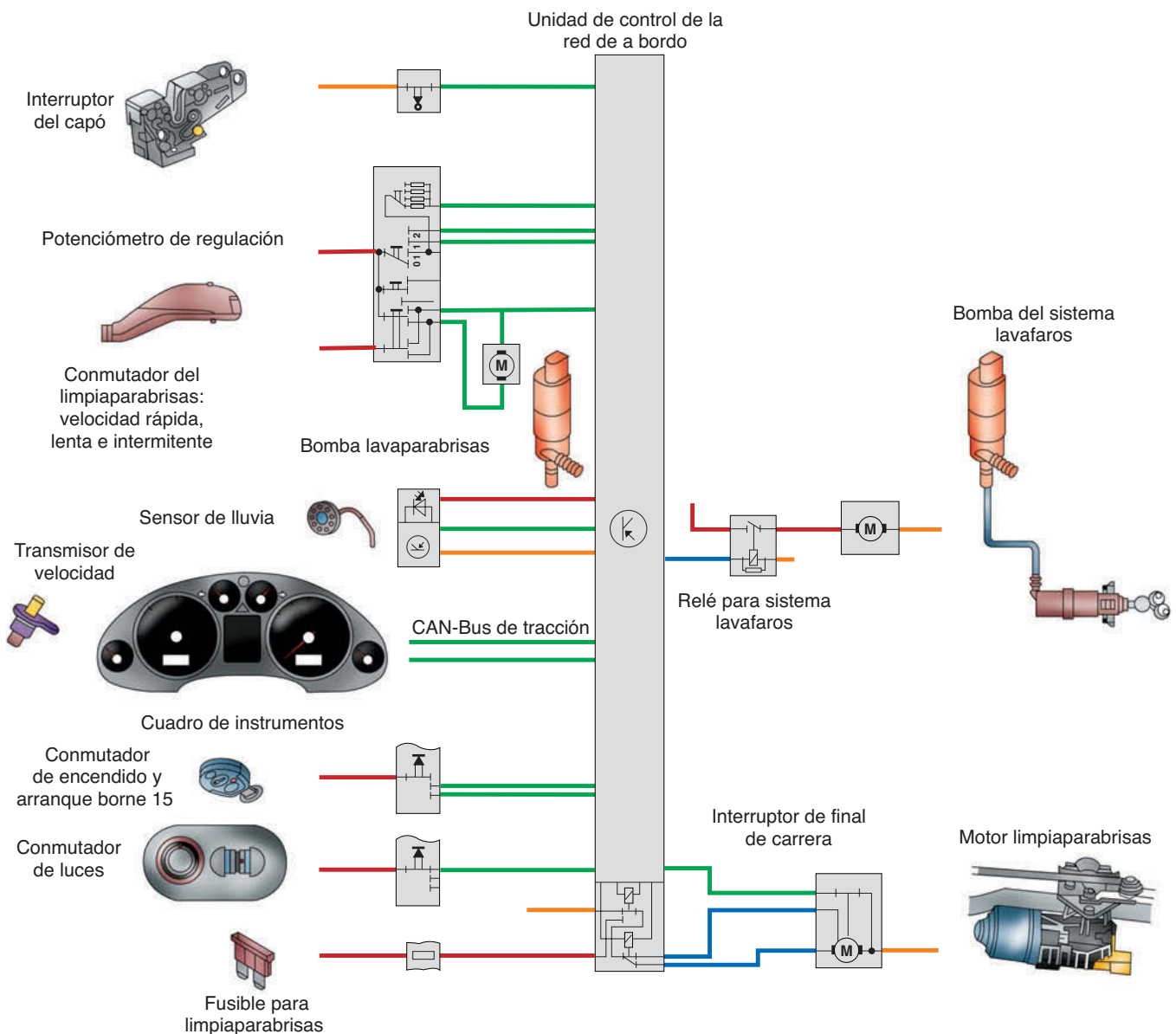
La unidad de control de la red de abordo bloquea el funcionamiento a intervalos del limpiaparabrisas tras recibir la señal negativa del interruptor de contacto del capó.

Esta función de seguridad evita las posibles interferencias entre los limpiaparabrisas y las manos o herramientas cuando se trabaja en el vehículo.

## Control del lavafaros

El sistema lavafaros es activado por la unidad de control mediante el reconocimiento de la señal del conmutador de luces y la recepción de la señal de positivo de la bomba lavaparabrisas durante más de 1 segundo.

En ese momento se excita con positivo el relé para el sistema de lavafaros. Esta excitación se mantiene durante 1,5 segundos para asegurar la correcta limpieza de los faros.



↑ **Figura 10.19.** Esquema de los componentes del sistema de limpiaparabrisas con gestión electrónica.



## 1.7. Sensor de lluvia

El sensor de lluvia es un dispositivo electrónico que permite automatizar el funcionamiento del limpiaparabrisas.

Este dispositivo está basado en el principio físico de refracción y reflexión de la luz. Cuando un rayo de luz atraviesa otro medio puede ocurrir que:

- El rayo no cambie de dirección. Solo se da cuando el rayo incide perpendicularmente.
- El rayo cambie de dirección. Si cambia ligeramente la dirección, se denomina refracción y ocurre cuando el ángulo es inferior a los  $90^\circ$ .
- El rayo se refleje como si incidiera sobre un espejo (reflexión). El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.



↑ **Figura 10.20.** Disposición del sensor de lluvia.

### saber más

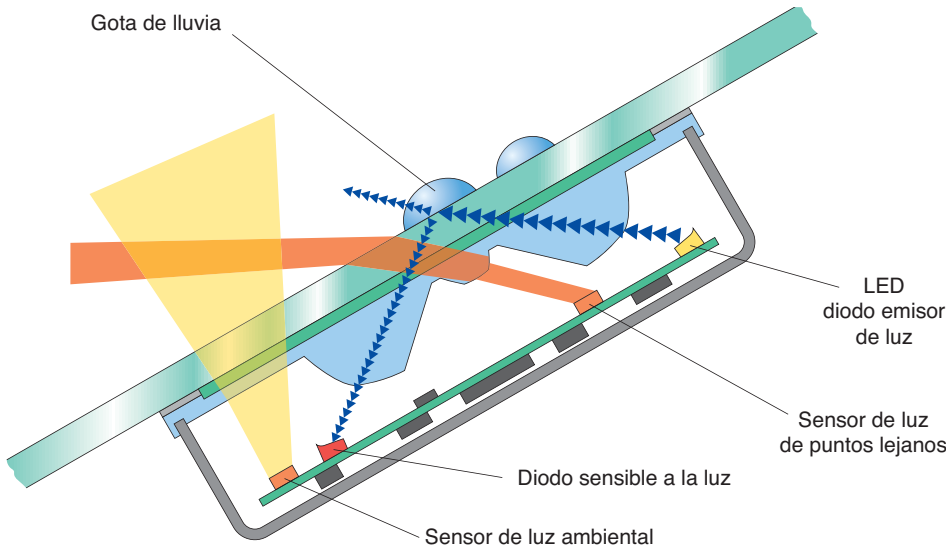
Algunos vehículos llevan programada la unidad de control del sensor de lluvia de tal manera que, en función del agua detectada, se hace funcionar el limpiaparabrisas con mayor o menor rapidez, se cierran las ventanillas y el techo solar e incluso se puede ralentizar o detener el parabrisas si el vehículo queda parado.

### Constitución y funcionamiento del sensor de lluvia

El sensor monta un diodo LED que emite luz con un ángulo determinado. La luz del diodo incide sobre la superficie exterior del cristal y se refleja. Si existe agua sobre el cristal, las características de la superficie de reflexión varían, parte de luz procedente del LED se refracta y solo una fracción del haz de luz es reflejado.

El haz de luz reflejado se recoge en un diodo sensible a la luz. En función de la luz recibida dejará pasar más o menos corriente. De esa manera, gracias a un microchip, estima cuánta agua hay en la zona estudiada. A menor reflexión, mayor cantidad de agua.

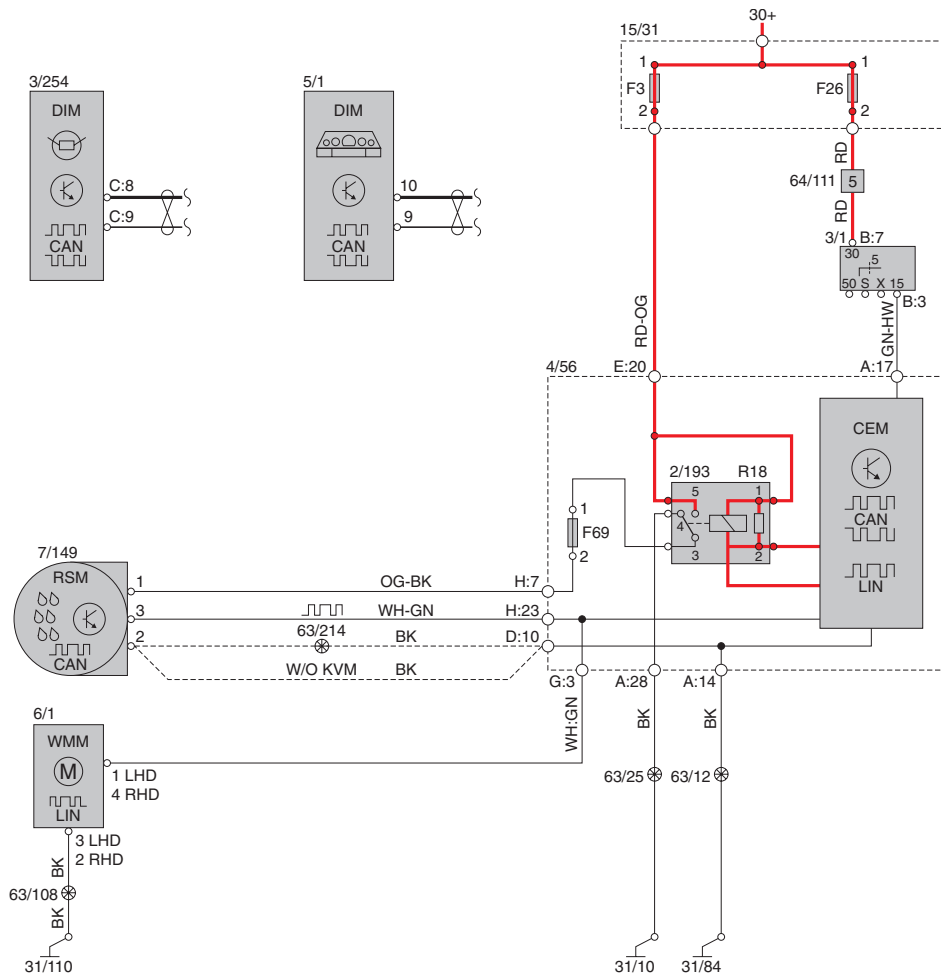
El sistema dispone de sensores que detectan la luz ambiental con el fin de adecuar tanto la velocidad de los limpiaparabrisas como para poder distinguir zonas puntuales de sombra, de túneles y anocheceres donde se hace necesario encender las luces.



