



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR JAPÓN

GUÍA
METODOLÓGICA
DE
ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ

COMPILADO POR:

MAGÍSTER GABRIEL CÓRDOVA
MECÁNICA AUTOMOTRIZ 2019

AMOR AL CONOCIMIENTO



1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la Asignatura: ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ		Componentes del Aprendizaje	PROFESIONAL	
Resultado del Aprendizaje: COMPETENCIAS Y OBJETIVOS				
<p>1. Fundamentar a través del estudio teórico – práctico los procesos de operación eléctricos para que el estudiante reconozca los principios básicos de electricidad, así como el uso de las herramientas de medición para un correcto diagnóstico de averías eléctricas en el sistema eléctrico automotriz.</p> <p>2. Conocer los principios fundamentales de la electricidad.</p> <p>3. Utilizar adecuadamente los diferentes instrumentos de medición en la comprobación de componentes eléctricos y electrónicos en el automóvil. Relacionar las tres magnitudes fundamentales de la electricidad voltaje, intensidad y resistencia en la construcción de circuitos electrónicos básicos. Identificar los principios fundamentales del electromagnetismo y sus aplicaciones tecnológicas dentro del campo automotriz</p>				
Docente de Implementación: ING. GABRIEL CÓRDOVA, MG				
			Duración: 25 horas	
Unidades	Competencia	Resultados de Aprendizaje	Actividades	Tiempo de Ejecución
UNIDAD 1 1.1. INTRODUCCIÓN A LA ELECTRICIDAD 1.1.1. EL ÁTOMO. 1.1.2. ESTADOS DE LA MATERIA. 1.1.3. CONDUCTORES, AISLANTES, SEMICONDUCTORES. 1.1.4. TENSIÓN ELÉCTRICA. 1.1.5. CORRIENTE. 1.1.6. RESISTENCIA. 1.1.7. LEY DE OHM. 1.1.8. POTENCIA. 1.1.9. CANTIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA. 1.1.10. MAGNITUDES ELÉCTRICAS.	Comprender la terminología y simbología empleada en electrónica.	Cognitivo: define el origen de la electricidad. Procedimental: Realiza transformaciones de magnitudes eléctricas. Actitudinal: Adquiere hábitos de seguridad en el manejo de circuitos eléctricos	Exposiciones. Tareas y trabajo en clase. Informes de práctica.	6 horas.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

<p>UNIDAD 2 2.1. EQUIPO DE MEDICIÓN 2.1.1. Óhmetro. 2.1.2. Voltímetro. 2.1.3. Amperímetro. 2.1.4. Pinza am perimétrica. 2.1.5. Probador de baterías. 2.1.6. Osciloscopio</p>	<p>Conocer los elementos básicos de un circuito como transistores, circuitos integrados, tipos de interruptores.</p>	<p>Cognitivo: Identifica las funciones de los equipos de medición eléctrica. Procedimental: Realiza mediciones en circuitos eléctricos. Actitudinal: Respeto los protocolos de seguridad para realizar mediciones eléctricas.</p>	<p>Exposiciones. Tareas y trabajo en clase. Informes de práctica.</p>	<p>6 horas.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	------------------------



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
 GUIA DE APRENDIZAJE

<p>UNIDAD 3 3.1. TEORÍA DE CIRCUITOS. 3.1.1. Circuito serie. 3.1.2. Circuito paralelo. 3.1.3. Circuito mixto. 3.1.4. Relación voltaje, intensidad, resistencia. 3.1.5. Cálculo de circuitos.</p>	<p>Conocer el funcionamiento de los diferentes componentes electrónicos empleados en los circuitos, a través de exposición directa, trabajo en equipo, prácticas de laboratorio, y simulaciones.</p>	<p>cognitivo: Resuelve mediante cálculos ejercicios de circuitos eléctricos. procedimental: Realiza mediciones y comprobaciones para la puesta a punto de los sistemas de encendido eléctrico y electrónico. Actitudinal: Acepta las normativas internacionales para la interpretación de planos eléctricos</p>	<p>Exposiciones. Tareas y trabajo en clase. Informes de práctica.</p>	<p>6 horas.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------	------------------------



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
 GUIA DE APRENDIZAJE

UNIDAD 4 4.1 ELECTROMAGNETISMO 4.1.1. Imanes. 4.1.2. Campo magnético ley de campos magnéticos, ley de Lenz. 4.1.3. Transformadores. 4.1.4. Generadores de corriente alterna. 4.1.5. Generadores de corriente directa. 4.1.6. Motores de corriente alterna. 4.1.7. Motores de corriente directa	Aprender sobre los conceptos y aplicaciones fundamentales del magnetismo y electromagnetismo	Cognitivo: Define los conceptos de magnetismo y electromagnetismo. Procedimental: Realiza circuitos con componentes electromagnéticos. Actitudinal: Emite juicios críticos como afecta el electromagnetismo al medio ambiente	Exposiciones. Tareas y trabajo en clase. Informes de práctica.	7 horas
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	----------------

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RELACIONADOS

Co-requisitos

S/N

3. UNIDADES TEÓRICAS

3.1. ELECTRÓNICA BÁSICA

3.1.1. DEFINICIÓN DE ELECTRÓNICA

La electrónica es el campo de la física que se refiere al diseño y aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción o almacenamiento de información.

Esta información puede consistir en voz o música como en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión, o en datos como una computadora.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN

GUIA DE APRENDIZAJE

La electrónica como tal tiene una gran variedad de aplicaciones para la vida del hombre, como por ejemplo: las telecomunicaciones, la computación, la medicina, la mecánica entre otras.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

1.3 LA RESISTENCIA O RESISTOR

Se denomina resistor al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia electrónica determinada entre dos puntos de un circuito. En el propio argot eléctrico y electrónico, son conocidos simplemente como resistencias. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., los resistores se emplean para producir calor aprovechando el efecto joule.

El resistor es un material formado por carbón y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa. Se opone al paso de la corriente. La corriente máxima en un resistor viene condicionado por la máxima potencia que puede disipar su cuerpo. Esta potencia se puede identificar visualmente a partir del diámetro sin que sea necesaria otra indicación. Los valores más comunes son $0,25 \text{ W}$, $0,5 \text{ W}$ y 1 W .

Existen resistencias de valor variable, que reciben el nombre de potenciómetro.

➤ **Comportamiento en un circuito**

Los resistores se utilizan en los circuitos para limitar el valor de la corriente o para fijar el valor de la tensión.

Sistemas de Codificación

1.4 CÓDIGO DE COLORES

Para caracterizar un resistor hacen falta tres valores: resistencia eléctrica, disipación máxima y precisión o tolerancia. Estos valores se indican normalmente en el encapsulado dependiendo del tipo de éste; para el tipo de encapsulado axial, el que se observa en las fotografías, dichos valores van rotulados con un código de franjas de colores.

Estos valores se indican con un conjunto de rayas de colores sobre el cuerpo del elemento. Son tres, cuatro o cinco rayas; dejando la raya de tolerancia (normalmente plateada o dorada) a la derecha, se leen de izquierda a derecha. La última raya indica la tolerancia (precisión). De las



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

restantes, la última es el multiplicador y las otras indican las cifras significativas del valor de la resistencia.

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo las cifras como un número de una, dos o tres cifras; se multiplica por el multiplicador y se obtiene el resultado en ohmios. El coeficiente de temperatura únicamente se aplica en resistencias de alta precisión o tolerancia menor del 1%).



Figura 2: Diferentes resistencias todas ellas de empaquetado tipo axial.

➤ Como leer el valor de una resistencia

En una resistencia tenemos generalmente 4 (Cuatro) líneas de colores, aunque podemos encontrar algunas que contenga 5 líneas (4 de colores y 1 que indica tolerancia) vamos a tomar la más general las de 4 líneas, las primeras 3 y dejamos aparte la tolerancia que es plateada o dorada

- La primera línea representa el dígito de las decenas.
- La segunda línea representa el dígito de las unidades.
- El número así formado se multiplica por la potencia de 10 expresada por la tercera línea (multiplicador).

Por ejemplo:

Tenemos una resistencia con los colores verde, amarillo, rojo y dorado.

- Registramos el valor de la primera línea (verde): 5
- Registramos el valor de la segunda línea (amarillo): 4
- Registramos el valor de la tercera línea (rojo): X 100
- Unimos los valores de las primeras dos líneas y multiplicamos por el valor de la tercera

$54 \times 100 = 5400\Omega$ o $5,4 \text{ k}\Omega$ y este es el valor de la resistencia expresada en Ohmios

Ejemplos

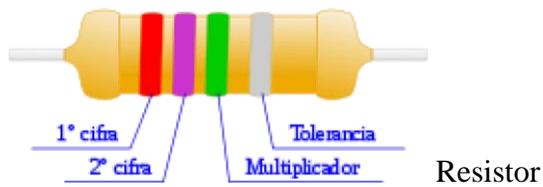


Figura 3: Resistencia de valor 2.700.000 Ω y tolerancia de $\pm 10\%$.

Ejemplo 2

1ª cifra: rojo (2)

2ª cifra: violeta (7)

Multiplicador: verde (100000)

Tolerancia: plateado ($\pm 10\%$)



1.5 CONDENSADORES O CAPACITORES FIJOS

En electricidad y electrónica, un condensador (del latín "condensare") es un dispositivo que almacena energía eléctrica, es un componente pasivo.

Estos capacitores tienen una capacidad fija determinada por el fabricante y su valor no se puede modificar. Sus características dependen principalmente del tipo de dieléctrico utilizado, de tal forma que los nombres de los diversos tipos se corresponden con los nombres del dieléctrico usado.

De esta forma podemos distinguir los siguientes tipos:

Cerámicos.

Plástico.

Mica.

Electrolíticos.

De doble capa eléctrica.

➤ **Capacitores cerámicos**



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

El dieléctrico utilizado por estos capacitores es la cerámica, siendo el material más utilizado el dióxido de titanio. Este material confiere al condensador grandes inestabilidades por lo que en base al material se pueden diferenciar dos grupos:

Grupo I: caracterizados por una alta estabilidad, con un coeficiente de temperatura bien definido y casi constante

Grupo II: su coeficiente de temperatura no está prácticamente definido y además de presentar características no lineales, su capacidad varía considerablemente con la temperatura, la tensión y el tiempo de funcionamiento. Se caracterizan por su elevada permisividad.

Las altas constantes dieléctricas características de las cerámicas permiten amplias posibilidades de diseño mecánico y eléctrico

➤ **Capacitores de plástico**

Estos capacitores se caracterizan por las altas resistencias de aislamiento y elevadas temperaturas de funcionamiento.

Según el proceso de fabricación podemos diferenciar entre los de tipo k y tipo MK, que se distinguen por el material de sus armaduras (metal en el primer caso y metal vaporizado en el segundo).

Según el dieléctrico usado se pueden distinguir estos tipos comerciales:

KS: styroflex, constituidos por láminas de metal y polietileno como dieléctrico.

KP: formados por láminas de metal y dieléctrico de polipropileno.

MKP: dieléctrico de polipropileno y armaduras de metal vaporizado.

MKY: dieléctrico de polipropileno de gran calidad y láminas de metal vaporizado.

MKT: láminas de metal vaporizado y dieléctrico de terafalato de polietileno (poliéster).

MKC: marfil, metal vaporizado para las armaduras y policarbonato para el dieléctrico.

A nivel orientativo estas pueden ser las características típicas de los capacitores de plástico.

➤ **Capacitores de mica**



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

El dieléctrico utilizado en este tipo de capacitores es la mica o silicato de aluminio y potasio y se caracterizan por bajas pérdidas, ancho rango de frecuencias y alta estabilidad con la temperatura y el tiempo.

Capacitores electrolíticos

En estos capacitores una de las armaduras es de metal mientras que la otra está constituida por un conductor iónico o electrolito. Presentan unos altos valores capacitivos en relación al tamaño y en la mayoría de los casos aparecen polarizados.

Podemos distinguir dos tipos:

Electrolíticos de aluminio: la armadura metálica es de aluminio y el electrolito de tetra borato armónico.

Electrolíticos de tántalo: el dieléctrico está constituido por óxido de tántalo y nos encontramos con mayores valores capacitivos que los anteriores para un mismo tamaño. Por otra parte las tensiones nominales que soportan son menores que los de aluminio y su coste es algo más elevado.

➤ **Capacitores de doble capa eléctrica**

Estos capacitores también se conocen como super capacitores o CAEV debido a la gran capacidad que tienen por unidad de volumen. Se diferencian de los capacitores convencionales en que no usan dieléctrico por lo que son muy delgados. Las características eléctricas más significativas desde el punto de su aplicación como fuente acumulada de energía son: altos valores capacitivos para reducidos tamaños, corriente de fugas muy baja, alta resistencia serie, y pequeños valores de tensión.

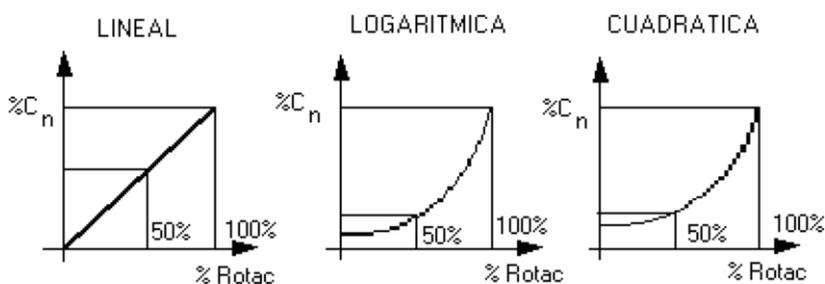
➤ **Capacitores Variables**

Estos capacitores presentan una capacidad que podemos variar entre ciertos límites. Igual que pasa con las resistencias podemos distinguir entre capacitores variables, su aplicación conlleva la variación con cierta frecuencia (por ejemplo sintonizadores); y capacitores ajustables o trómeras, que normalmente son ajustados una sola vez (aplicaciones de reparación y puesta a punto).

La variación de la capacidad se lleva a cabo mediante el desplazamiento mecánico entre las placas enfrentadas. La relación con que varían su capacidad respecto al ángulo de rotación viene



determinada por la forma constructiva de las placas enfrentadas, obedeciendo a distintas leyes de variación, entre las que destacan la lineal, logarítmica y cuadrática corregida.



➤ Identificación de Capacitores

Vamos a disponer de un código de colores, cuya lectura varía según el tipo de condensador, y un código de marcas, particularizado en los mismos. Primero determinaremos el tipo de condensador (fijo o variable) y el tipo concreto dentro de estos.

Las principales características que nos vamos a encontrar en los capacitores van a ser la capacidad nominal, tolerancia, tensión y coeficiente de temperatura, aunque dependiendo de cada tipo traerán unas características u otras.

En cuanto a las letras para la tolerancia y la correspondencia número-color del código de colores, son lo mismo que para resistencias. Debemos destacar que la fuente más fiable a la hora de la identificación son las características que nos proporciona el fabricante.

Capacitores cerámicos tipo disco, grupo 1



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
 GUIA DE APRENDIZAJE

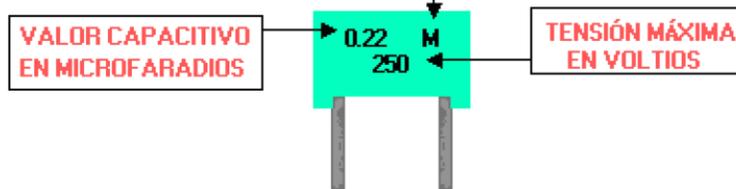
VALOR CAPACITIVO EN PICOFARADIOS (pF)											
Primer color 1ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)	
Segundo color 2ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)	
Tercer color 3ª Cifra	Negro (1)	Marrón (10)	Rojo (100)	Naranja (1000)	Amarillo (10000)	Verde (100000)	Azul —	Violeta (0,001)	Gris (0,01)	Blanco (0,1)	

COEFICIENTE DE TEMPERATURA p.p.m. °C											
Color	Rojo + Violeta (Oro)	Gris oscuro	Negro	Marrón	Rojo oscuro	Rojo claro	Naranja	Verde oscuro	Azul claro	Violeta	Azul oscuro
Coefficiente (x 10⁻⁶)	+100	+33	0	-33	-47	-75	-220	-330	-475	-750	-1500

TOLERANCIA											
C < 10 pF (+/- pF)	Negro (2)	Marrón (0,01)	—	—	—	Verde (0,1)	—	—	Gris (0,25)	Blanco (1)	
C >= 10 pF (+/- %)	Negro (20)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	—	Verde (5)	—	—	—	Blanco (10)	

1.6 CÓDIGO DE MARCAS

TOLERANCIA													
Letra	B	C	D	F	G	H	J	K	M	P	R	S	Z
C < 10 pF (+/- pF)	0,1	0,25	0,5	1	2								
C >= 10 pF (+/- %)			0,5	1	2	2,5	5	10	20	-0 +100	-20 +30	-20 +50	-20 +80



➤ **Capacitores electrolíticos**

Estos capacitores siempre indican la capacidad en microfaradios y la máxima tensión de trabajo en voltios. Dependiendo del fabricante también pueden venir indicados otros parámetros como la temperatura y la máxima frecuencia a la que pueden trabajar. Tenemos que poner especial atención



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

en la identificación de la polaridad. Las formas más usuales de indicación por parte de los fabricantes son las siguientes:



➤ **Capacitores de tantalio**

Actualmente estos capacitores no usan el código de colores (los más antiguos, si). Con el código de marcas la capacidad se indica en microfaradios y la máxima tensión de trabajo en voltios. El terminal positivo se indica con el signo +:

1.7 LOS DIODOS

Un **diodo** (del griego: dos caminos) es un dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección con características similares a un interruptor.

▪ **Tipos**

Existen varios tipos de diodos, de algunos ya se habló en otra página y de los cuales haremos mención en esta, con este tipo de componente te vas a encontrar en todos los aparatos electrónicos, ya que es un componente de importancia. Vamos a resaltar los que de alguna forma son los más usados y de importancia, trataremos a cada uno de estos en resumen.

- **Diodos Rectificadores:** Los diodos rectificadores son los que en principio conocemos, estos facilitan el paso de la corriente continua en un sólo sentido (polarización directa), en otras palabras, si hacemos circular corriente alterna a través de un diodo rectificador esta solo lo hará en la mitad de los hemiciclos, aquellos que polaricen directamente el diodo, por lo que a la salida del mismo obtenemos una señal de tipo pulsatoria pero continúa. Se conoce por señal o tensión continúa aquella que no varía su polaridad.
- **Diodos de tratamiento de señal (re):** Los diodos de tratamiento de señal necesitan algo más de calidad de fabricación que los rectificadores. Estos diodos están destinados a formar parte de etapas moduladoras, demoduladoras, mezcla y



limitación de señales, etc.



Uno de los puntos más críticos en el diodo, al momento de trabajar con media y alta frecuencia, se encuentra en la "capacidad de unión", misma que se debe a que en la zona de la Unión PN se forman dos capas de carga de sentido opuesto que conforman una capacidad real.

En los diodos de RF (radio frecuencia) se intenta que dicha capacidad sea reducida a su mínima expresión, lo cual ayudará a que el diodo conserve todas sus habilidades rectificadoras, incluso cuando trabaje en altas frecuencias.

Entre los diodos más preparados para lidiar con las altas frecuencias destaca el diodo denominado Scott. Este diodo fue desarrollado a principio de los sesenta por la firma Hewletty, deriva de los diodos de punta de contacto y de los de unión PN de los que han heredado el procedimiento de fabricación.

- **Diodos de capacidad variable (varicap):** La capacidad formada en los extremos de la unión PN puede resultar de gran utilidad cuando, al contrario de lo que ocurre con los diodos de RF, se busca precisamente utilizar dicha capacidad en provecho del circuito en el cual se está utilizando el diodo. Al polarizar un diodo de forma directa se observa que, además de las zonas constitutivas de la capacidad buscada, aparece en paralelo con ellas una resistencia de muy bajo valor óhmico, lo que conforma un capacitor de elevadas pérdidas. Sin embargo, si polarizamos el mismo en sentido inverso la resistencia en paralelo que aparece es de un valor muy alto, lo cual hace que el diodo se pueda comportar como un capacitor con muy bajas pérdidas.



Si aumentamos la tensión de polarización inversa las capas de carga del diodo se esparcían lo suficiente para que el efecto se asemeje a una disminución de la capacidad del hipotético capacitor (el mismo efecto producido al distanciar las placas del un capacitor estándar).

Por esta razón podemos terminar diciendo que los diodos de capacidad variable, más conocidos como varias, varían su capacidad interna al ser alterado el valor de la tensión que los polariza de forma inversa.

La utilización más solicitada para este tipo de diodos suele ser la de sustituir a complejos sistemas mecánicos de capacitor variable en etapas de sintonía en todo tipo de equipos de emisión y



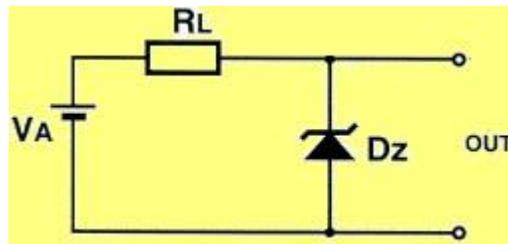
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

recepción, ejemplo, cuando cambiamos la sintonía de un receptor antiguo, se varía mecánicamente el eje de un capacitor variable en la etapa de sintonía; pero si por el contrario, pulsamos un botón de sintonía de un receptor de televisión moderno, lo que hacemos es variar la tensión de polarización de un diodo varias que se encuentra en el módulo sintonizador del TV.

- **DIODO ZENER:** Cuando se estudian los diodos se recalca sobre la diferencia que existe en la gráfica con respecto a la corriente directa e inversa. Si polarizamos inversamente un diodo estándar y aumentamos la tensión llega un momento en que se origina un fuerte paso de corriente que lleva al diodo a su destrucción. Este punto se da por la tensión de ruptura del diodo.

Se puede conseguir controlar este fenómeno y aprovecharlo, de tal manera que no se origine la destrucción del diodo. Lo que tenemos que hacer es el que este fenómeno se dé dentro de márgenes que se puedan controlar.

El diodo zener es capaz de trabajar en la región en la que se da el efecto del mismo nombre cuando las condiciones de polarización así lo determinen y volver a comportarse como un diodo estándar toda vez que la polarización retorne a su zona de trabajo normal. En resumen, el diodo zener se comporta como un diodo normal, a no ser que alcance la tensión zener para la que ha sido fabricado, momento en que dejará pasar a través de él una cantidad determinada de corriente.



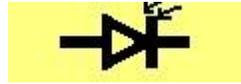
Este efecto se produce en todo tipo de circuitos reguladores, limitadores y recortadores de tensión.

Fotodiodos.- Algo que se ha utilizado en favor de la técnica electrónica moderna es la influencia de la energía luminosa en la ruptura de los enlaces de electrones situados en el seno constitutivo de un diodo. Los fotodiodos no son diodos en los cuales se ha optimizado el proceso de componentes y forma de fabricación de modo que la influencia luminosa sobre su conducción sea la máxima



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

posible. Esto se obtiene, por ejemplo, con fotodiodos de silicio en el ámbito de la luz incandescente y con fotodiodos de germanio en zonas de influencia de luz infrarroja.



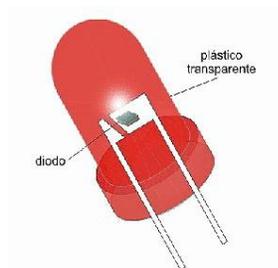
- **DIODOS LED (LUMINISCENTES):** Este tipo de diodos es muy popular, sino, veamos cualquier equipo electrónico y veremos por lo menos 1 ó más diodos led. Podemos encontrarlos en diferentes formas, tamaños y colores diferentes.