↑ **Figura 10.21.** Principio de funcionamiento del sensor de lluvia.

### Esquema eléctrico de montaje

En la siguiente figura podemos ver el esquema eléctrico de montaje del sensor de lluvia en un vehículo volvo C30.



- 15/31. Central electrónica de compartimento del motor.
- 3/1. Llave de contacto.
- 5/1. Unidad de información al conductor.
- 3/254. Unidad del volante.
- 4/56. Unidad electrónica central.
- 2/193. Relé: funciones de control.
- 7/149. Unidad del sensor de lluvia.
- 6/1. Unidad del motor del limpiaparabrisas.

↑ **Figura 10.22.** Esquema eléctrico del sensor de lluvia de un volvo C30.

## 2. Limpiafaros o lavafaros



↑ **Figura 10.23.** Limpiafaros con raquetas.

### caso práctico inicial

Además de un regulador de altura automático para los faros, los vehículos que montan faros de xenón deben equipar un sistema de limpieza para el cristal del faro.

### caso práctico inicial

Los eyectores del lavafaros se montan en el paragolpes delantero del vehículo o en la carcasa del faro.

Para la limpieza de los faros de los vehículos se emplean dos sistemas:

### 2.1. Limpiafaros con raquetas

El sistema de limpiafaros con raquetas es similar al sistema de limpiaparabrisas pero de tamaño adaptado a las dimensiones de los faros. Este dispone de un pequeño motor eléctrico de corriente continua con reductora de tornillo sinfín capaz de mover el mecanismo de accionamiento de las raquetas de limpieza. El sistema es empleado en vehículos como el Saab 900, Ranger Rover, Lada Niva, etc.

### 2.2. Circuito de limpieza con chorros de lavado o lavafaros

El sistema de limpieza con chorros de lavado o lavafaros no limpia con raquetas; el faro se lava con agua y detergente a presión. Para ello el sistema dispone de una bomba centrífuga eléctrica que envía agua a presión a los eyectores o surtidores de agua. Estos surtidores pueden encontrarse vistos u ocultos en el paragolpes y tapados con una trampilla.

La principal ventaja del sistema lavafaros es que se adapta a cualquier diseño de faro y es de fácil montaje si se opta por el surtidor visto. Un inconveniente en su funcionamiento es que las boquillas precisan de un correcto posicionamiento para garantizar que el chorro bañe por completo el faro.

Su funcionamiento es similar al del circuito del lavaparabrisas. Un ejemplo de esquema eléctrico es el que aparece en el esquema de la figura 10.16. El circuito eléctrico dispone de un relé de activación (25035) y un fusible (nº 15) de 5 amperios, un pulsador (53004) y un módulo temporizador (66010) que comanda la bomba del lavafaros (66005).



↑ **Figura 10.24.** Limpiafaros con chorro de lavado.

### 3. Limpialuneta trasera

El limpiacristales o limpiacristales trasero sigue las pautas de trabajo indicadas anteriormente para el limpiaparabrisas con dos peculiaridades: el periodo de funcionamiento es más reducido y se utilizan generalmente sistemas de limpieza de un solo brazo.

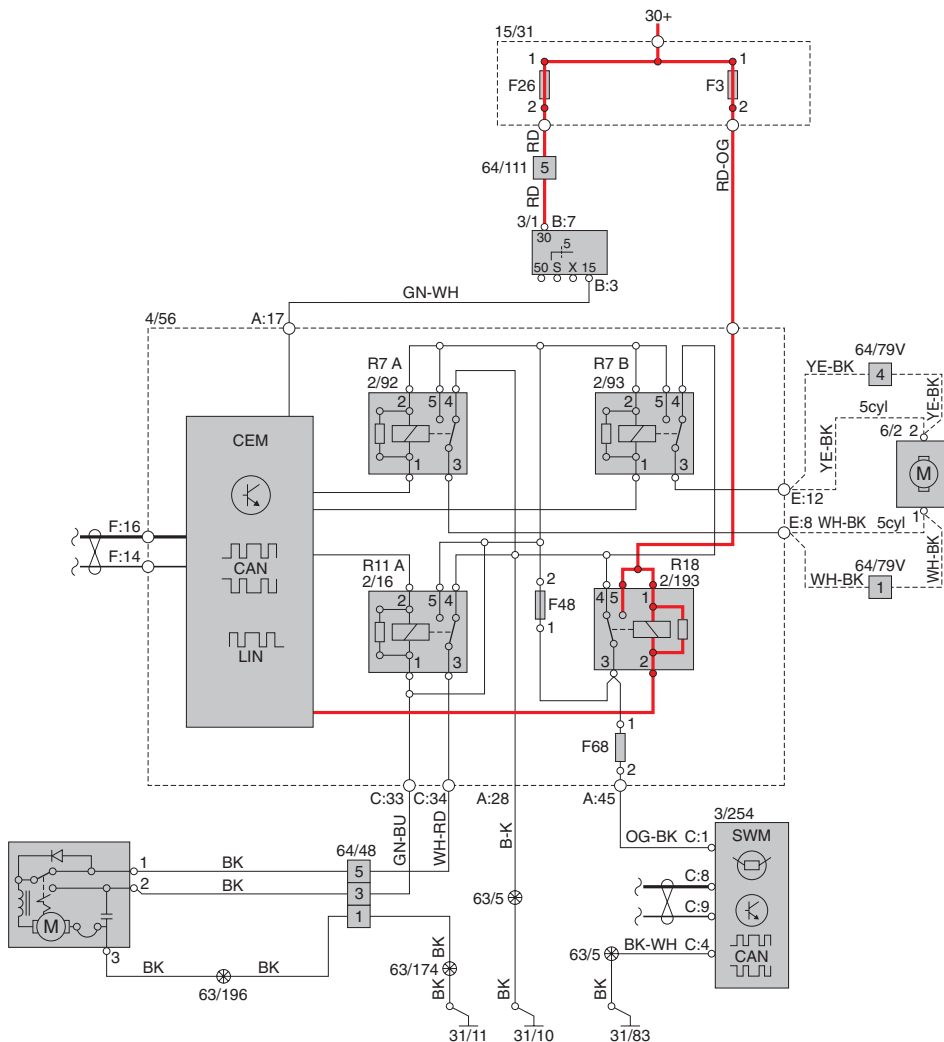


↑ Figura 10.25. Montaje del motor del limpiacristales trasero.



↑ Figura 10.26. Limpicristales trasero.

#### Esquema eléctrico de montaje



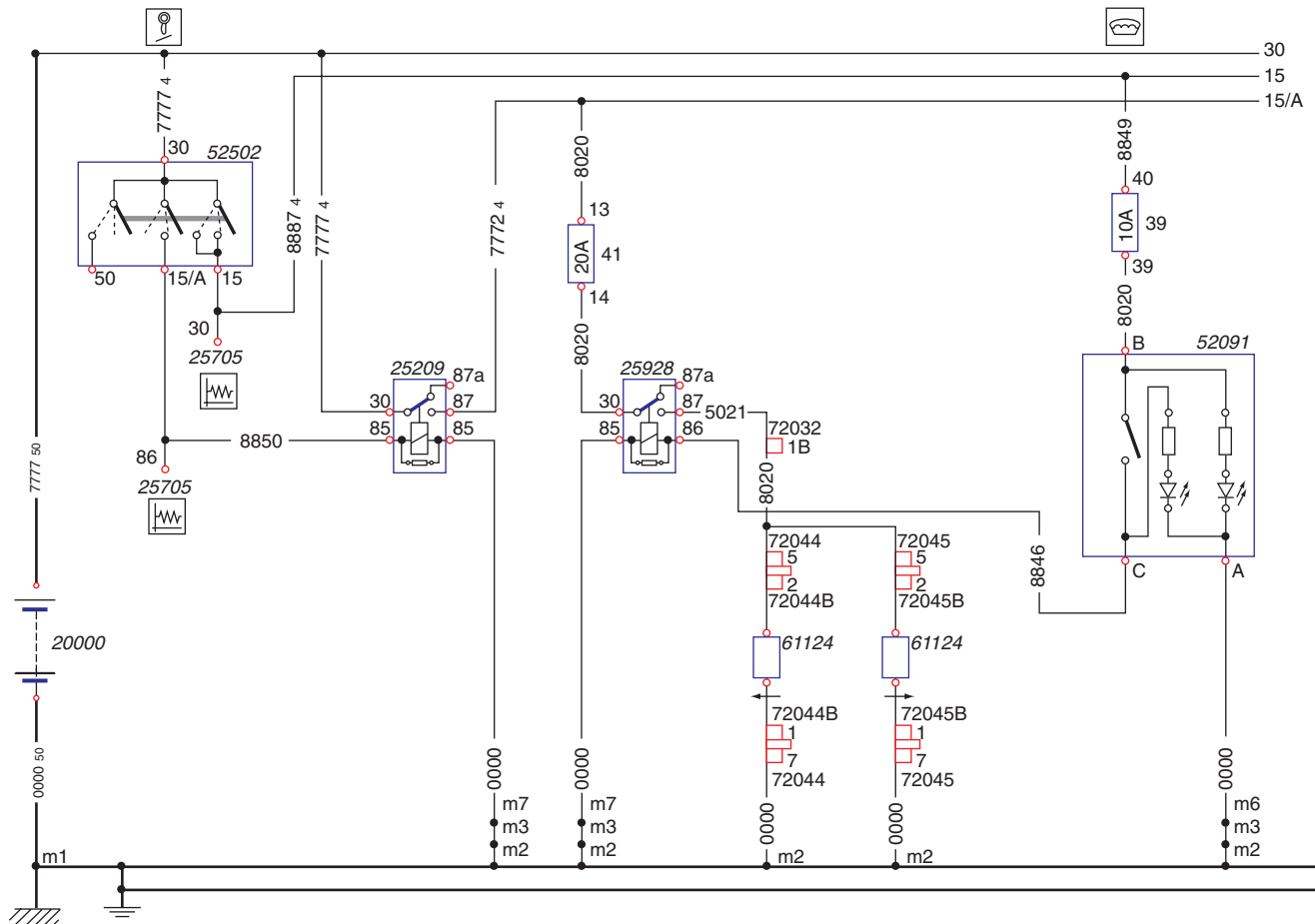
- 15/31. Centralita de compartimento del motor.
- 3/1. Llave de contacto.
- 4/56. Unidad electrónica central.
- 2/92. Relé motor lavacristales.
- 2/93. Relé motor lavacristales trasero.
- 2/16. Relé del limpiacristales trasero.
- 2/193. Relé funciones de confort.
- 6/32. Motor del limpiacristales trasero.
- 3/254. Unidad del volante.
- 6/2. Bomba del lavacristales.