La forma de operar de un led se basa en la recombinación de portadores mayoritarios en la capa de barrera cuando se polariza una unión Pn en sentido directo. En cada recombinación de un electrón con un hueco se libera cierta energía. Esta energía, en el caso de determinados semiconductores, se irradia en forma de luz, en otros se hace de forma térmica.

Dichas radiaciones son básicamente monocromáticas (sin color). Por un método de "dopado" del material semiconductor se puede afectar la energía de radiación del diodo.

El nombre de LED se debe a su abreviatura en inglés (Light Emitan Diodo) Además de los diodos led existen otros diodos con diferente emisión, como la infrarroja, y que responden a la denominación IRED (Diodo emisor de infra-rojos).

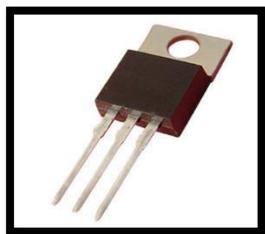




2. TRANSISTORES

2.1 CONCEPTO DE TRANSISTORES

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término "transistor" es la contracción en inglés de transfer resistor ("resistencia de transferencia"). Actualmente se los encuentra prácticamente en todos los aparatos domésticos de uso diario: radios, televisores, grabadoras, reproductores de audio y video, hornos de microondas, lavadoras, automóviles, equipos de refrigeración, alarmas, relojes de cuarzo, computadoras, calculadoras, impresoras, lámparas fluorescentes, equipos de rayos X, tomógrafos, ecógrafos, reproductores mp3, teléfonos móviles, etc.



➤ **Transistor de contacto puntual**

Llamado también transistor de punta de contacto, fue el primer transistor capaz de obtener ganancia, inventado en 1947 por J. Barden y W. Brattain. Consta de una base de germanio, semiconductor para entonces mejor conocido que la combinación cobreóxido de cobre, sobre la que se apoyan, muy juntas, dos puntas metálicas que constituyen el emisor y el colector. La corriente de base es capaz de modular la resistencia que se "ve" en el colector, de ahí el nombre de "transfer resistor". Se basa en efectos de superficie, poco conocidos en su día. Es difícil de fabricar (las puntas se ajustaban a mano), frágil (un golpe podía desplazar las puntas) y ruidoso. Sin embargo convivió con el transistor de unión (W. Shockley, 1948) debido a su mayor ancho de banda. En la actualidad ha desaparecido.

➤ **Transistor de unión bipolar**

El transistor de unión bipolar, o BJT por sus siglas en inglés, se fabrica básicamente sobre un Mono cristal de Germanio, Silicio o Arseniuro de galio, que tienen cualidades de semiconductores, estado intermedio entre conductores como los metales y los aislantes como el diamante. Sobre el sustrato



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

de cristal, se contaminan en forma muy controlada tres zonas, dos de las cuales son del mismo tipo, NPN o PNP, quedando formadas dos uniones NP.

La zona N con elementos donantes de electrones (cargas negativas) y la zona P de aceptadores o "huecos" (cargas positivas). Normalmente se utilizan como elementos aceptadores P al Indio (In), Aluminio (Al) o Galio (Ga) y donantes N al Arsénico (As) o Fósforo (P).

La configuración de uniones PN, dan como resultado transistores PNP o NPN, donde la letra intermedia siempre corresponde a la característica de la base, y las otras dos al emisor y al colector que, si bien son del mismo tipo y de signo contrario a la base, tienen diferente contaminación entre ellas (por lo general, el emisor está mucho más contaminado que el colector).

El mecanismo que representa el comportamiento semiconductor dependerá de dichas contaminaciones, de la geometría asociada y del tipo de tecnología de contaminación (difusión gaseosa, epitaxia, etc.) y del comportamiento cuántico de la unión.

➤ **Transistor de unión unipolar o de efecto de campo**

El transistor de unión unipolar, también llamado de efecto de campo de unión (JFET), fue el primer transistor de efecto de campo en la práctica. Lo forma una barra de material semiconductor de silicio de tipo N o P. En los terminales de la barra se establece un contacto óhmico, tenemos así un transistor de efecto de campo tipo N de la forma más básica. Si se difunden dos regiones P en una barra de material N y se conectan externamente entre sí, se producirá una puerta. A uno de estos contactos le llamaremos surtidor y al otro drenado. Aplicando tensión positiva entre el drenado y el surtidor y conectando a puerta al surtidor, estableceremos una corriente, a la que llamaremos corriente de drenado con polarización cero. Con un potencial negativo de puerta al que llamamos tensión de estrangulamiento, cesa la conducción en el canal.



El transistor de efecto de campo, o FET por sus siglas en inglés, que controla la corriente en

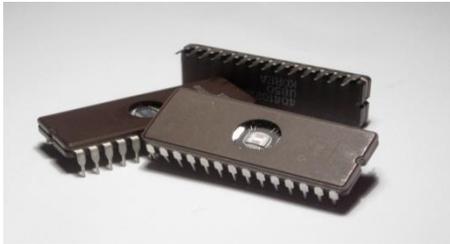


función de una tensión; tienen alta impedancia de entrada.

- Transistor de efecto de campo de unión, JFET, construido mediante una unión PN.
- Transistor de efecto de campo de compuerta aislada, IGFET, en el que la compuerta se aísla del canal mediante un dieléctrico.
- Transistor de efecto de campo MOS, MOSFET, donde MOS significa MetalÓxido-Semiconductor, en este caso la compuerta es metálica y está separada

2.1 CIRCUITO INTEGRADO

Un circuito integrado (CI), también conocido como chip o microchip, es una pastilla pequeña de material semiconductor, de algunos milímetros cuadrados de área, sobre la que se fabrican circuitos electrónicos generalmente mediante fotolitografía y que está protegida dentro de un encapsulado de plástico o cerámica. El encapsulado posee conductores metálicos apropiados para hacer conexión entre la pastilla y un circuito impreso.



El desarrollo de los circuitos integrados fue posible gracias a descubrimientos experimentales que demostraron que los semiconductores pueden realizar algunas de las funciones de las válvulas de vacío.

La integración de grandes cantidades de diminutos transistores en pequeños chips fue un enorme avance sobre el ensamblaje manual de los tubos de vacío (válvulas) y fabricación de circuitos utilizando componentes discretos.

La capacidad de producción masiva de circuitos integrados, su confiabilidad y la facilidad de agregarles complejidad, impuso la estandarización de los circuitos integrados en lugar de diseños utilizando transistores discretos que pronto dejaron obsoletas a las válvulas o tubos de vacío.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Existen dos ventajas importantes que tienen los circuitos integrados sobre los circuitos convencionales contruidos con componentes discretos: su bajo costo y su alto rendimiento. El bajo costo es debido a que los CI son fabricados siendo impresos como una sola pieza por fotolitografía a partir de una oblea de silicio, permitiendo la producción en cadena de grandes cantidades con una tasa de defectos muy baja. El alto rendimiento se debe a que, debido a la miniaturización de todos sus componentes, el consumo de energía es considerablemente menor, a iguales condiciones de funcionamiento.

Avances en los circuitos integrados

Los avances que hicieron posible el circuito integrado han sido, fundamentalmente, los desarrollos en la fabricación de dispositivos semiconductores a mediados del siglo XX y los descubrimientos experimentales que mostraron que estos dispositivos podían reemplazar las funciones de las válvulas o tubos de vacío, que se volvieron rápidamente obsoletos al no poder competir con el pequeño tamaño, el consumo de energía moderado, los tiempos de conmutación mínimos, la confiabilidad, la capacidad de producción en masa y la versatilidad de los CI.

Entre los circuitos integrados más avanzados se encuentran los microprocesadores, que controlan todo desde computadoras hasta teléfonos móviles y hornos microondas. Los chips de memorias digitales son otra familia de circuitos integrados que son de importancia crucial para la moderna sociedad de la información. Mientras que el costo de diseñar y desarrollar un circuito integrado complejo es bastante alto, cuando se reparte entre millones de unidades de producción el costo individual de los CIs por lo general se reduce al mínimo. La eficiencia de los CI es alta debido a que el pequeño tamaño de los chips permite cortas conexiones que posibilitan la utilización de lógica de bajo consumo (como es el caso de CMOS) en altas velocidades de conmutación.

Con el transcurso de los años, los CI están constantemente migrando a tamaños más pequeños con mejores características, permitiendo que mayor cantidad de circuitos sean empaquetados en cada chip (véase la ley de Moore). Al mismo tiempo que el tamaño se comprime, prácticamente todo se mejora (el costo y el consumo de energía disminuyen a la vez que aumenta la velocidad). Aunque estas ganancias son aparentemente para el usuario final, existe una feroz competencia entre los fabricantes para utilizar geometrías cada vez más delgadas. Este proceso, y el esperado proceso en los próximos años, está muy bien descrito por la International Technology Roadmap for Semiconductor.



2.2 POPULARIDAD DE LOS CI

Solo ha trascurrido medio siglo desde que se inició su desarrollo y los circuitos integrados se han vuelto casi omnipresentes. Computadoras, teléfonos móviles y otras aplicaciones digitales son ahora partes inextricables de las sociedades modernas. La informática, las comunicaciones, la manufactura y los sistemas de transporte, incluyendo Internet, todos dependen de la existencia de los circuitos integrados. De hecho, muchos estudiosos piensan que la revolución digital causada por los circuitos integrados es uno de los sucesos más significativos de la historia de la humanidad.

➤ Tipos

Existen tres tipos de circuitos integrados:

- **Circuitos monolíticos:** Están fabricados en un solo Mono cristal, habitualmente de silicio, pero también existen en germanio, arseniuro de galio, silicio-germanio, etc.
- **Circuitos híbridos de capa fina:** Son muy similares a los circuitos monolíticos, pero, además, contienen componentes difíciles de fabricar con tecnología monolítica. Muchos conversores A/D y conversores D/A se fabricaron en tecnología híbrida hasta que los progresos en la tecnología permitieron fabricar resistencias precisas.
- **Circuitos híbridos de capa gruesa:** Se apartan bastante de los circuitos monolíticos. De hecho suelen contener circuitos monolíticos sin cápsula (dices), transistores, diodos, etc, sobre un sustrato dieléctrico, interconectados con pistas conductoras. Las resistencias se depositan por serigrafía y se ajustan haciéndoles cortes con láser. Todo ello se encapsula, tanto en cápsulas plásticas como metálicas, dependiendo de la disipación de potencia que necesiten. En muchos casos, la cápsula no está "moldeada", sino que simplemente consiste en una resina epoxi que protege el circuito. En el mercado se encuentran circuitos híbridos para módulos de RF, fuentes de alimentación, circuitos de encendido para automóvil, etc.

2.3 CLASIFICACIÓN

Atendiendo al nivel de **integración** - número de componentes - los circuitos integrados se clasifican en:

- SSI(Small Scale Integrativo) pequeño nivel: de 10 a 100 transistores



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

- MSI(Medium Scale Integrativo) medio: 101 a 1.000 transistores
- LSI(Large Scale Integration) grande: 1.001 a 10.000 transistores
- VLSI(Very Large Scale Integration) muy grande: 10.001 a 100.000 transistores
- ULSI(Ultra Large Scale Integration) ultra grande: 100.001 a 1.000.000 transistores
- GLSI(Giga Large Scale Integration) giga grande: más de un millón de transistores

En cuanto a las **funciones** integradas, los circuitos se clasifican en dos grandes grupos:

- Circuitos integrados analógicos.

Pueden constar desde simples transistores encapsulados juntos, sin unión entre ellos, hasta dispositivos completos como amplificadores, osciladores o incluso receptores de radio completos.

- Circuitos integrados digitales.

Pueden ser desde básicas puertas lógicas (Y, O, NO) hasta los más complicados microprocesadores o microcontroladores.

Éstos son diseñados y fabricados para cumplir una función específica dentro de un sistema. En general, la fabricación de los CI es compleja ya que tienen una alta integración de componentes en un espacio muy reducido de forma que llegan a ser microscópicos. Sin embargo, permiten grandes simplificaciones con respecto los antiguos circuitos, además de un montaje más rápido.