↑ Figura 10.27. Esquema eléctrico del limpiacristales trasero de un vehículo Volvo C30.

## 4. Luneta térmica trasera

La luneta térmica trasera es la encargada de eliminar el vapor de agua que se condensa sobre el interior de la luna y el hielo o escarcha producido en el exterior de la luna en condiciones invernales.

El calentamiento de la luneta térmica se realiza por medio de unos hilos cerámicos conductores que forman una resistencia calefactora. Al recibir corriente eléctrica, la resistencia calienta el cristal de la luna y este se desempaña o se deshuela.



↑ **Figura 10.28.** Esquema eléctrico de la luneta térmica (fuente Iveco).



↑ **Figura 10.29.** Desempañado de la luneta trasera.

### saber más

El desempañado del parabrisas delantero lo realiza el sistema de ventilación del vehículo canalizando los chorros de aire sobre el mismo parabrisas.

### 4.1. Funcionamiento del circuito

El circuito dispone de dos relés (25209 y 25928), un interruptor con lámpara testigo (52091) y dos resistencias para la luneta (61124 y 61124). Además, el circuito está protegido por dos fusibles, el (41) de 20 amperios y el (39) de 10 amperios.

Las resistencias de la luneta se alimentan con tensión desde el relé (25928). Al cerrar el interruptor (52091) se alimenta el bobinado del relé por el borne 86 con positivo, mientras que por el borne 85 recibe masa. El relé (25928) se alimenta desde el relé (25209) que previamente debe estar cerrado.

Las elementos que componen el circuito se verifican de igual forma que los componentes de los circuitos anteriores. Se comprobará la continuidad y la tensión de alimentación en los bornes y los puntos de masa.

## 4.2. Luneta térmica controlada desde la unidad de control

La conexión y la desconexión de la luneta térmica y del testigo del pulsador son gobernados por la unidad de control de la red de abordo. Esta unidad de control integra un relé que se encarga de alimentar la luneta térmica, tomando corriente del positivo a través del fusible (véase figura 10.31).

### Conexión

La conexión de la luneta térmica solo es posible con la llave de contacto en posición de encendido. Esta función se realiza por el relé (25209) del circuito de la figura 10.28.

La activación se produce al recibir la unidad de control señal negativa del pulsador de la luneta térmica.

Tras la conexión de la luneta térmica, la unidad de control envía corriente positiva al testigo que se encuentra en el pulsador y este se ilumina.

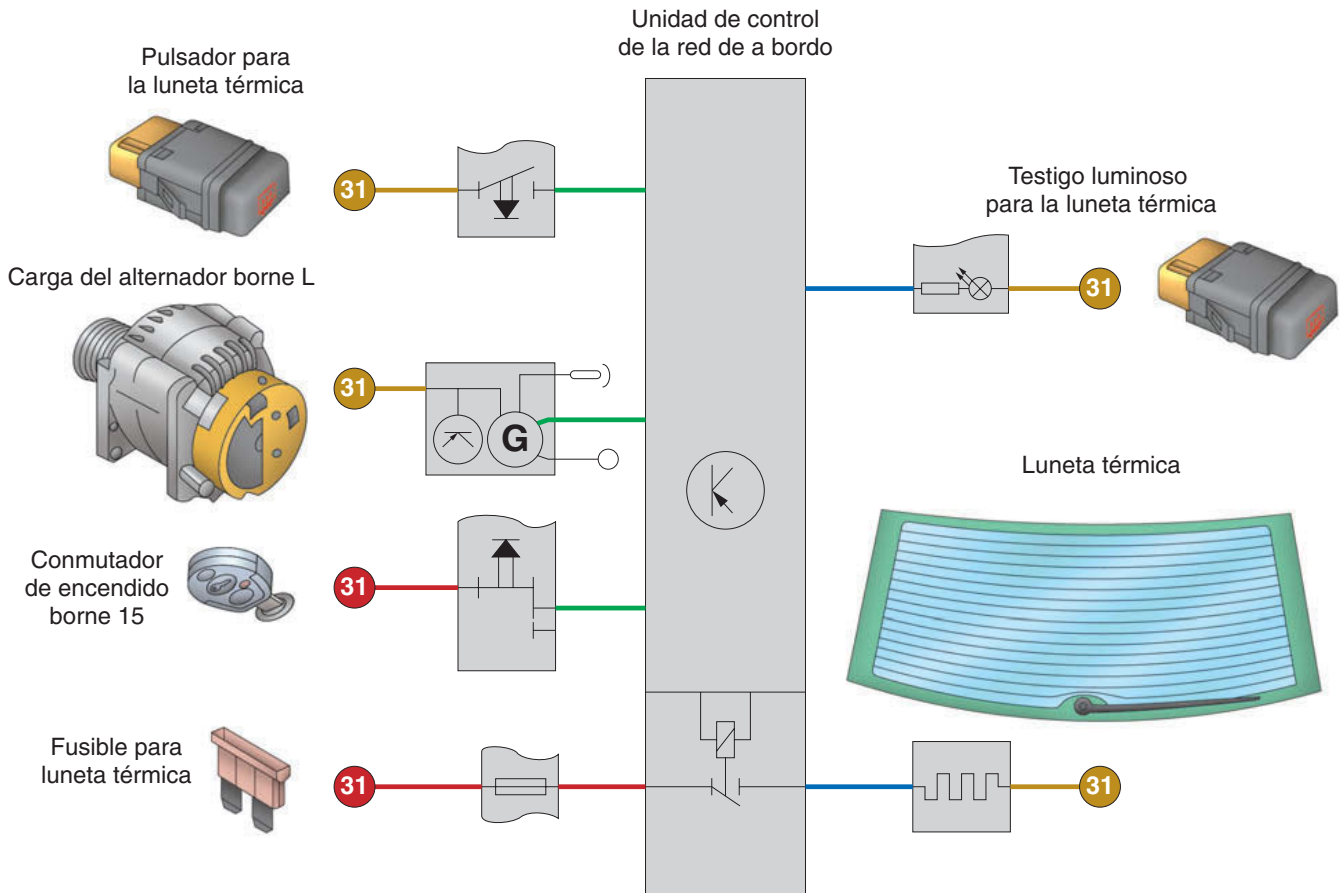
### Desconexión

La desconexión de la luneta térmica se realiza al recibir un impulso de negativo del pulsador o automáticamente a los 20 minutos de su conexión.

La función de control de la gestión de la carga eléctrica también puede realizar la desconexión. En este caso la unidad de control lo indicará mediante el parpadeo del testigo de la luneta térmica.



↑ **Figura 10.30.** Interruptor para la luneta térmica.



↑ **Figura 10.31.** Esquema de conexión de los elementos del circuito de la luneta térmica con módulo de control.

### 4.3. Reparación de la resistencia de una luneta térmica

Como hemos visto, el circuito eléctrico de la luneta térmica consiste en una resistencia calefactora en forma de hilo de material cerámico que se encuentra adherida a la luna y conectada entre dos polos, positivo y negativo, por la que circula corriente.

La cerámica pegada al cristal se calienta y transmite el calor hacia las zonas circundantes. La corriente de alimentación puede alcanzar los 20 amperios.

Con el paso del tiempo, debido a roces por limpieza o simplemente por descuidos, se va deteriorando esta resistencia pudiendo llegar incluso a su rotura. Cuando esto ocurre, se interrumpe el paso de corriente a través de ella y deja de funcionar.

La forma más fácil de verificar la resistencia de la luneta térmica es por medio de un polímetro, y con el contacto encendido, comprobando la resistencia entre los polos positivo y negativo (figura 10.34). El procedimiento de verificación del hilo se debe realizar desde la parte exterior hacia la interior hasta llegar a la zona deteriorada.

También se puede montar el multímetro mediante la función de medición de tensión en continua (DCV) y poner el terminal negativo (-) a masa, mientras que con la punta de pruebas positiva (+) se rastrean las pistas.

Si las pistas se hallan en buen estado, el valor de medida será de 12 voltios, cercano al borne positivo de alimentación e irá decreciendo a medida que se acerque la punta de pruebas a masa.

Si la pista se halla cortada en el lado de masa, el valor de la tensión será 0 voltios, si por el contrario, la medida se realiza en el lado de la pista conectada a positivo, y se halla cortada la masa, el valor de medida será de 12 voltios.

Cuando se ha identificado el lugar dañado, este se puede reparar con ayuda de una composición epoxídica conductora. El producto se deberá aplicar sustituyendo parte de la resistencia deteriorada y formando un hilo conductor que facilite el paso de corriente por la resistencia.



↑ **Figura 10.32.** Comprobación de la tensión con el interruptor desconectado.



↑ **Figura 10.33.** Comprobación de la tensión de alimentación con el interruptor conectado.