Limitaciones de los circuitos integrados

Existen ciertos límites físicos y económicos al desarrollo de los circuitos integrados. Básicamente, son barreras que se van alejando al mejorar la tecnología, pero no desaparecen. Las principales son:

Disipación de potencia-Evacuación del calor

Los circuitos eléctricos disipan potencia. Cuando el número de componentes integrados en un volumen dado crece, las exigencias en cuanto a disipación de esta potencia, también crecen, calentando el sustrato y degradando el comportamiento del dispositivo. Además, en muchos casos es un sistema de realimentación positiva, de modo que cuanto mayor sea la temperatura, más corriente conducen.

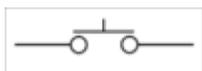


2.4 SWICHT O INTERRUPTOR

Un swicht o interruptor eléctrico es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno las aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un bombillo, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora.

Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.

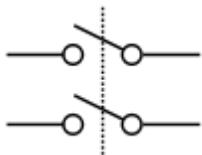
2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS INTERRUPTORES



❖ Pulsadores

También llamados **interruptores momentáneos**. Este tipo de interruptor requiere que el operador mantenga la presión sobre el actuante para que los contactos estén unidos. Un ejemplo de su uso lo podemos encontrar en los timbres de las casas.

❖ Cantidad de polos

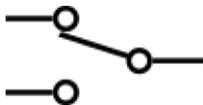


Interruptor de doble polo

Son la cantidad de circuitos individuales que controla el interruptor. Un interruptor de un solo polo como el que usamos para encender una lámpara. Los hay de 2 o más polos. Por ejemplo si queremos encender un motor de 220 voltios y a la vez un indicador luminoso de 12 voltios necesitaremos un interruptor de 2 polos, un polo para el circuito de 220 voltios y otro para el de 12 voltios.

❖ Cantidad de vías

Es la cantidad de posiciones que tiene un interruptor. Nuevamente el ejemplo del interruptor de una sola vía es el utilizado para encender una lámpara, en una posición enciende la lámpara mientras que en la otra se apaga.

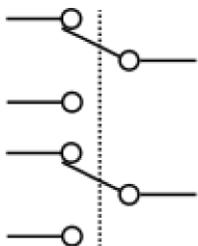


Interruptor de doble vía

Los hay de 2 o más vías. Un ejemplo de un interruptor de 3 vías es el que podríamos usar para controlar un semáforo donde se enciende una bombilla de cada color por cada una de las posiciones o vías.

❖ Combinaciones

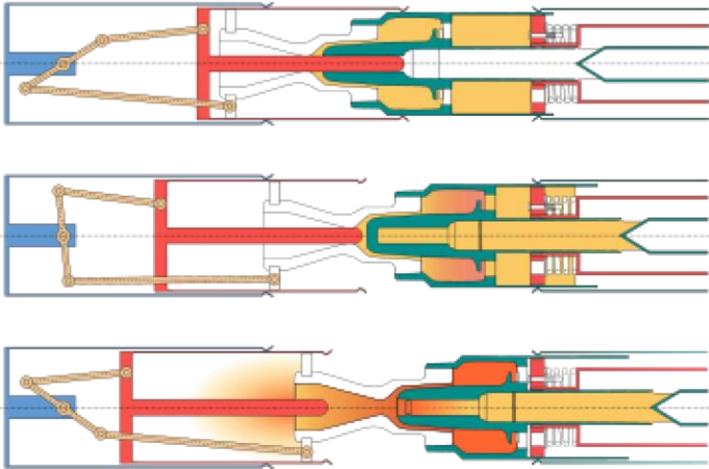
Se pueden combinar las tres clases anteriores para crear diferentes tipos de interruptores. En el gráfico inferior podemos ver un ejemplo de un interruptor DPDT.



Interruptor de doble polo y doble vía

Los interruptores están diseñados para soportar una carga máxima, la cual se mide en amperios. De igual manera se diseñan para soportar una tensión máxima, que es medida en voltios.

Se debe seleccionar el interruptor apropiado para el uso que le vaya a dar, ya que si se sobrecarga un interruptor se está acortando su vida útil.



Esquema de un interruptor para alto voltaje. Algunos pueden trabajar en líneas de 800kV.

2.6 INTERRUPTORES ELÉCTRICOS ESPECIALES

- El **Interruptor magneto térmico** o **Interruptor automático** incluye dos sistemas de protección. Se apaga en caso de cortocircuito o en caso de sobre carga de corriente. Se utiliza en los cuadros eléctricos de viviendas, comercios o industrias para controlar y proteger cada circuito individualmente.
- **Reed Smith** es un interruptor encapsulado en un tubo de vidrio al vacío que se activa al encontrar un campo magnético.
- **Interruptor centrífugo** se activa o desactiva a determinada fuerza centrífuga. Es usado en los motores como protección.
- Interruptores de transferencia trasladan la carga de un circuito a otro en caso de falla de energía. Utilizados tanto en subestaciones eléctricas como en industrias.
- **Interruptor DIP** viene del inglés "dual in-line package" y se refiere a una línea doble de contactos. Consiste en una serie de múltiples micro interruptores unidos entre sí.
- **Hall-efecto switch** también usado en electrónica, es un contador que permite leer la cantidad de vueltas por minuto que está dando un imán permanente y entregar pulsos.



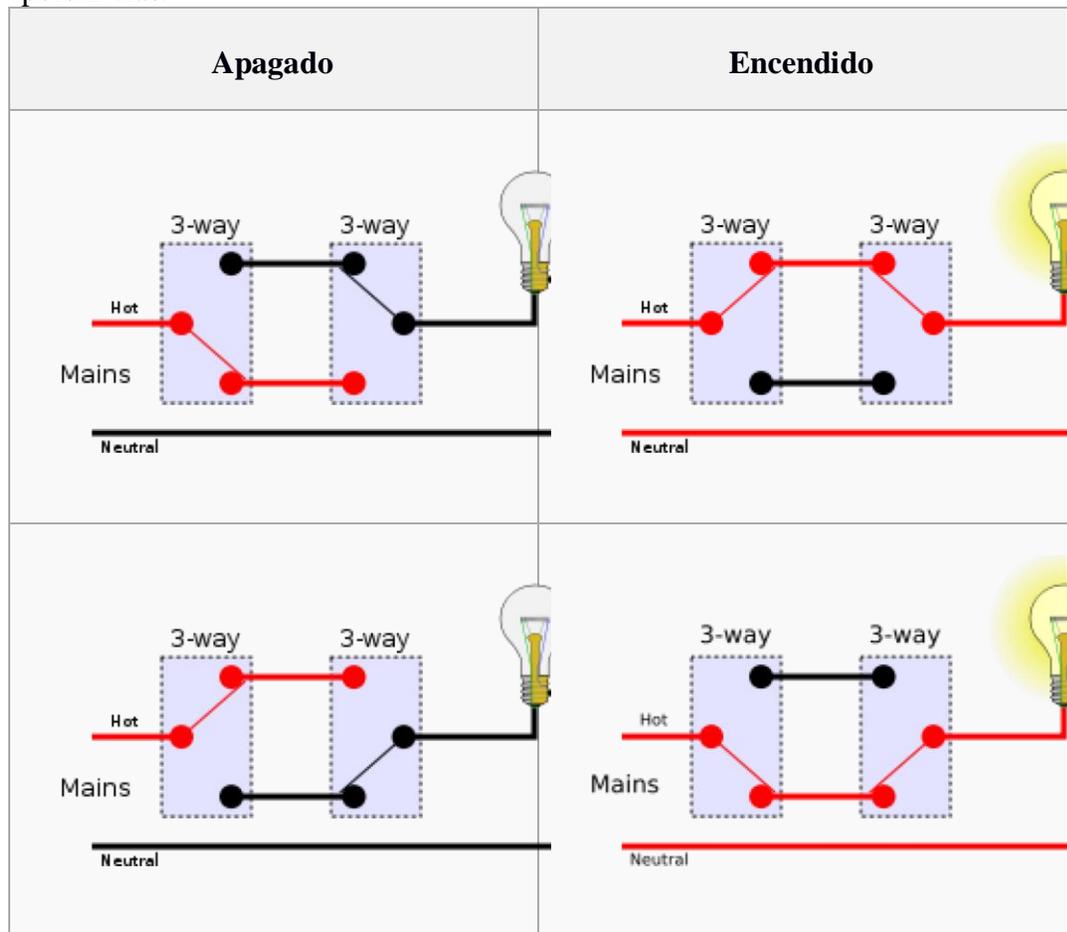
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

- **Interruptor inercial** (o de aceleración) mide la aceleración o desaceleración del eje de coordenadas sobre el cual esté montado. Por ejemplo los instalados para disparar las bolsas de aire de los automóviles. En este caso se deben instalar laterales y frontales para activar las bolsas de aire laterales o frontales según donde el auto reciba el impacto.
- **Interruptor de membrana** (o burbuja) generalmente colocados directamente sobre un circuito impreso. Son usados en algunos controles remotos, los paneles de control de microondas, etc
- **Interruptor de nivel**, usado para detectar el nivel de un fluido en un tanque.
- **Sensor de flujo** es un tipo de interruptor que formado por un imán y un reed switch.
- **Interruptor de mercurio** usado para detectar la inclinación. Consiste en una gota de mercurio dentro de un tubo de vidrio cerrado herméticamente, en la posición correcta el mercurio cierra dos contactos de metal.
- **Interruptor diferencial** o **Disyuntor** dispositivo electromecánico para equipos eléctricos que protege a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento.

Ejemplos

- Este es un ejemplo de conexión de una bombilla controlada por dos interruptores-conmutadores. Estos interruptores deben ser del tipo SPDT, 1

polo 2 vías.



➤ **CIRCUITOS ELECTRICOS**

➤ **CIRCUITO ELÉCTRICO**, trayecto o ruta de una corriente eléctrica. El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y dispositivos conductores, que incluye una fuente de fuerza electromotriz que transporta la corriente por el circuito. Un circuito de este tipo se denomina circuito cerrado, y aquéllos en los que el trayecto no es continuo se denominan abiertos. Un cortocircuito es un circuito en el que se efectúa una conexión directa, sin resistencia, inductancia ni capacitancia apreciables, entre los terminales de la fuente de fuerza electromotriz.

2.7 LEY DE OHM.

La corriente fluye por un circuito eléctrico siguiendo varias leyes definidas. La ley básica del flujo de la corriente es la ley de Ohm, así llamada en honor a su descubridor, el físico alemán Georg



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Ohm. Según la ley de Ohm, la cantidad de corriente que fluye por un circuito formado por resistencias puras es directamente proporcional a la fuerza electromotriz aplicada al circuito, e inversamente proporcional a la resistencia total del circuito. Esta ley suele expresarse mediante la fórmula $I = V/R$, siendo I la intensidad de corriente en amperios, V la fuerza electromotriz en voltios y R la resistencia en ohmios. La ley de Ohm se aplica a todos los circuitos eléctricos, tanto a los de corriente continua (CC) como a los de corriente alterna (CA), aunque para el análisis de circuitos complejos y circuitos de CA deben emplearse principios adicionales que incluyen inductancias y capacitancias.

Un circuito en serie es aquél en que los dispositivos o elementos del circuito están dispuestos de tal manera que la totalidad de la corriente pasa a través de cada elemento sin división ni derivación en circuitos paralelos.

 **Circuito en serie** es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores, interruptores, entre otros.) se conectan secuencialmente. La terminal de salida de un dispositivo se conecta a la terminal de entrada del dispositivo siguiente.

Siguiendo un símil hidráulico, dos depósitos de agua se conectarán en serie si la salida del primero se conecta a la entrada del segundo. Una batería eléctrica suele estar formada por varias pilas eléctricas conectadas en serie, para alcanzar así el voltaje que se precise.

En función de los dispositivos conectados en serie, el valor total o equivalente se obtiene con las siguientes expresiones:

- Para Generadores



$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$



- Para Resistencias



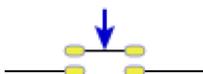
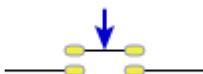
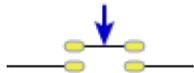
$$R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

- Para Condensadores



$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- Para Interruptores





INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

Interruptor 1	Interruptor 2	Salida
Abierto	Abierto	Abierto
Abierto	Cerrado	Abierto
Cerrado	Abierto	Abierto
Cerrado	Cerrado	Cerrado

Otra configuración posible, para la disposición de componentes eléctricos, es el circuito en paralelo. En el cual, los valores equivalentes se calculan de forma inversa al circuito en serie.

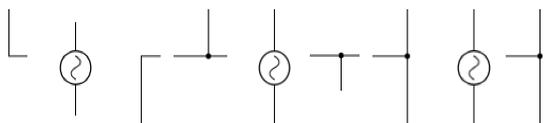
Es importante conocer que para realizar la suma de las magnitudes, solo en corriente alterna, debe ser sumado en forma fasorial (vectorial), para ser sumado en forma de módulo cada rama debe tener a lo más un elemento.

✚ **Circuito en paralelo** es una conexión donde los bornes o terminales de entrada de todos los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores, etc.) conectados coincidan entre sí, lo mismo que sus terminales de salida.

Siguiendo un símil hidráulico, dos tinacos de agua conectados en paralelo tendrán una entrada común que alimentará simultáneamente a ambos, así como una salida común que drenará a ambos a la vez. Las bombillas de iluminación de una casa forman un circuito en paralelo.

En función de los dispositivos conectados en paralelo, el valor total o equivalente se obtiene con las siguientes expresiones:

- Para generadores



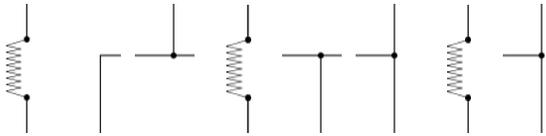
$$V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

- Para Resistencias

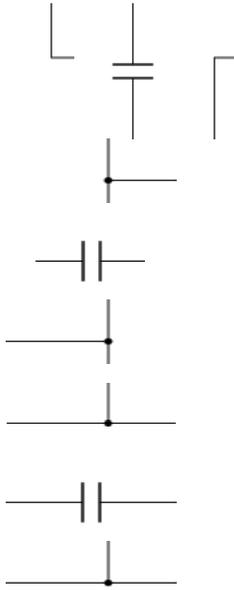


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
 GUIA DE APRENDIZAJE

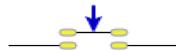


$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

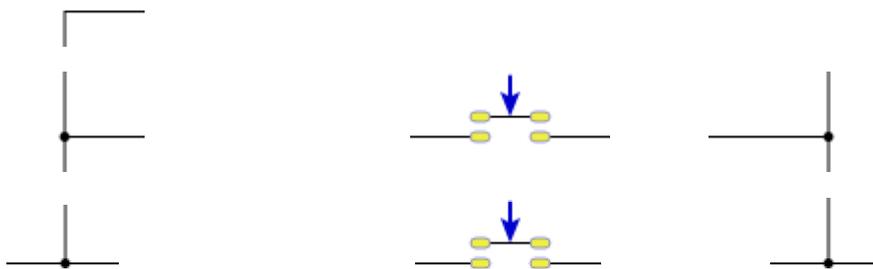
• Para Condensadores



$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$



Para Interruptores



Interruptor 1	Interruptor 2	Salida
Abierto	Abierto	Abierto
Abierto	Cerrado	Cerrado



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Cerrado	Abierto	Cerrado
Cerrado	Cerrado	Cerrado

La manera más simple de conectar componentes eléctricos es disponerlos de forma lineal, uno detrás del otro. Este tipo de circuito se denomina “circuito en serie”. Si una de las bombillas del circuito deja de funcionar, la otra también lo hará debido a que se interrumpe el paso de corriente por el circuito. Otra manera de conectarlo sería que cada bombilla tuviera su propio suministro eléctrico, de forma totalmente independiente, y así, si una de ellas se funde, la otra puede continuar funcionando. Este circuito se denomina “circuito en paralelo”.

Cuando en un circuito hay dos o más resistencias en serie, la resistencia total se calcula sumando los valores de dichas resistencias. Si las resistencias están en paralelo, el valor total de la resistencia del circuito se obtiene mediante la fórmula

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$$

En un circuito en paralelo los dispositivos eléctricos, por ejemplo las lámparas incandescentes o las celdas de una batería, están dispuestos de manera que todos los polos, electrodos y terminales positivos (+) se unen en un único conductor, y todos los negativos (-) en otro, de forma que cada unidad se encuentra, en realidad, en una derivación paralela. El valor de dos resistencias iguales en paralelo es igual a la mitad del valor de las resistencias componentes y, en cada caso, el valor de las resistencias en paralelo es menor que el valor de la más pequeña de cada una de las resistencias implicadas. En los circuitos de CA, o circuitos de corrientes variables, deben considerarse otros componentes del circuito además de la resistencia.

LEYES DE KIRCHHOFF.

Si un circuito tiene un número de derivaciones interconectadas, es necesario aplicar otras dos leyes para obtener el flujo de corriente que recorre las distintas derivaciones. Estas leyes, descubiertas por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff, son conocidas como las leyes de Kirchhoff. La primera, la ley de los nudos, enuncia que en cualquier unión en un circuito a través del cual fluye



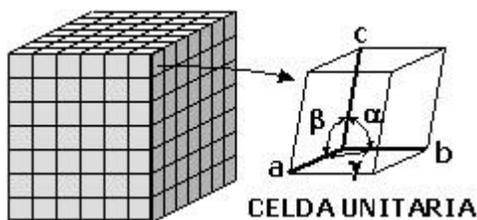
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

una corriente constante, la suma de las intensidades que llegan a un nudo es igual a la suma de las intensidades que salen del mismo. La segunda ley, la ley de las mallas afirma que, comenzando por cualquier punto de una red y siguiendo cualquier trayecto cerrado de vuelta al punto inicial, la suma neta de las fuerzas electromotrices halladas será igual a la suma neta de los productos de las resistencias halladas y de las intensidades que fluyen a través de ellas. Esta segunda ley es sencillamente una ampliación de la ley de Ohm.

En este circuito eléctrico formado por dos generadores, de fuerzas electromotrices \mathcal{E}_1 y \mathcal{E}_2 , y tres resistencias, R_1 , R_2 y R_3 , se puede aplicar la ley de los nudos al nudo B y la ley de las mallas a las redes ABEF y BCDE.

✚ **El Efecto Joule** al fenómeno por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. El nombre es en honor a su descubridor el físico británico James Prescott Joule.

□



Los sólidos tienen generalmente una estructura cristalina, ocupando los átomos o moléculas los vértices de las celdas unitarias, y a veces también el centro de la celda o de sus caras. Cuando el cristal es sometido a una diferencia de potencial, los electrones son impulsados por el campo eléctrico a través del sólido debiendo en su recorrido atravesar la intrincada red de átomos que lo forma. En su camino, los electrones chocan con estos átomos perdiendo parte de su energía cinética, que es cedida en forma de calor.

Este efecto fue definido de la siguiente manera: "La cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica, depende directamente del cuadrado de la intensidad de la corriente, del tiempo que ésta circula por el conductor y de la resistencia que opone el mismo al paso de la corriente". Matemáticamente se expresa como



$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Aplicaciones

En este efecto se basa el funcionamiento de diferentes electrodomésticos como los hornos, las tostadoras y las calefacciones eléctricas, y algunos aparatos empleados industrialmente como soldadoras, etc., en los que el efecto útil buscado es, precisamente, el calor que desprende el conductor por el paso de la corriente.

Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones es un efecto indeseado y la razón por la que los aparatos eléctricos y electrónicos necesitan un ventilador que disminuya el calor generado y evite el calentamiento excesivo de los diferentes dispositivos como podían ser los circuitos integrados. E inclusive las lámparas incandescentes que producen más energía calorífica que lumínica.

Efecto inverso

El calor puede producir corriente eléctrica. Cuando los extremos de un alambre conductor que forma parte de un circuito se hallan a diferentes temperaturas, circula por él una pequeñísima corriente eléctrica. Este efecto se aprovecha para la fabricación de termómetros como los utilizados en los automóviles para medir a temperatura del motor. El funcionamiento de las válvulas de seguridad de estufas y hornos de gas también está basado, entre otros, en este fenómeno.

IMPEDANCIA

La aplicación de la ley de Ohm a los circuitos en los que existe una corriente alterna se complica por el hecho de que siempre estarán presentes la capacitancia y la inductancia. La inductancia hace que el valor máximo de una corriente alterna sea menor que el valor máximo de la tensión; la capacitancia hace que el valor máximo de la tensión sea menor que el valor máximo de la corriente. La capacitancia y la inductancia inhiben el flujo de corriente alterna y deben tomarse en cuenta al calcularlo. La intensidad de corriente en los circuitos de CA puede determinarse gráficamente mediante vectores o con la ecuación algebraica



$$I = \frac{\varepsilon}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}\right)^2}}$$

En la que L es la inductancia, C la capacitancia y f la frecuencia de la corriente. El valor obtenido en el denominador de la fracción se denomina impedancia del circuito y suele representarse por la letra Z. Por consiguiente, la ley de Ohm para los circuitos integrados suele expresarse por la ecuación sencilla $I = \delta / Z$.

Símbolos de algunos elementos de un circuito eléctrico.

3. MEDIDORES ELECTRICOS.

Son instrumentos que miden e indican magnitudes eléctricas, como corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. La información se da normalmente en una unidad eléctrica estándar: ohmios, voltios, amperios, culombios, henrios, faradios, vatios o julios. Dado que todas las formas de la materia presentan una o más características eléctricas es posible tomar mediciones eléctricas de un número ilimitado de fuentes.

3.1 MECANISMOS BÁSICOS DE LOS MEDIDORES

Por su propia naturaleza, los valores eléctricos no pueden medirse por observación directa. Por ello se utiliza alguna propiedad de la electricidad para producir una fuerza física susceptible de ser detectada y medida. Por ejemplo, en el galvanómetro, el instrumento de medida inventado hace más tiempo, la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina inclinada por la que pasa una corriente produce una desviación de la bobina. Dado que la desviación es proporcional a la intensidad de la corriente se utiliza una escala calibrada para medir la corriente eléctrica. La acción electromagnética entre corrientes, la fuerza entre cargas eléctricas y el calentamiento causado por una resistencia conductora son algunos de los métodos utilizados para obtener mediciones eléctricas analógicas.

✓ CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Para garantizar la uniformidad y la precisión de las medidas los medidores eléctricos se calibran conforme a los patrones de medida aceptados para una determinada unidad eléctrica, como el ohmio, el amperio, el voltio o el vatio.

✓ **PATRONES PRINCIPALES Y MEDIDAS ABSOLUTAS.**

Los patrones principales del ohmio y el amperio se basan en definiciones de estas unidades aceptadas a nivel internacional y basadas en la masa, el tamaño del conductor y el tiempo. Las técnicas de medición que utilizan estas unidades básicas son precisas y reproducibles. Por ejemplo, las medidas absolutas de amperios implican la utilización de una especie de balanza que mide la fuerza que se produce entre un conjunto de bobinas fijas y una bobina móvil. Estas mediciones absolutas de intensidad de corriente y diferencia de potencial tienen su aplicación principal en el laboratorio, mientras que en la mayoría de los casos se utilizan medidas relativas. Todos los medidores que se describen en los párrafos siguientes permiten hacer lecturas relativas.

3.2 MEDIDORES DE CORRIENTE

➤ Galvanómetros

Los medidores eléctricos permiten determinar distintas magnitudes eléctricas. Dos de estos dispositivos son el amperímetro y el voltímetro, ambas variaciones del galvanómetro. En un galvanómetro, un imán crea un campo magnético que genera una fuerza medible cuando pasa corriente por una bobina cercana. El amperímetro desvía la corriente por una bobina a través de una derivación (ilustrada debajo del amperímetro) y mide la intensidad de la corriente que fluye por el circuito, al que se conecta en serie. El voltímetro, en cambio, se conecta en paralelo y permite medir diferencias de potencial. Para que la corriente que pase por él sea mínima, la resistencia del voltímetro (indicada por la línea quebrada situada debajo) tiene que ser muy alta, al contrario que en el amperímetro.