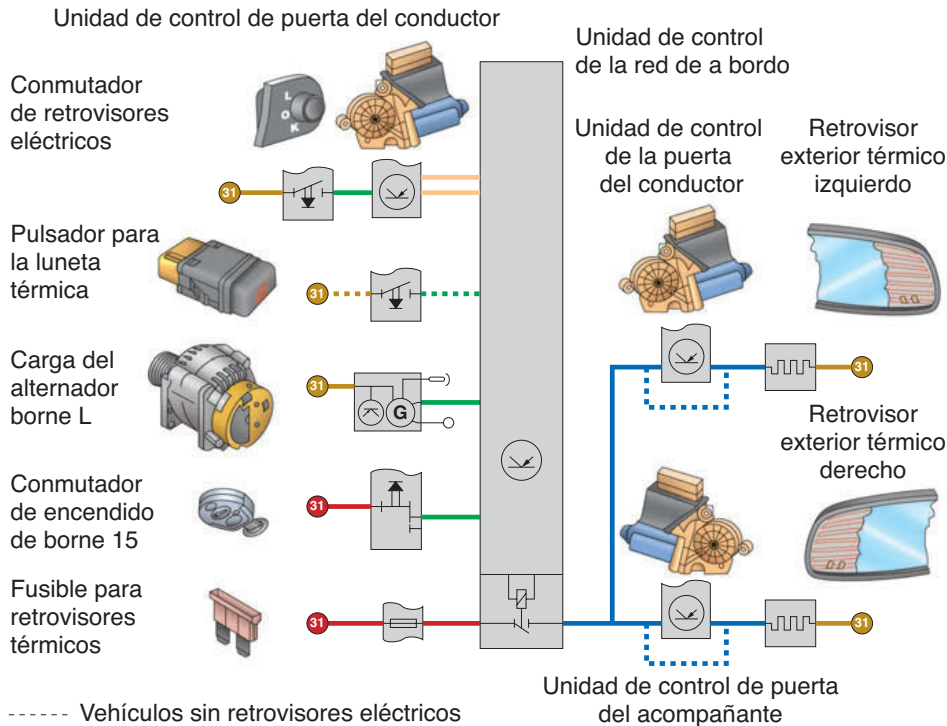


↑ **Figura 10.34.** Comprobación de la resistencia de la luneta térmica con el polímetro.

## 5. Retrovisores térmicos

Los vehículos que montan retrovisores térmicos generalmente disponen de una unidad de control para su funcionamiento.

En estos sistemas, la alimentación eléctrica de la unidad de red de a bordo para la calefacción de los retrovisores se realiza a través de un fusible.



↑ **Figura 10.36.** Esquema de conexión de los elementos del circuito de retrovisores térmicos, con módulo de control SEAT.



↑ **Figura 10.35.** Retrovisor térmico.

### 5.1. Conexión

El sistema de calefacción de los retrovisores se puede activar solo cuando la llave de contacto está en posición de encendido. La activación se realiza cuando la unidad de control recibe la señal de negativo de activación.

Si el vehículo dispone de retrovisores eléctricos, la señal proviene del conmutador para calefacción de los retrovisores y es volcada a la línea CAN por la unidad de control de puerta del conductor. La unidad de control de la red de a bordo envía una señal de positivo a las unidades de puerta y estas alimentan las resistencias de los retrovisores.

Si el vehículo no dispone de retrovisores eléctricos, el control de la calefacción se realiza por la señal del pulsador de la luneta térmica, y la unidad de control de la red de a bordo alimenta directamente las resistencias.

### 5.2. Desconexión

La desconexión de la calefacción de los retrovisores se produce al desactivar la luneta térmica o el conmutador de calefacción de los retrovisores eléctricos, o automáticamente tras superar 20 minutos de activación.

También se puede realizar la desconexión de los retrovisores térmicos por medio de la función de control de la gestión de la carga eléctrica.



## 6. Alumbrado interior

El alumbrado interior permite iluminar el interior del habitáculo del vehículo en condiciones de oscuridad. Para ello, el circuito dispone de varias lámparas distribuidas por el interior del habitáculo (techo, puertas, espejo retrovisor, etc.).



↑ **Figura 10.37.** Luz de cortesía de puerta.



↑ **Figura 10.38.** Luz de techo trasera.



↑ **Figura 10.40.** Luz interior del maletero.



↑ **Figura 10.39.** Plafón central de techo con interruptores de accionamiento manual.

Las lámparas son accionadas por medio de los interruptores automáticos de puerta o por medio de interruptores manuales acoplados en los plafones.

La corriente positiva que viene desde la batería pasa por la caja de fusibles con dirección al módulo temporizador para el alumbrado interior. El módulo alimenta con corriente positiva las bombillas. Mediante diferentes interruptores automáticos el circuito se cierra a masa e ilumina las lámparas en el momento preciso. El circuito a su vez dispone de interruptores manuales que cierran a masa y conectan individualmente los distintos plafones.

El sistema suele estar comandado por un sistema electrónico temporizador combinado con el sistema de cierre del vehículo el cual ralentiza el periodo de apagado. En otros casos, la temporalización se comanda mediante los interruptores de puerta que activan el circuito cuando se realiza la apertura de las mismas.



↑ **Figura 10.41.** Luz de cortesía apagada.



↑ **Figura 10.42.** Luz de cortesía encendida.

## 6.1. Alumbrado interior gestionado por una unidad de control electrónica conectada en red

La unidad de control de la red de a bordo gestiona totalmente la alimentación del alumbrado interior y parcialmente la iluminación de la guantera y del maletero.

### Activación

La unidad de control controla el panel central de iluminación. La activación se produce al recibir señal de negativo o masa de los interruptores de contacto de las puertas, o al extraer la llave de contacto.

La iluminación del plafón interior se activa al recibir por la red CAN confort el mensaje correspondiente a la acción de desbloqueo del conmutador de cerradura de la puerta del conductor o del mando a distancia.

Existe una última señal que activa la iluminación interior en caso de colisión. La señal es enviada por la unidad de control del airbag a través de la red CAN tracción. La iluminación no se desactiva hasta conectar y desconectar el encendido.

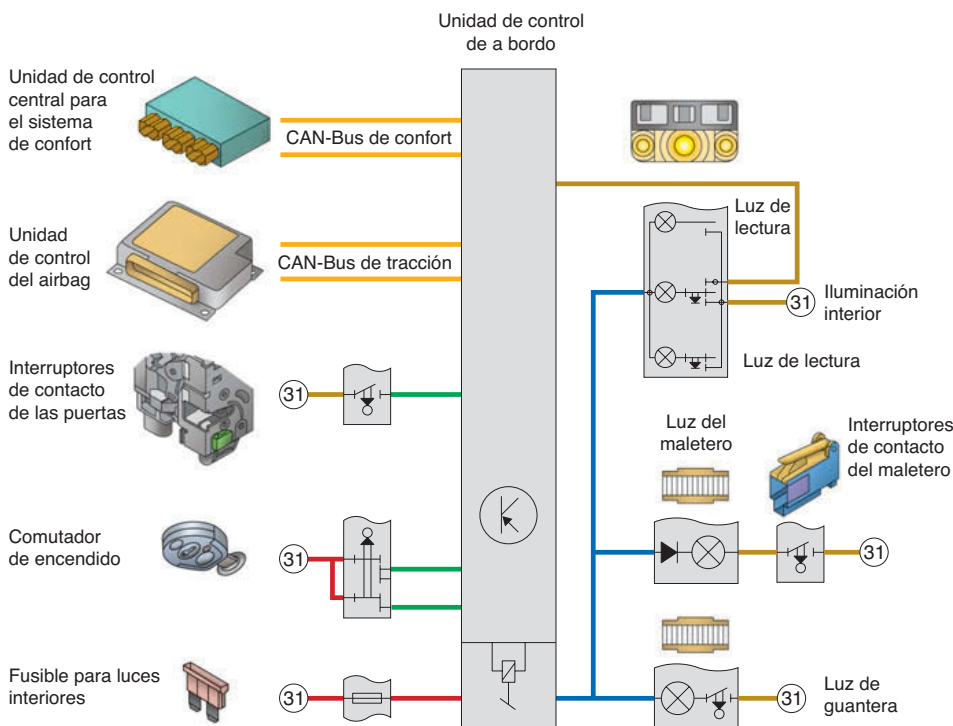
### Desactivación

El plafón central se desactiva si se produce con un retardo de 30 segundos tras la extracción de la llave del conmutador de encendido, el cierre de las puertas o el desbloqueo exterior de estas. El retardo se interrumpe al recibir la unidad de control la señal del borne 15 o la señal de bloqueo del conmutador de cerradura de la puerta del conductor o del mando a distancia.

Para realizar la protección de la batería el sistema incorpora la función de limitación del tiempo máximo de activación de la iluminación. La unidad de control interrumpe, al trascurrir 30 minutos, la alimentación de positivo de todos los puntos de luz si no detecta variación en las señales que provocan la activación.



↑ **Figura 10.43.** Comprobación del fusible de la luz de cortesía.



↑ **Figura 10.44.** Esquema de los componentes de la iluminación interior, SEAT.