Los galvanómetros son los instrumentos principales en la detección y medición de la corriente. Se basan en las interacciones entre una corriente eléctrica y un imán. El mecanismo del galvanómetro está diseñado de forma que un imán permanente o un electroimán produce un campo magnético, lo que genera una fuerza cuando hay un flujo de corriente en una bobina cercana al imán. El elemento móvil puede ser el imán o la bobina. La fuerza inclina el elemento móvil en un grado



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

proporcional a la intensidad de la corriente. Este elemento móvil puede contar con un puntero o algún otro dispositivo que permita leer en un dial el grado de inclinación.

El galvanómetro de inclinación de D'Arsonval utiliza un pequeño espejo unido a una bobina móvil y que refleja un haz de luz hacia un dial situado a una distancia aproximada de un metro. Este sistema tiene menos inercia y fricción que el puntero, lo que permite mayor precisión. Este instrumento debe su nombre al biólogo y físico francés Jacques D'Arsonval, que también hizo algunos experimentos con el equivalente mecánico del calor y con la corriente oscilante de alta frecuencia y alto amperaje (corriente D'Arsonval) utilizada en el tratamiento de algunas enfermedades, como la artritis. Este tratamiento, llamado diatermia, consiste en calentar una parte del cuerpo haciendo pasar una corriente de alta frecuencia entre dos electrodos colocados sobre la piel. Cuando se añade al galvanómetro una escala graduada y una calibración adecuada, se obtiene un amperímetro, instrumento que lee la corriente eléctrica en amperios. D'Arsonval es el responsable de la invención del amperímetro de corriente continua.

Sólo puede pasar una cantidad pequeña de corriente por el fino hilo de la bobina de un galvanómetro. Si hay que medir corrientes mayores, se acopla una derivación de baja resistencia a los terminales del medidor. La mayoría de la corriente pasa por la resistencia de la derivación, pero la pequeña cantidad que fluye por el medidor sigue siendo proporcional a la corriente total. Al utilizar esta proporcionalidad el galvanómetro se emplea para medir corrientes de varios cientos de amperios.

Los galvanómetros tienen denominaciones distintas según la magnitud de la corriente que pueden medir.

- **Microamperímetros** Un micro amperímetro está calibrado en millonésimas de amperio y un miliamperímetro en milésimas de amperio.

Los galvanómetros convencionales no pueden utilizarse para medir corrientes alternas, porque las oscilaciones de la corriente producirían una inclinación en las dos direcciones.

- **Electrodinamómetros** Sin embargo, una variante del galvanómetro, llamado electrodinamómetro, puede utilizarse para medir corrientes alternas mediante una inclinación electromagnética. Este medidor contiene una bobina fija situada en



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

serie con una bobina móvil, que se utiliza en lugar del imán permanente del galvanómetro. Dado que la corriente de la bobina fija y la móvil se invierte en el mismo momento, la inclinación de la bobina móvil tiene lugar siempre en el mismo sentido, produciéndose una medición constante de la corriente. Los medidores de este tipo sirven también para medir corrientes continuas.

- **Medidores de aleta de hierro** Otro tipo de medidor electromagnético es el medidor de aleta de hierro o de hierro dulce. Este dispositivo utiliza dos aletas de hierro dulce, una fija y otra móvil, colocadas entre los polos de una bobina cilíndrica y larga por la que pasa la corriente que se quiere medir. La corriente induce una fuerza magnética en las dos aletas, provocando la misma inclinación, con independencia de la dirección de la corriente. La cantidad de corriente se determina midiendo el grado de inclinación de la aleta móvil.
- **Medidores de termopar** Para medir corrientes alternas de alta frecuencia se utilizan medidores que dependen del efecto calorífico de la corriente. En los medidores de termopar se hace pasar la corriente por un hilo fino que calienta la unión de termopar. La electricidad generada por el termopar se mide con un galvanómetro convencional. En los medidores de hilo incandescente la corriente pasa por un hilo fino que se calienta y se estira. El hilo está unido mecánicamente a un puntero móvil que se desplaza por una escala calibrada con valores de corriente.

3.3 MEDICIÓN DEL VOLTAJE

El osciloscopio se utiliza a menudo para tomar medidas en circuitos eléctricos. Es especialmente útil porque puede mostrar cómo varían dichas medidas a lo largo del tiempo, o cómo varían dos o más medidas una respecto de otra.

El instrumento más utilizado para medir la diferencia de potencial (el voltaje) es un galvanómetro que cuenta con una gran resistencia unida a la bobina. Cuando se conecta un medidor de este tipo a una batería o a dos puntos de un circuito eléctrico con diferentes potenciales pasa una cantidad reducida de corriente (limitada por la resistencia en serie) a través del medidor. La corriente es proporcional al voltaje, que puede medirse si el galvanómetro se calibra para ello.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Cuando se usa el tipo adecuado de resistencias en serie un galvanómetro sirve para medir niveles muy distintos de voltajes. El instrumento más preciso para medir el voltaje, la resistencia o la corriente continua es el potenciómetro, que indica una fuerza electromotriz no valorada al compararla con un valor conocido.

Para medir voltajes de corriente alterna se utilizan medidores de alterna con alta resistencia interior, o medidores similares con una fuerte resistencia en serie.

Los demás métodos de medición del voltaje utilizan tubos de vacío y circuitos electrónicos y resultan muy útiles para hacer mediciones a altas frecuencias. Un dispositivo de este tipo es el voltímetro de tubo de vacío. En la forma más simple de este tipo de voltímetro se rectifica una corriente alterna en un tubo de diodo y se mide la corriente rectificada con un galvanómetro convencional. Otros voltímetros de este tipo utilizan las características amplificadoras de los tubos de vacío para medir voltajes muy bajos. El osciloscopio de rayos catódicos se usa también para hacer mediciones de voltaje, ya que la inclinación del haz de electrones es proporcional al voltaje aplicado a las placas o electrodos del tubo.

3.4 MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS

Es un grupo de aparatos que se utilizan para convertir la energía mecánica en eléctrica, o a la inversa, con medios electromagnéticos. A una máquina que convierte la energía mecánica en eléctrica se le denomina generador, alternador o dinamo, y a una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica se le denomina motor.

Dos principios físicos relacionados entre sí sirven de base al funcionamiento de los generadores y de los motores. El primero es el principio de la inducción descubierto por el científico e inventor británico Michael Faraday en 1831.

Si un conductor se mueve a través de un campo magnético, o si está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se establece o se induce una corriente eléctrica en el primer conductor. El principio opuesto a éste fue observado en 1820 por el físico francés André Marie Ampere. Si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica sobre el conductor. Véase Magnetismo.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

La máquina dinamoeléctrica más sencilla es la dinamo de disco desarrollada por Faraday, que consiste en un disco de cobre que se monta de tal forma que la parte del disco que se encuentra entre el centro y el borde quede situada entre los polos de un imán de herradura. Cuando el disco gira, se induce una corriente entre el centro del disco y su borde debido a la acción del campo del imán. El disco puede fabricarse para funcionar como un motor mediante la aplicación de un voltaje entre el borde y el centro del disco, lo que hace que el disco gire gracias a la fuerza producida por el campo magnético.

El campo magnético de un imán permanente sólo tiene fuerza suficiente como para hacer funcionar una dinamo pequeña o motor. Por ello, los electroimanes se emplean en máquinas grandes. Tanto los motores como los generadores tienen dos unidades básicas: el inductor, que crea el campo magnético y que suele ser un electroimán, y la armadura o inducido, que es la estructura que sostiene los conductores que cortan el campo magnético y transporta la corriente inducida en un generador, o la corriente de excitación en el caso del motor. La armadura es por lo general un núcleo de hierro dulce laminado, alrededor del cual se enrollan los cables conductores.

➤ GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA

Si una armadura gira entre dos polos magnéticos fijos, la corriente en la armadura circula en un sentido durante la mitad de cada revolución, y en el otro sentido durante la otra mitad. Para producir un flujo constante de corriente en un sentido, o corriente continua, en un aparato determinado, es necesario disponer de un medio para invertir el flujo de corriente fuera del generador una vez durante cada revolución. En las máquinas antiguas esta inversión se llevaba a cabo mediante un conmutador, un anillo de metal partido montado sobre el eje de una armadura. Las dos mitades del anillo se aislaban entre sí y servían como bornes de la bobina. Las escobillas fijas de metal o de carbón se mantenían en contacto con el conmutador, que al girar conectaba eléctricamente la bobina a los cables externos. Cuando la armadura giraba, cada escobilla estaba en contacto de forma alternativa con las mitades del conmutador, cambiando la posición en el momento en el que la corriente invertía su sentido dentro de la bobina de la armadura. Así se producía un flujo de corriente de un sentido en el circuito exterior al que el generador estaba conectado. Los generadores de corriente continua funcionan normalmente a voltajes bastante bajos para evitar las chispas que se producen entre las escobillas y el conmutador a voltajes altos. El potencial más alto desarrollado para este tipo de generadores suele ser de 1.500 voltios. En algunas máquinas más modernas esta



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN

GUIA DE APRENDIZAJE

inversión se realiza usando aparatos de potencia electrónica, como por ejemplo rectificadores de diodo.

Los generadores modernos de corriente continua utilizan armaduras de tambor, que suelen estar formadas por un gran número de bobinas agrupadas en hendiduras longitudinales dentro del núcleo de la armadura y conectadas a los segmentos adecuados de un conmutador múltiple. Si una armadura tiene un solo circuito de cable, la corriente que se produce aumentará y disminuirá dependiendo de la parte del campo magnético a través del cual se esté moviendo el circuito.

Un conmutador de varios segmentos usado con una armadura de tambor conecta siempre el circuito externo a uno de cable que se mueve a través de un área de alta intensidad del campo, y como resultado la corriente que suministran las bobinas de la armadura es prácticamente constante. Los campos de los generadores modernos se equipan con cuatro o más polos electromagnéticos que aumentan el tamaño y la resistencia del campo magnético. En algunos casos, se añaden interpolos más pequeños para compensar las distorsiones que causa el efecto magnético de la armadura en el flujo eléctrico del campo.

El campo inductor de un generador se puede obtener mediante un imán permanente (magneto) o por medio de un electroimán (dinamo). En este último caso, el electroimán se excita por una corriente independiente o por autoexcitación, es decir, la propia corriente producida en la dinamo sirve para crear el campo magnético en las bobinas del inductor. Existen tres tipos de dinamo según sea la forma en que estén acoplados el inductor y el inducido: en serie, en derivación y en combinación.

3.5 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

En general, los motores de corriente continua son similares en su construcción a los generadores. De hecho podrían describirse como generadores que funcionan al revés.

Cuando la corriente pasa a través de la armadura de un motor de corriente continua, se genera un par de fuerzas debido a la acción del campo magnético, y la armadura gira. La función del conmutador y la de las conexiones de las bobinas del campo de los motores es exactamente la misma que en los generadores. La revolución de la armadura induce un voltaje en las bobinas de ésta. Este voltaje es opuesto al voltaje exterior que se aplica a la armadura, y de ahí que se conozca como voltaje inducido o fuerza contra electromotriz. Cuando el motor gira más rápido, el voltaje inducido aumenta hasta que es casi igual al aplicado. La corriente entonces es pequeña, y la



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN

GUIA DE APRENDIZAJE

velocidad del motor permanecerá constante siempre que el motor no esté bajo carga y tenga que realizar otro trabajo mecánico que no sea el requerido para mover la armadura. Bajo carga, la armadura gira más lentamente, reduciendo el voltaje inducido y permitiendo que fluya una corriente mayor en la armadura.

Debido a que la velocidad de rotación controla el flujo de la corriente en la armadura, deben usarse aparatos especiales para arrancar los motores de corriente continua. Cuando la armadura está parada, ésta no tiene realmente resistencia, y si se aplica el voltaje de funcionamiento normal, se producirá una gran corriente, que podría dañar el conmutador y las bobinas de la armadura. El medio normal de prevenir estos daños es el uso de una resistencia de encendido conectada en serie a la armadura, para disminuir la corriente antes de que el motor consiga desarrollar el voltaje inducido adecuado. Cuando el motor acelera, la resistencia se reduce gradualmente, tanto de forma manual como automática.

La velocidad a la que funciona un motor depende de la intensidad del campo magnético que actúa sobre la armadura, así como de la corriente de ésta.

Cuanto más fuerte es el campo, más bajo es el grado de rotación necesario para generar un voltaje inducido lo bastante grande como para contrarrestar el voltaje aplicado. Por esta razón, la velocidad de los motores de corriente continua puede controlarse mediante la variación de la corriente del campo.

3.6 GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA (ALTERNADORES)

Como se decía antes, un generador simple sin conmutador producirá una corriente eléctrica que cambia de sentido a medida que gira la armadura. Este tipo de corriente alterna es ventajosa para la transmisión de potencia eléctrica, por lo que la mayoría de los generadores eléctricos son de este tipo. En su forma más simple, un generador de corriente alterna se diferencia de uno de corriente continua en sólo dos aspectos: los extremos de la bobina de su armadura están sacados a los anillos colectores sólidos sin segmentos del árbol del generador en lugar de los conmutadores, y las bobinas de campo se excitan mediante una fuente externa de corriente continua más que con el generador en sí. Los generadores de corriente alterna de baja velocidad se fabrican con hasta 100 polos, para mejorar su eficiencia y para lograr con más facilidad la frecuencia deseada. Los alternadores accionados por turbinas de alta velocidad, sin embargo, son a menudo máquinas de dos polos. La frecuencia de la corriente que suministra un generador de



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

corriente alterna es igual a la mitad del producto del número de polos por el número de revoluciones por segundo de la armadura.

A veces, es preferible generar un voltaje tan alto como sea posible. Las armaduras rotatorias no son prácticas en este tipo de aplicaciones, debido a que pueden producirse chispas entre las escobillas y los anillos colectores, y a que pueden producirse fallos mecánicos que podrían causar cortocircuitos.

Por tanto, los alternadores se construyen con una armadura fija en la que gira un rotor compuesto de un número de imanes de campo. El principio de funcionamiento es el mismo que el del generador de corriente alterna descrito con anterioridad, excepto en que el campo magnético (en lugar de los conductores de la armadura) está en movimiento.

La corriente que se genera mediante los alternadores descritos más arriba aumenta hasta un pico, cae hasta cero, desciende hasta un pico negativo y sube otra vez a cero varias veces por segundo, dependiendo de la frecuencia para la que esté diseñada la máquina. Este tipo de corriente se conoce como corriente alterna monofásica. Sin embargo, si la armadura la componen dos bobinas, montadas a 90° una de otra, y con conexiones externas separadas, se producirán dos ondas de corriente, una de las cuales estará en su máximo cuando la otra sea cero. Este tipo de corriente se denomina corriente alterna bifásica. Si se agrupan tres bobinas de armadura en ángulos de 120° , se producirá corriente en forma de onda triple, conocida como corriente alterna trifásica. Se puede obtener un número mayor de fases incrementando el número de bobinas en la armadura, pero en la práctica de la ingeniería eléctrica moderna se usa sobre todo la corriente alterna trifásica, con el alternador trifásico, que es la máquina dinamoeléctrica que se emplea normalmente para generar potencia eléctrica.

➤ **MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA.**

Se diseñan dos tipos básicos de motores para funcionar con corriente alterna polifásica: los motores síncronos y los motores de inducción. El motor síncrono es en esencia un alternador trifásico que funciona a la inversa. Los imanes del campo se montan sobre un rotor y se excitan mediante corriente continua, y las bobinas de la armadura están divididas en tres partes y alimentadas con corriente alterna trifásica.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

La variación de las tres ondas de corriente en la armadura provoca una reacción magnética variable con los polos de los imanes del campo, y hace que el campo gire a una velocidad constante, que se determina por la frecuencia de la corriente en la línea de potencia de corriente alterna.

La velocidad constante de un motor síncrono es ventajosa en ciertos aparatos. Sin embargo, no puede utilizarse este tipo de motores en aplicaciones en las que la carga mecánica sobre el motor llega a ser muy grande, ya que si el motor reduce su velocidad cuando está bajo carga puede quedar fuera de fase con la frecuencia de la corriente y llegar a pararse. Los motores síncronos pueden funcionar con una fuente de potencia monofásica mediante la inclusión de los elementos de circuito adecuados para conseguir un campo magnético rotatorio.

El más simple de todos los tipos de motores eléctricos es el motor de inducción de caja de ardilla que se usa con alimentación trifásica. La armadura de este tipo de motor consiste en tres bobinas fijas y es similar a la del motor síncrono. El elemento rotatorio consiste en un núcleo, en el que se incluye una serie de conductores de gran capacidad colocados en círculo alrededor del árbol y paralelos a él. Cuando no tienen núcleo, los conductores del rotor se parecen en su forma a las jaulas cilíndricas que se usaban para las ardillas. El flujo de la corriente trifásica dentro de las bobinas de la armadura fija genera un campo magnético rotatorio, y éste induce una corriente en los conductores de la jaula. La reacción magnética entre el campo rotatorio y los conductores del rotor que transportan la corriente hace que éste gire. Si el rotor da vueltas exactamente a la misma velocidad que el campo magnético, no habrá en él corrientes inducidas, y, por tanto, el rotor no debería girar a una velocidad síncrona. En funcionamiento, la velocidad de rotación del rotor y la del campo difieren entre sí de un 2 a un 5%. Esta diferencia de velocidad se conoce como caída.

Los motores con rotores del tipo jaula de ardilla se pueden usar con corriente alterna monofásica utilizando varios dispositivos de inductancia y capacitancia, que alteren las características del voltaje monofásico y lo hagan parecido al bifásico. Estos motores se denominan motores multifásicos o motores de condensador (o de capacidad), según los dispositivos que usen. Los motores de jaula de ardilla monofásicos no tienen un par de arranque grande, y se utilizan motores de repulsión-inducción para las aplicaciones en las que se requiere el par. Este tipo de motores pueden ser multifásicos o de condensador, pero disponen de un interruptor manual o automático que permite que fluya la corriente entre las escobillas del conmutador cuando se arranca el motor, y los circuitos cortos de todos los segmentos del conmutador, después de que el motor alcance una velocidad crítica. Los motores de repulsión-inducción se denominan así debido a que su par de



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

arranque depende de la repulsión entre el rotor y el estator, y su par, mientras está en funcionamiento, depende de la inducción. Los motores de baterías en serie con conmutadores, que funcionan tanto con corriente continua como con corriente alterna, se denominan motores universales. Éstos se fabrican en tamaños pequeños y se utilizan en aparatos domésticos.

TÍTULO	AUTOR	EDICIÓN	AÑO	IDIOMA	EDITORIAL
Principios de Electrónica	Malvino, A; Bates	7ª Edición	2006	Español	McGraw – Hill. 621.3 MAL pri
Microelectrónica circuitos y dispositivos	Horenstein Mark N	2a. Ed.,	1997.	Español	Prentice Hall
Dispositivos Electrónicos y amplificación	Sedra y Smith.	1ª Edición.	1992.	Español	Interamerican a.

A. Base práctica con ilustraciones

A continuación se plantean ejercicios para que practique el cálculo de valores de resistencia o verificación de los colores que debería de tener una resistencia. Recuerde que estos ejercicios no son evaluados ni serán entregados, pero es necesario que los haga si cree que necesita fortalecer este conocimiento. Para la realización de los ejercicios puede utilizar cualquiera de las dos formas vistas en clase. Si tiene dudas sobre esto, puede acercarse a mí para ayudarlo.

1. Calcule el valor de resistencia para los siguientes colores.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

1 ^{era} BANDA	2 ^{da} BANDA	3 ^{ra} BANDA	4 ^{ta} BANDA	5 ^{ta} BANDA	VALOR R
CAFÉ	NARANJA	VIOLETA	ROJO		
ROJO	ROJO	ROJO	DORADO		
VIOLETA	BLANCO	NARANJA	PLATA		
AMARILLO	AZUL	CAFÉ	SIN COLOR		
VERDE	AZUL	NEGRO	ROJO		
NARANJA	CAFÉ	AMARILLO	CAFÉ		
BLANCO	VERDE	DORADO	PLATA		
GRIS	GRIS	GRIS	DORADO		
VIOLETA	ROJO	PLATA	DORADO		
CAFÉ	AMARILLO	AZUL	AMARILLO		
NARANJA	ROJO	VIOLETA	CAFÉ	DORADO	
AZUL	VERDE	GRIS	NARANJA	PLATA	
AMARILLO	CAFÉ	ROJO	NEGRO	SIN COLOR	
VIOLETA	AMARILLO	BLANCO	ROJO	AMARILLO	
ROJO	CAFÉ	AZUL	AMARILLO	DORADO	
VERDE	CAFÉ	ROJO	AZUL	CAFÉ	
CAFÉ	NEGRO	NEGRO	NEGRO	DORADO	
AMARILLO	ROJO	NARANJA	DORADO	DORADO	
NARANJA	VIOLETA	AZUL	PLATA	PLATA	
CAFÉ	AMARILLO	ROJO	NEGRO	CAFE	

2. Identifique los colores que debería de llevar las resistencias según el valor de cada una de ellas.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

1 ^{era} BANDA	2 ^{da} BANDA	3 ^{ra} BANDA	4 ^{ta} BANDA	5 ^{ta} BANDA	VALOR R
					15KΩ
					300Ω
					570Ω
					1.2KΩ
					3.3KΩ
					2MΩ
					1.5MΩ
					220Ω
					1.3Ω
					33Ω
					3.54KΩ
					1,250MΩ
					860Ω
					2.2KΩ
					790Ω
					65MΩ
					57.8MΩ
					680KΩ
					1.2Ω
					0.8Ω

EL DIODO RECTIFICADOR

- INTRODUCCIÓN

Los diodos son dispositivos semiconductores que permiten hacer fluir la electricidad solo en un sentido. La flecha del símbolo del diodo muestra la dirección en la cual puede fluir la corriente. Los diodos son la versión eléctrica de la válvula o tubo de vacío y al principio los diodos fueron llamados realmente válvulas.

Caída de tensión en directa. Curva característica

La electricidad utiliza una pequeña energía para poder pasar a través del diodo, de forma similar a como una persona empuja una puerta venciendo un muelle. Esto significa que hay un pequeño voltaje a través de un diodo conduciendo, este voltaje es llamado caída de voltaje o tensión en directa y es de unos 0,7 V para todos los diodos normales fabricados de silicio. La caída de voltaje en directa de un diodo es casi constante cualquiera que sea la corriente que pase a través de él por lo que tiene una característica muy pronunciada (gráfica corriente-voltaje).



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Tensión inversa Cuando una tensión o voltaje inverso es aplicado sobre un diodo ideal, este no conduce corriente, pero todos los diodos reales presentan una fuga de corriente muy pequeña de unos pocos μA (10^{-6} A) o menos. Esto puede ignorarse o despreciarse en la mayoría de los circuitos porque será mucho más pequeña que la corriente que fluye en sentido directo. Sin embargo, todos los diodos tienen un máximo voltaje o tensión inversa (usualmente 50 V o más) y si esta se excede el diodo fallará y dejará pasar una gran corriente en dirección inversa, esto es llamado ruptura. Los diodos ordinarios pueden clasificarse dentro de dos tipos: – diodos de señal los cuales dejan pasar pequeñas corrientes de 100 mA o menos, y – diodos rectificadores los cuales dejan pasar grandes corrientes Además hay diodos LED (light emitter diode: diodo emisor de luz) y diodos zener, estos últimos suelen funcionar con tensión inversa y permiten regular y estabilizar el voltaje.