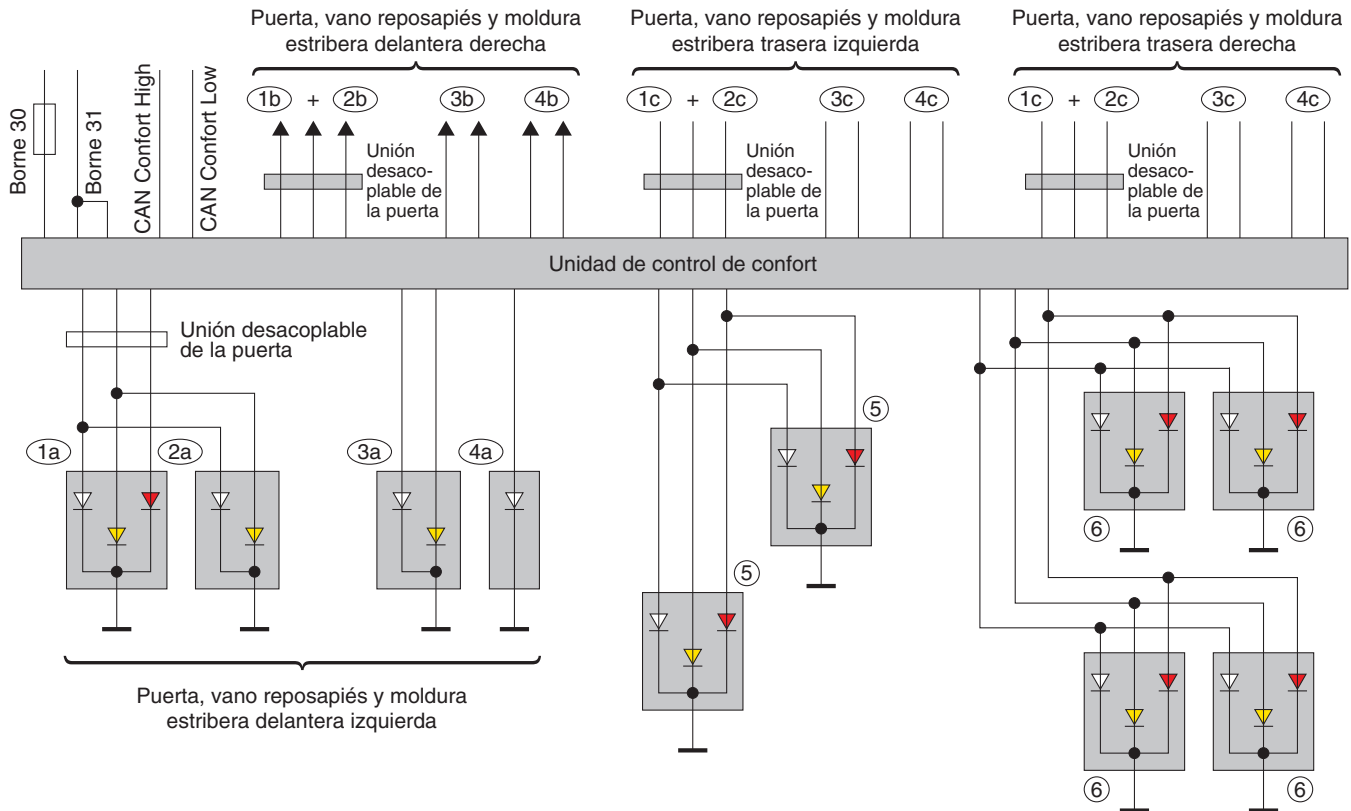


↑ **Figura 10.45.** Luz ambiente en el Audi A8.

## 6.2. Luz ambiente

Algunos vehículos actuales montan para la iluminación del habitáculo sistemas de luz ambiente. Este sistema está comandado a través de la red de abordo por unidades de control electrónicas que permiten configurar la iluminación interior y ofrecer diferentes tipos de alumbrado.

La luz ambiente es emitida por conductores ópticos compuestos por diodos luminosos de diferentes colores los cuales ofrecen la iluminación deseada. La claridad de iluminación se puede adaptar electrónicamente mediante la señal modulada en anchura de impulsos (señal PWM) que emite la unidad de control.



↑ **Figura 10.46.** Esquema de conexiones del módulo de luz ambiente.

- |    |  |   |
|----|--|---|
| ①a | Conductor óptico en la puerta                  | } Puerta, vano reposapiés y moldura estribera delantera izquierda |
| ②a | Iluminación bolsa de puerta                    |   |
| ③a | Lámpara de iluminación para el vano reposapiés |   |
| ④a | Iluminación de la moldura estribera            |   |
| ①b | Conductor óptico en la puerta                  | } Puerta, vano reposapiés y moldura estribera delantera derecha   |
| ②b | Iluminación bolsa de puerta                    |   |
| ③b | Lámpara de iluminación para el vano reposapiés |   |
| ④b | Iluminación de la moldura estribera            |   |
| ①c | Conductor óptico en la puerta                  | } Puerta, vano reposapiés y moldura estribera trasera izquierda   |
| ②c | Iluminación bolsa de puerta                    |   |
| ③c | Lámpara de iluminación para el vano reposapiés |   |
| ④c | Iluminación de la moldura estribera            |   |
| ①d | Conductor óptico en la puerta                  | } Puerta, vano reposapiés y moldura estribera trasera derecha     |
| ②d | Iluminación bolsa de puerta                    |   |
| ③d | Lámpara de iluminación para el vano reposapiés |   |
| ④d | Iluminación de la moldura estribera            |   |
| ⑤  | Alumbrado de la consola central trasera        |   |
| ⑥  | Alumbrado consola central delantera            |   |

### saber más

Los diodos luminosos se diagnostican estando encendida la iluminación ambiente.

## 7. Encendedor de cigarrillos

El encendedor de cigarrillos se monta en el salpicadero del vehículo o en la consola central del habitáculo al alcance del conductor. En algunos vehículos funciona directamente sin activar la llave de contacto y en otros tras la activación de la misma.

A través de la conexión del encendedor también se permite cargar baterías de accesorios como: PDA, teléfono móvil, aspiradora, etc.

El encendedor consiste en una resistencia bobinada en forma de espiral que al paso de la corriente eléctrica se pone incandescente (al rojo vivo). Esta resistencia es accionada por la propia pulsación del dispositivo encendedor hasta el fondo de su alojamiento, lo que establece el circuito eléctrico, y deja de calentarse mediante un dispositivo de expulsión del encendedor.

En el caso de que la resistencia del encendedor no se caliente se deben realizar las siguientes comprobaciones:

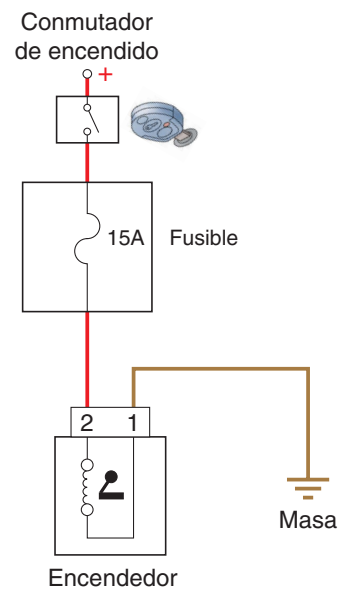
- Comprobar el estado del fusible. Por medio de una inspección visual en la caja de fusibles podemos comprobar su estado y en caso de estar fundido se sustituirá por uno nuevo.
- Comprobar la llegada de corriente a la base del encendedor. Esta prueba se realiza por medio de una lámpara en serie o con un polímetro.
  - Con la lámpara en serie, conectamos un terminal a masa y el otro terminal lo conectamos a la base del encendedor. Si funciona correctamente la lámpara en serie se debe iluminar.
  - Con el polímetro, en la función de medición de tensión, conectamos el polo negativo a masa y el positivo a la base del encendedor. El resultado debe ser aproximado a 12 voltios.

Si ninguno de los dos casos anteriores es correcto existe una avería en el cableado. Se verificará este y las conexiones del dispositivo.

- Si tras las dos comprobaciones anteriores, todo funciona correctamente, el problema es debido al mal estado de la resistencia eléctrica del encendedor. En este caso la mejor opción es sustituir el encendedor por uno nuevo.



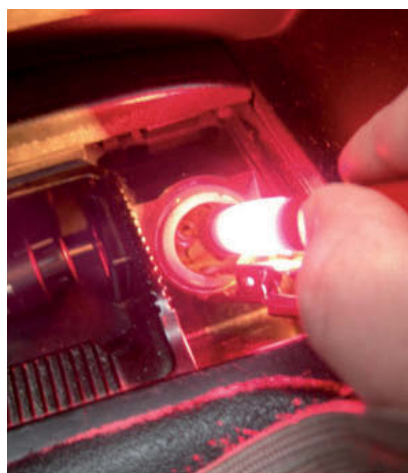
↑ **Figura 10.47.** Encendedor de cigarrillos.



↑ **Figura 10.48.** Esquema eléctrico del encendedor.



↑ **Figura 10.49.** Comprobación visual del fusible.



↑ **Figura 10.50.** Comprobación de la llegada de corriente al encendedor con la lámpara en serie.



↑ **Figura 10.51.** Comprobación de la tensión de alimentación.

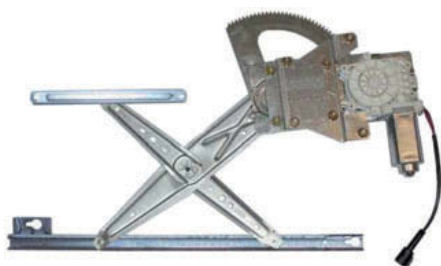
## 8. Elevelunas eléctrico

El mecanismo de elevelunas permite a los ocupantes de un vehículo subir y bajar las ventanillas. Este mecanismo puede tener un accionamiento mecánico, cuando se realiza por medio de una manivela, o eléctrico, cuando se realiza por medio de un pulsador que activa un motor eléctrico similar al del limpiaparabrisas.

### 8.1. Constitución y funcionamiento

Las ventanillas van montadas sobre guías en el interior del panel de puerta y se desplazan por medio de un mecanismo arrastrador. Este mecanismo puede ser de dos tipos: por engranaje articulado o por cable de tracción.

- **Engranaje articulado.** Este sistema dispone de un motor eléctrico con piñón de dientes rectos que en su giro desplaza un segmento dentado unido a un mecanismo articulado (véase figura 10.52).
- **Cable de tracción:** En este sistema, el mecanismo de elevación dispone de un motor eléctrico con tornillo sinfín unido a un engranaje de dientes rectos que hace girar el dispositivo de sujeción del cable de arrastre. El cable de arrastre es de acero y dispone de una camisa y un dispositivo tensor que lo mantiene tenso en el mecanismo (véase figura 10.53).



↑ **Figura 10.52.** Mecanismo de engranaje articulado.



↑ **Figura 10.53.** Mecanismo de cable de tracción.



↑ **Figura 10.54.** Conmutador para el elevelunas.



↑ **Figura 10.55.** Motor eléctrico con unidad de control integrada.

Para activar el motor eléctrico del elevelunas y así bajar y subir las ventanillas, se montan **conmutadores** que invierten las fases de corriente según necesidad. Estos se conectan por un lado al motor eléctrico y por el otro al relé de alimentación del circuito. Los conmutadores pueden disponer de un diodo LED para su iluminación.

El **motor eléctrico** es de constitución plana y dispone de un reductor que ofrece la fuerza necesaria para la elevación y descenso de la ventana.

El motor incorpora un dispositivo de protección contra sobrecargas que lo desactiva automáticamente si se produce una resistencia excesiva de cierre. Antiguamente este sistema estaba formado por un embrague mecánico poco fiable. En la actualidad se montan los siguientes sistemas:

- **Control por intensidad:** la unidad de control del elevelunas mide constantemente la intensidad que consume el motor. Si esta supera el valor de tarado por un atrapamiento, la unidad de control detiene el motor.
- **Control por giro del motor:** en este sistema, la unidad de control determina el funcionamiento del motor por medio de los cortes de intensidad o picos de tensión constante que se producen por el roce de las delgas en el giro del motor. La unidad reconoce cuando se para el motor ya que cesan los picos de tensión.

- **Control por posición de cristal:** por medio de unos microruptores o un conmutador rotativo, la unidad de control analiza la posición del cristal. La unidad determina si el motor se ha bloqueado por interceptar algo o por llegar al final de la carrera y lo para o retrocede en caso necesario.
- **Control por posición de motor:** en este sistema un sensor, generalmente hall, envía a la unidad de control una secuencia de señales que determinan la posición del motor y del cristal. En caso de bloqueo, la unidad determina que ha sido interceptado un objeto siempre que el número de vueltas le indique que esta en una zona intermedia.

El motor dispone de una clavija de conexión por donde la llega la corriente de los conmutadores.

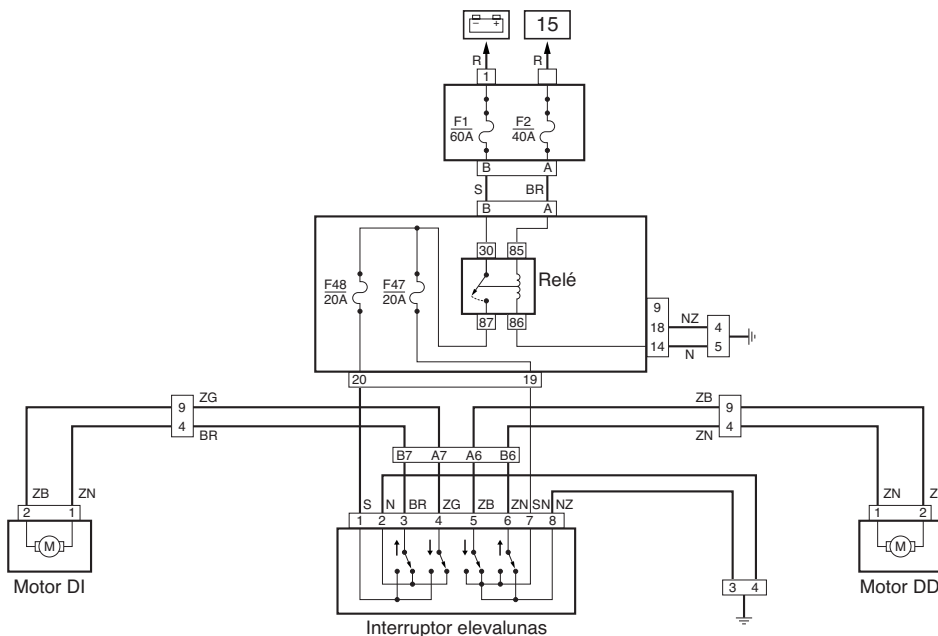


↑ **Figura 10.56.** Clavija de conexión de la unidad de control del elevallunas.

## 8.2. Esquema eléctrico

Un sistema sencillo de montaje es el que se muestra a continuación en el que el sistema de elevallunas no dispone de gestión electrónica. En este, los elevallunas son comandados directamente por los interruptores que reciben corriente desde el relé a través de los fusibles de 20 amperios (F46 y F47). Los interruptores conmutan el motor del elevallunas invirtiendo la fase para realizar la elevación o descenso de la ventana.

El sistema sólo puede ser accionado cuando el relé recibe corriente positiva desde la llave de contacto (+15).



← **Figura 10.57.** Esquema eléctrico de un sistema de elevallunas sin gestión electrónica para las puertas delanteras.

## 8.3. Elevallunas eléctrico gestionado electrónicamente

En los sistemas de elevallunas gestionados electrónicamente, el motor eléctrico dispone de una unidad de control que gestiona su funcionamiento. Esta unidad o módulo forma parte en la red eléctrica del vehículo con la que comparte información.

La gestión electrónica en el elevallunas eléctrico permite diagnosticar todas las funciones del sistema y modificar parámetros de funcionamiento. Las funciones principales que se permiten son: subida y bajada de ventanas, función antiapriamiento, apertura y cierre de confort, parada suave y protección térmica.

## 9. Cierre centralizado



↑ Figura 10.58. Bombín de cierre.



↑ Figura 10.59. Maneta interior de apertura de puerta.



↑ Figura 10.60. Actuador de puerta electroneumático.



↑ Figura 10.61. Actuador de puerta electromecánico.

El **sistema de cierre centralizado** permite bloquear o desbloquear simultáneamente todas las puertas y el portón trasero o la tapa del maletero de un vehículo desde un sólo punto. Puede hacerse mediante el cierre mecánico de una de las puertas delanteras con la llave, mediante el mecanismo de bloqueo de puerta interior o también se pueden efectuar mediante los pulsadores del mando a distancia.

En algunos vehículos, el cierre centralizado dispone de un sistema automático para el desbloqueo de las puertas que se activa tras sufrir un accidente. Este sistema puede estar gobernado por un sensor de impacto (formado por una bola de inercia sustentada magnéticamente) o aprovechar los sensores para el control del airbag y de los pretensores.

### 9.1. Actuadores

En los primeros sistemas de cierre centralizado, los actuadores eran electromagnéticos y estaban formados por dos bobinas eléctricas en las que se interponía un núcleo de ferrita que, al desplazarse debido a la corriente eléctrica, hacía que se moviera el varillaje de bloqueo de la cerradura.

En los sistemas electroneumáticos, una bomba de depresión o sobrepresión proporciona la presión necesaria para el accionamiento del actuador de cierre neumático. Esta bomba gira en ambos sentidos gracias al movimiento de un motor eléctrico.

En los sistemas más modernos, un pequeño motor eléctrico reversible es el que se encarga de accionar la varilla que abre y cierra la puerta.

### 9.2. Constitución y funcionamiento

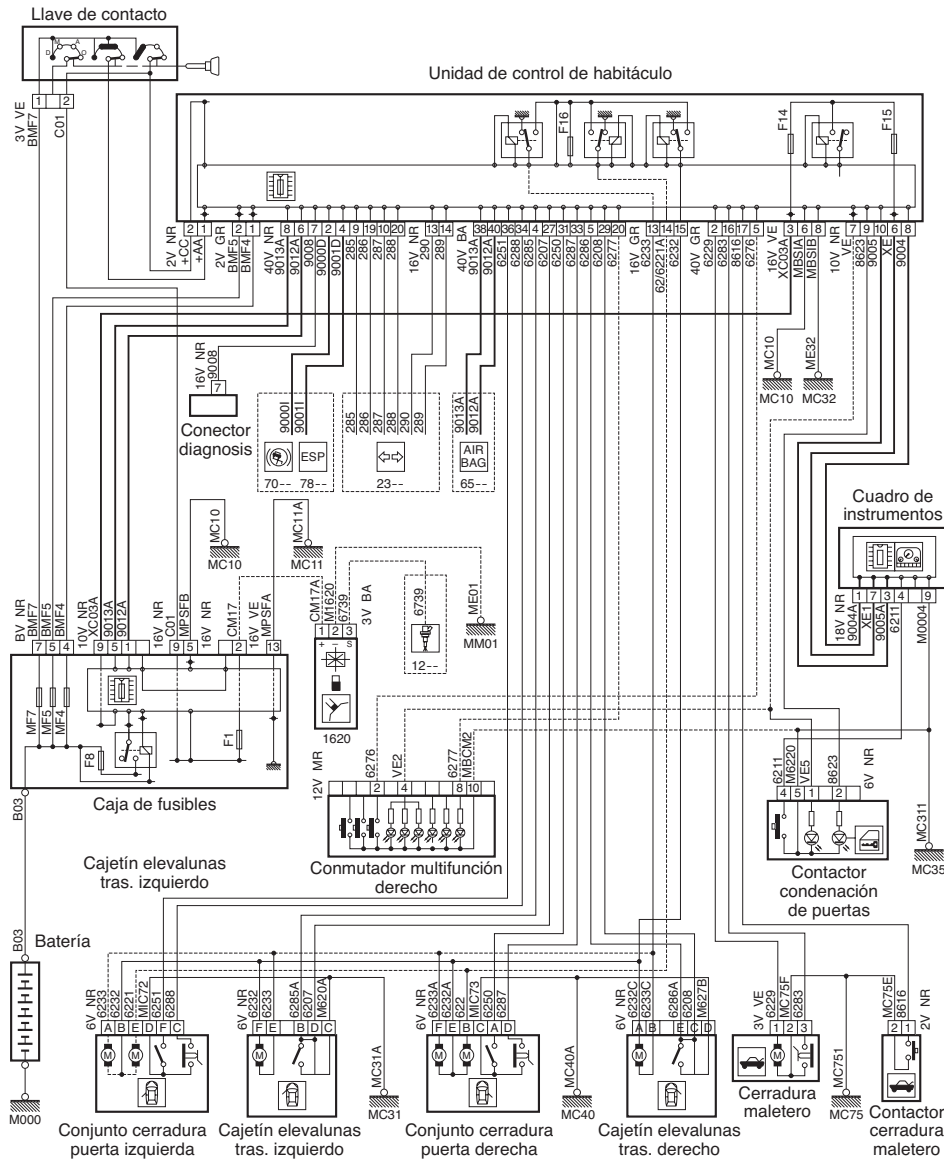
En el sistema de **cierre centralizado simple**, no se precisa de unidad de control o módulo para su funcionamiento. En este sistema, al cerrar el vehículo con la llave se accionan los contactos de las cerraduras, que a su vez activan los actuadores para llevar a cabo el bloqueo.

Los actuadores, electromagnéticos, electroneumáticos o electromecánicos, de las cerraduras, se encargan del bloqueo y desbloqueo mecánico de las puertas y el portón trasero o la tapa del maletero.

Cuando se acciona el actuador de la cerradura se desplaza la varilla de mando, y a través de la tirantería de bloqueo, que va conectada a esta, tiene lugar el bloqueo o el desbloqueo.

En el sistema de **cierre centralizado gestionado electrónicamente** la activación se realiza por medio de una unidad de control o módulo. La apertura y cierre de puertas se puede realizar por medio de la llave sobre el bombín, llevando la manecilla interior de la puerta a la posición de apertura, con los pulsadores de cierre del interior del vehículo o pulsando los botones del mando a distancia.

En el siguiente esquema podemos ver como la unidad de control del habitáculo gestiona los actuadores del cierre centralizado incorporados en el conjunto de cierre de puerta junto con el resto de componentes del sistema de confort.



↑ Figura 10.64. Esquema eléctrico del cierre centralizado de un Citroën C3.

### 9.3. Sistema de control remoto

El cierre centralizado se puede activar como hemos dicho a través de un mando a distancia. Para ello, el sistema dispone de los siguientes elementos:

- **Emisor.** Está ubicado en la llave o en el mando a distancia y es el encargado de enviar la señal de apertura y cierre.
- **Receptor.** Está ubicado en la unidad de control y es el encargado de recibir las señales del emisor.
- **Unidad de control.** Su misión es procesar y transformar la señal recibida por el receptor en un impulso eléctrico para la activación del relé de mando del sistema.

Los sistemas más empleados son: control remoto por infrarrojos, control remoto por radiofrecuencia y control de apertura por proximidad.



↑ Figura 10.62. Unidad de cerradura y cableado para el accionamiento manual.



↑ Figura 10.63. Unidad de mando para el cierre de puerta.

### saber más

En algunos sistemas de cierre centralizado se permite el cierre automático de seguridad.

Este tiene lugar si, tras desbloquear, transcurre un determinado tiempo sin abrir ninguna puerta o portón.



↑ Figura 10.65. Llave con sistema de control remoto.



## ACTIVIDADES FINALES

- 1. Tomando el esquema del circuito eléctrico del lavafaros de Iveco de la figura 10.16;
  - a) ¿Qué fusible alimenta el módulo temporizador (66010) directamente desde la línea 30?
  - b) ¿De cuántos amperios es el fusible que alimenta el módulo temporizador (66010) desde la línea 30 (66010)?
  - c) El módulo temporizador (66010) toma masa por el borne número...
- 2. En el esquema de la figura 10.28;
  - a) ¿Qué borne emplean los relés (25209) y (25928) para cerrar el bobinado de excitación masa?
  - b) ¿Qué tensión debe existir en los bornes 30 de los relés (25209) y (25928)?
- 3. Explica en qué medida afecta el limpiaparabrisas a la seguridad de la conducción.
- 4. Enumera los elementos que constituyen el circuito del limpiaparabrisas.
- 5. Explica la misión que realiza el motor del limpiaparabrisas.
- 6. ¿Por qué disponen de reductora los motores del limpiaparabrisas?
- 7. Explica las diferencias que existen entre un circuito limpiaparabrisas sin gestión electrónica y el controlado electrónicamente mediante unidades en red.
- 8. ¿Qué se evita con la función de bloqueo en los sistemas de limpiaparabrisas gestionados electrónicamente?
- 9. Explica los dos tipos de sistemas de lavafaros más empleados.
- 10. Indica la misión y el funcionamiento de la luneta térmica trasera.
- 11. Busca en un manual de taller el circuito eléctrico del limpiaparabrisas y:
  - Localiza la posición de cada elemento en el vehículo.
  - Haz un croquis del circuito eléctrico y mecánico.
  - Realiza la localización de averías eléctricas y comprueba la continuidad del circuito con un voltímetro.
- 12. Sustituye el motor de un limpiaparabrisas averiado por uno de repuesto.
- 13. Localiza en un vehículo los relés del circuito del limpiaparabrisas y del circuito de la luneta térmica y comprueba su funcionamiento.
- 14. Busca en un manual de taller el circuito eléctrico de la luneta térmica trasera.
  - Enumera los elementos que lo constituyen.
  - Localiza la posición de cada pieza en el vehículo.
  - Haz un croquis del circuito eléctrico y realiza la localización de averías eléctricas comprobando la continuidad del circuito con un voltímetro.
- 15. Sustituye un motor del lavafaros averiado por otro de recambio.
- 16. Realiza la reparación de la resistencia cortada de la luneta térmica de un vehículo.

# EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

Resuelve en tu cuaderno o bloc de notas

- 1. ¿Qué motor se emplea en los circuitos de los limpiaparabrisas?**
  - a) Un motor de combustión interna.
  - b) Un motor eléctrico de corriente alterna.
  - c) Un motor eléctrico de corriente continua.
  - d) Los limpiaparabrisas no emplean motores.
- 2. ¿Cuántas escobillas poseen los motores de los limpiaparabrisas de dos velocidades?**
  - a) Tres.
  - b) Dos, una para cada velocidad.
  - c) Cuatro, dos para cada velocidad.
  - d) Una sola, como todos los motores.
- 3. En el esquema eléctrico de la figura 10.28, ¿qué elemento aparece señalado con el número (64000)?**
  - a) La llave de contacto.
  - b) El relé de deshabilitación de cargas en el arranque.
  - c) El motor del lavafaros.
  - d) El motor de la bomba del lavacrystales.
- 4. En el relé (25209) del esquema de la figura 10.28, ¿qué borne recibe corriente directa de la batería?**
  - a) El borne 86.
  - b) El borne 85.
  - c) El borne 30.
  - d) El borne 87.
- 5. En el relé (25209) del esquema de la figura 10.28, ¿qué borne recibe corriente desde la llave de contacto?**
  - a) El borne 86.
  - b) El borne 85.
  - c) El borne 30.
  - d) El borne 87.
- 6. ¿Cómo se produce el calentamiento de la luneta térmica?**
  - a) Con el empleo de un calentador eléctrico.
  - b) Con unos hilos conductores que forman una resistencia.
  - c) Con unos hilos especiales.
  - d) Con el aire del circuito de la calefacción.
- 7. En el esquema eléctrico de la figura 10.28, ¿de cuántos amperios es el fusible que protege el relé que alimenta la luneta térmica?**
  - a) 30 A.
  - b) 10 A.
  - c) 40 A.
  - d) 20 A.
- 8. En el esquema eléctrico de la figura 10.28, ¿de cuántos amperios es el fusible que protege el interruptor y el bobinado del relé que alimenta la luneta térmica?**
  - a) 30 A.
  - b) 10 A.
  - c) 40 A.
  - d) 20 A.
- 9. ¿Qué unidad de medida se emplea para medir la resistencia eléctrica de la luneta térmica?**
  - a) Voltios.
  - b) Amperios.
  - c) Ohmios.
  - d) Vatios.
- 10. ¿Qué misión realiza la red CAN en los circuitos que disponen de ella?**
  - a) Alimentar con tensión los módulos de gestión.
  - b) Conectar los módulos a masa.
  - c) Conectar entre sí los módulos de gestión y transmitir la información entre ellos.
  - d) Conectar los captadores y los módulos de gestión.

# PRÁCTICA PROFESIONAL

## HERRAMIENTAS

- Polímetro

## MATERIAL

- Automóvil con luneta térmica

## Comprobación de la luneta térmica trasera

### OBJETIVOS

Comprobar que la resistencia eléctrica de la luneta térmica trasera es correcta.

### PRECAUCIONES

Regular el polímetro de acuerdo con la operación a realizar. Utilizar la unidad de medida adecuada, en este caso, en ohmios.

### DESARROLLO

Para comprobar la resistencia eléctrica se debe seguir el siguiente proceso:

1. Desconectar la clema de conexión de la luneta térmica.
2. Realizar la medición de la continuidad y de la resistencia en  $\Omega$  que tiene la luneta. Normalmente pueden suceder tres casos:
  - Que la medida de la continuidad sea infinita (sin continuidad), indica que la resistencia o conexiones están cortadas y no funciona.
  - Que la medida de la resistencia, en  $\Omega$ , sea la indicada por el fabricante, indica que la luneta térmica está correcta.
  - Que la medida de la resistencia, en  $\Omega$ , sea superior a la resistencia real, este dato indica que existen otras resistencias (normalmente se producen por malos contactos de las conexiones).



↑ **Figura 10.66.** Desconexión de la clema de la luneta térmica.



↑ **Figura 10.67.** Estado correcto de la bobina del relé.

## Reparación de una avería en el limpiacristales trasero de un vehículo

### OBJETIVOS

Comprobar el circuito eléctrico del limpiacristales trasero y analizar la causa de la avería.

### PRECAUCIONES

- Evitar realizar algún cortocircuito.
- Comprobar el esquema eléctrico antes de realizar ninguna operación.

### DESARROLLO

Para reparar la avería del limpiacristales trasero debemos realizar las siguientes operaciones:

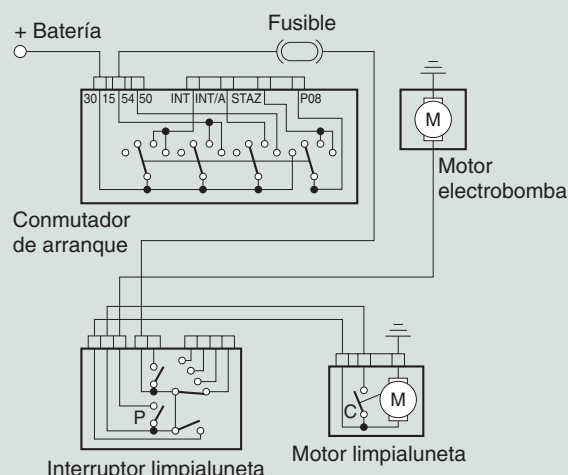
1. Comprobar el estado del fusible de alimentación. Esta operación se puede realizar mediante la comprobación visual del filamento del fusible o con ayuda de una lámpara en serie o polímetro (véase figura 10.69).
2. Si el fusible está en buenas condiciones, comprobar si llega alimentación de corriente al motor. Para ello encender el interruptor del limpiacristales trasero y verificar la tensión con el polímetro en la clema de conexión con el motor.
3. Si la alimentación es correcta y el motor del limpiacristales trasero sigue sin funcionar, se debe sustituir el motor por uno nuevo.
4. Si por el contrario no llega corriente al motor, comprobar el interruptor de mando y si este funciona correctamente, comprobar el cableado del circuito.

### HERRAMIENTAS

- Lámpara en serie
- Polímetro

### MATERIAL

- Vehículo con limpiacristales trasero



↑ Figura 10.68. Esquema eléctrico.



↑ Figura 10.69. Comprobación del fusible de alimentación.



↑ Figura 10.70. Comprobación de la tensión de alimentación del motor.

## MUNDO TÉCNICO

### Algunas preguntas y respuestas sobre el cierre centralizado

#### ¿Qué es el autobloqueo?

El autobloqueo o bloqueo por velocidad consiste en el bloqueo de todas las puertas y el maletero cuando el coche supera los 15 km/h.

Esta función tiene como finalidad garantizar la seguridad de los ocupantes evitando la entrada de intrusos cuando se detiene el vehículo, por ejemplo, en un semáforo. Se puede desactivar modificando los parámetros internos de funcionamiento de la unidad de control central de confort.

El autobloqueo produce el mismo efecto de bloqueo que cuando se acciona el pulsador interior del cierre centralizado, es decir, bloquea la apertura exterior de todas las puertas y la del capó sin conectar la alarma antirrobo.

#### ¿Qué es el rebloqueo?

El rebloqueo es una función del sistema de confort que consiste en el bloqueo automático del vehículo. Este bloqueo se produce 30 segundos después de haberlo desbloqueado con el mando a distancia si, en el transcurso de dicho tiempo, no se ha abierto ninguna puerta.

Si antes de activarse el rebloqueo la vigilancia del habitáculo estaba desconectada, cuando se produzca el rebloqueo también seguirá desconectada.

Esta función evita que el vehículo quede desbloqueado si se acciona involuntariamente la apertura del mando a distancia.

#### ¿Qué son la apertura y el cierre de confort?

La apertura y el cierre de confort permiten bajar o subir todas las ventanas mediante el giro de la llave en la cerradura de la puerta del conductor. La apertura de confort se efectúa girando la llave hacia la izquierda y manteniéndola en dicha posición. Mientras la llave permanezca girada a la izquierda, todas las ventanas se irán abriendo.

El cierre de confort se realiza de forma análoga, pero girando y manteniendo la llave hacia la derecha. El cierre de confort también cierra el techo eléctrico y las ventanas laterales posteriores en el caso de llevarlas.

#### ¿Por qué no funciona el mando a distancia?

El mando a distancia puede dejar de funcionar por desgaste de las pilas, por interferencias de otros dispositivos o porque se haya desincronizado.

El desgaste de las pilas va reduciendo progresivamente el alcance de funcionamiento del mando hasta que deja de funcionar.

Las interferencias en la señal de radiofrecuencia pueden provocar fallos esporádicos en el funcionamiento del mando.

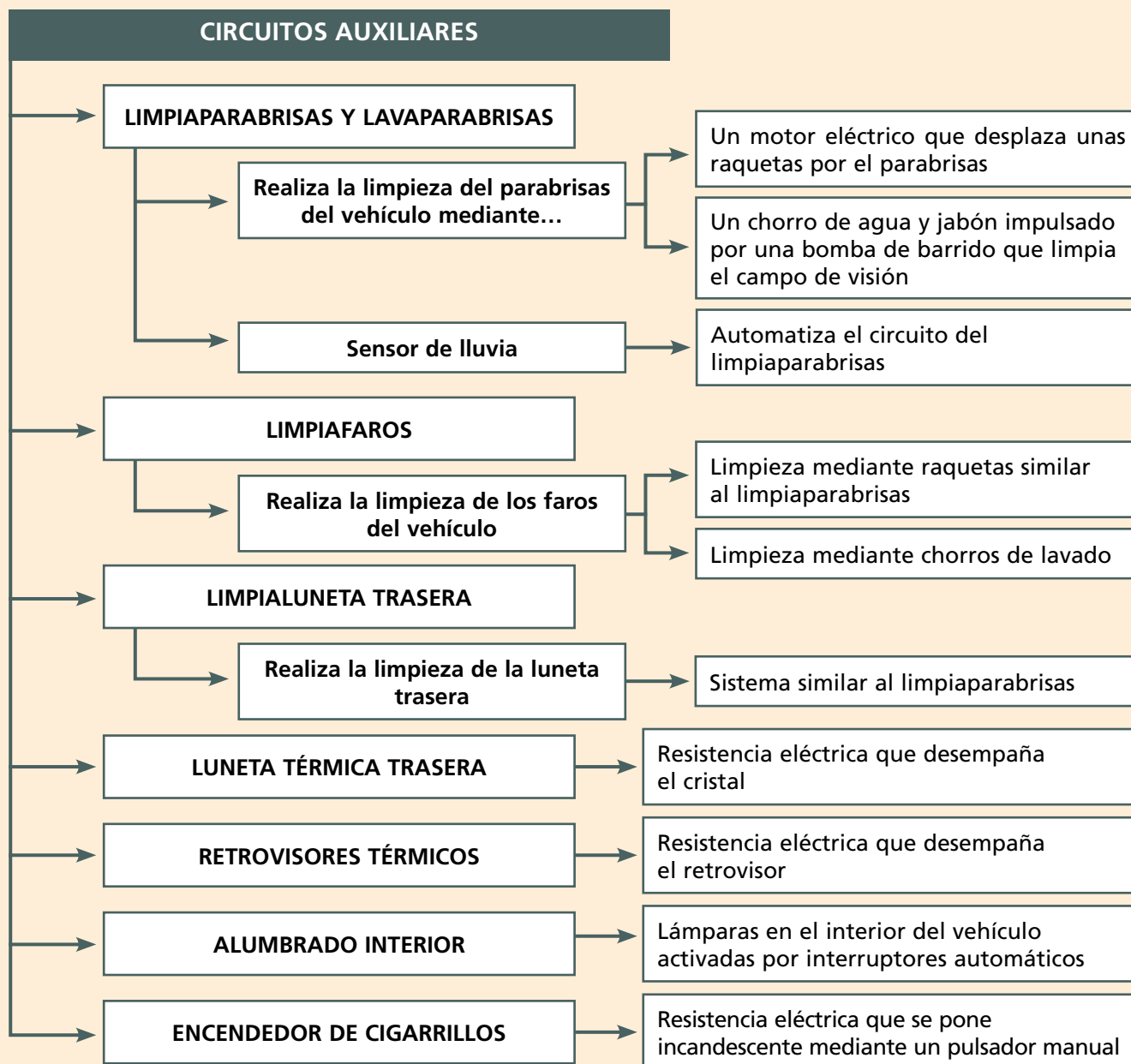
La desincronización del mando a distancia se puede producir si se ha accionado el mando repetidas veces fuera de su campo de acción.

Fuente: Extracto Respuestas técnicas del sistema de confort, SEAT S.A.



↑ **Figura 10.71.** Apertura del vehículo con mando a distancia.

## EN RESUMEN



### entra en internet

1. Busca en internet información sobre los sistemas limpiaparabrisas de dos motores. Puedes encontrar información en las siguientes direcciones:
  - <[www.autoprofesional.com](http://www.autoprofesional.com)>
  - <[www.bosch.es](http://www.bosch.es)>

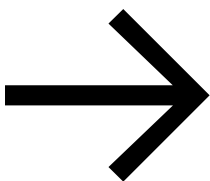


# SOLUCIONES

## EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

UNIDADES	RESPUESTAS CORRECTAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	c	d	a	b	c	a	b	a	c	c
2	b	d	b	a	b	b	c	d	a	a
3	b	b	c	c	a	b	a	a	d	c
4	d	a	c	d	c	d	c	d	b	a
5	c	b	c	d	b	a	b	c	a	d
6	d	a	c	b	c	d	a	b	c	d
7	a	b	c	d	d	c	a	b		
8	b	a	b	c	b	b	a	b	c	b
9	c	d	d	b	a	b	d	b	d	b
10	c	a	d	c	a	b	d	b	c	c





**Edición:** Javier Ablanque

**Diseño de cubierta:** Paso de Zebra

**Fotocomposición, maquetación**

**y realización de gráficos:** J.B. Estudio Gráfico y Editorial, S.L.

**Fotografías:** Audi, Bosch, Fiat, Ford, Hella, Lancia, Nissan, Renault, SEAT, Robert-Bosch GmbH, autores y archivo Editex

**Dibujos:** J.B. Estudio Gráfico y Editorial, S.L.

**Preimpresión:** José Ciria

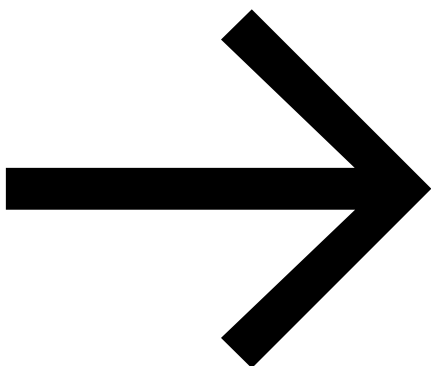
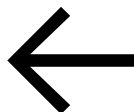
**Producción editorial:** Francisco Antón

**Dirección de producción:** Santiago Agudo

**Dirección editorial:** Carlos Rodríguez

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a: Amadeo Villar y Jose Antonio Romero de Turismos Villar (Volkswagen-Audi), Aitor Berges, David, Agustín y Vicente del Rincón de Euromaster, Centro de capacitación Ford España S.A, IES Pedro Mercedes (Cuenca), IES Jorge Manrique (Motilla del palancar – Cuenca), Noel de Julián, Miguel Garrote, Talleres Villa Lain, Daniel Santirso, Autos Marcos (Peugeot).

**Editorial Editex, S. A.** ha puesto todos los medios a su alcance para reconocer en citas y referencias los eventuales derechos de terceros y cumplir todos los requisitos establecidos por la Ley de Propiedad Intelectual. Por las posibles omisiones o errores, se excusa anticipadamente y está dispuesta a introducir las correcciones precisas en posteriores ediciones o reimpressiones de esta obra.



El presente material didáctico ha sido creado por iniciativa y bajo la coordinación de **Editorial Editex, S. A.**, conforme a su propio proyecto editorial.

© Esteban José Domínguez Soriano  
Julián Ferrer Ruiz

© **Editorial Editex, S. A.**

Vía Dos Castillas, 33. C.E. Ática 7, edificio 3, planta 3ª, oficina B  
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)

ISBN papel: 978-84-9003-287-9

ISBN eBook: 978-84-9003-390-6

ISBN LED: 978-84-9003-389-0

Depósito Legal: M-8549-2012

Imprime: Orymu

Ruiz de Alda, 1-3. Polígono Industrial La Estación  
28320 Pinto. Madrid

Impreso en España - Printed in Spain

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Licenciado a Instituto Superior Tecnoecuatoriano - [paulmerino@hotmail.com](mailto:paulmerino@hotmail.com)

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.