Conexión y soldadura Los diodos deben conectarse de la forma correcta, el diagrama puede ser etiquetado como (+) para el ánodo y (–) para el cátodo. El cátodo es marcado por una línea pintada sobre el cuerpo del diodo. Los diodos están rotulados con su código en una pequeña impresión, puede que necesites una lupa potente para leer esta etiqueta sobre diodos de pequeña señal! Los diodos de pequeña señal pueden dañarse por calentamiento cuando se sueldan, pero el riesgo es pequeño a menos que estés usando un diodo de germanio (su código comienza con OA...) en cuyo caso deberías usar un disipador de calor enganchado al terminal entre la unión y el cuerpo del diodo. Un simple terminal metálico de tipo cocodrilo puede ser usado como disipador de calor. a: ánodo k: cátodo Los diodos rectificadores son bastante más robustos y no es necesario tomar precauciones especiales para soldarlos.

-OBJETIVO

Realizar mediciones de variables eléctricas en circuitos básicos y visualizar las aplicaciones generales utilizando diodos semiconductores.

- MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Multímetro



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

- 1 Fuente de alimentación de CD
- 1 Generador de señales
- 1 Osciloscopio de 2 canales
- 2 Diodo rectificador 1N4001 o equivalente
- 1 Diodo Led color rojo
- 1 Diodo Led color verde • 1 Puente de diodos a 1 Amp.
- 1 Transformador con derivación central y salida de 12V a 500 mA
- 1 Capacitor electrolítico de 1 μF a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 4.7 μF a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 220 μF a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 1000 μF a 25 V
- 5 Resistores de 10 $\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ W
- 1 Resistor de 220 Ω a $\frac{1}{2}$ W
- 1 Resistor de 18 Ω a $\frac{1}{2}$ W
- 1 Potenciómetro de 5k Ω
- 1 Regulador de voltaje fijo LM7805
- 1 Regulador de voltaje variable LM317

NOTA: Se incluyen las hojas de datos de los dispositivos electrónicos a utilizarse en esta práctica. Lea cuidadosamente estas características para el adecuado manejo de estos dispositivos.

-DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Paso 1. Identificación de las terminales del diodo. Con la ayuda de un multímetro en la opción de probador de diodos, conecte al diodo las puntas de prueba como se muestra a continuación e identifique las terminales de ánodo y cátodo.

Anote sus conclusiones.





INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

Paso 2. Medición de voltaje umbral de distintos diodos. Realizando el mismo procedimiento del punto anterior, llene la siguiente tabla con los voltajes umbrales medidos para diferentes tipos de diodos.

TIPO DE DIODO	VOLTAJE UMBRAL
Diodo de Silicio 1N4001	
Diodo de Germanio NTE109	
Diodo Led Rojo	
Diodo Led Verde	

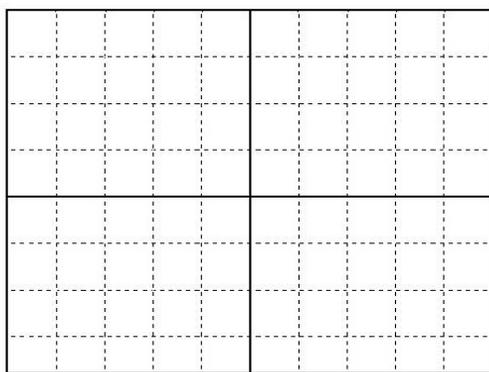
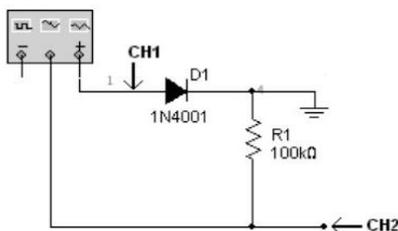
Paso 3. Curva característica del diodo. Arme el siguiente circuito para visualizar la curva característica de un diodo semiconductor. Alimente el circuito con una señal senoidal con amplitud pico de 10 volts y frecuencia de 1 kHz.

(a) Utilice el osciloscopio en modo X-Y para visualizar los resultados y dibuje las formas de onda resultante.

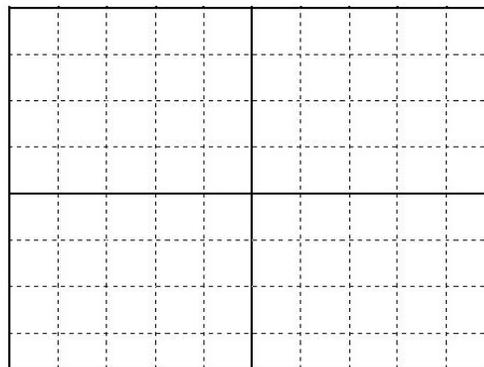
Invierta el canal 2.

Utilice un diodo de silicio.

(b). Repita el mismo experimento para un diodo de germanio.



Gráficas del circuito (a)

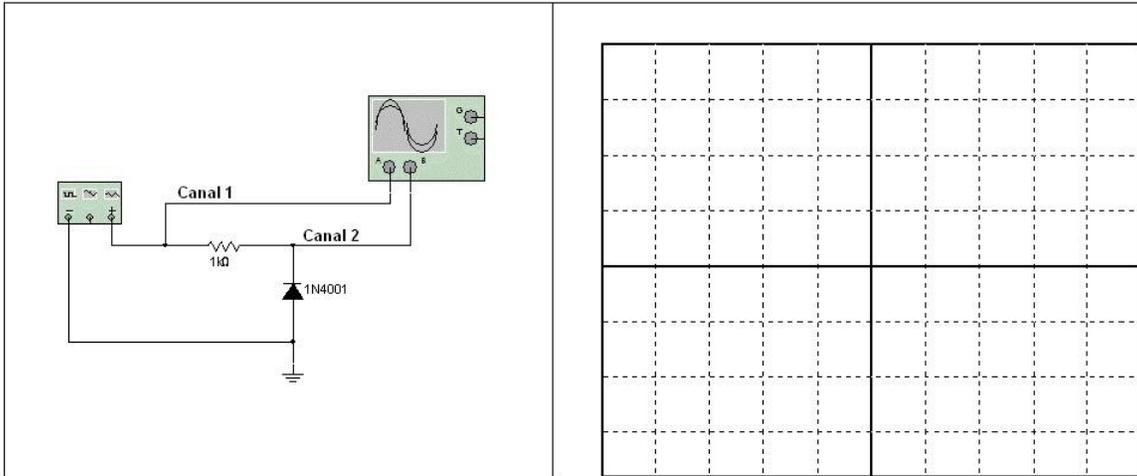


Gráficas del circuito (b)



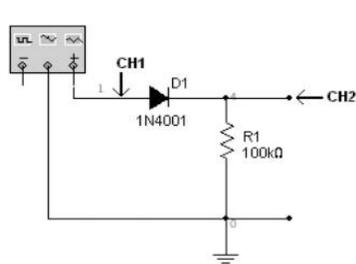
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

Paso 4. Circuitos Recortadores. Arme cada uno de los siguientes circuitos y dibuje los oscilogramas correspondientes. Utilice como entrada una señal triangular de 10 Vpp a 1 kHz del generador de señales.

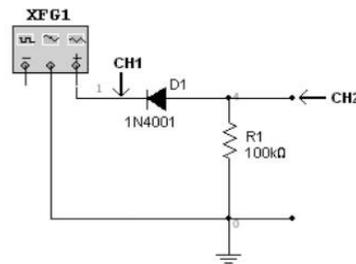


Paso 5. Circuitos rectificadores.

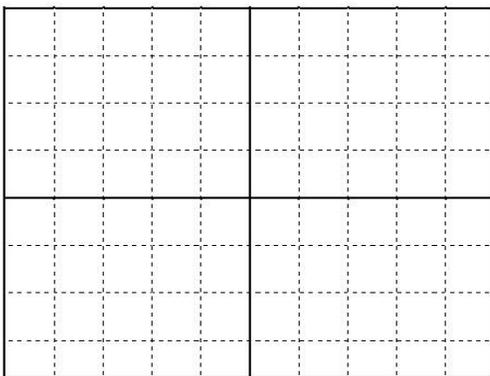
5.1 Rectificador de media onda. Arme los siguientes circuitos rectificadores de media onda y grafique sus resultados. Utilice una señal senoidal con amplitud de 6 volts y frecuencia de 1 kHz.



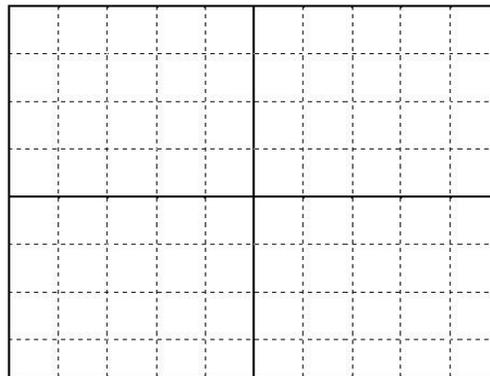
(a)



(b)



Gráficas del circuito (a)



Gráficas del circuito (b)

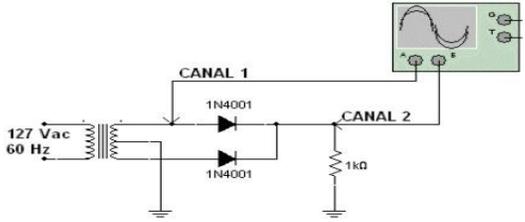
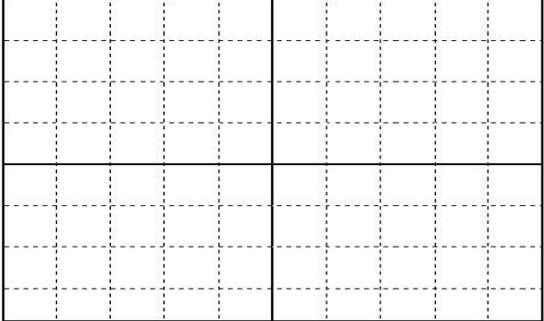
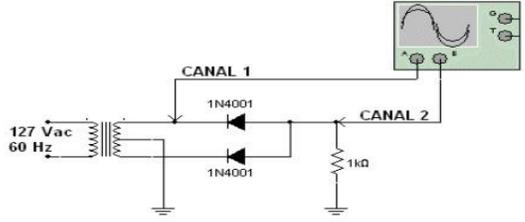
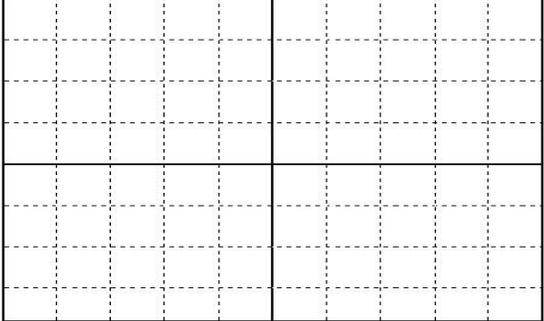
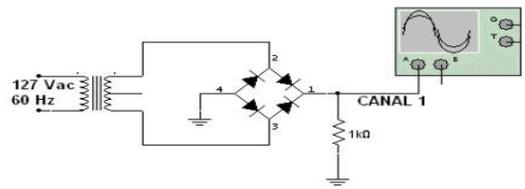
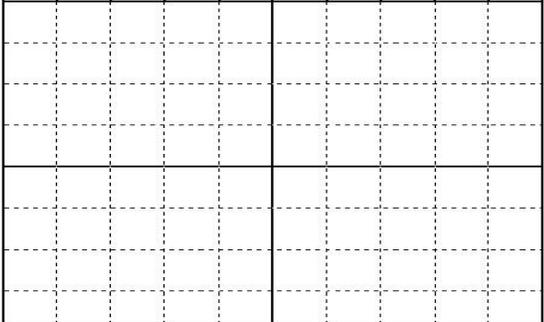


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

5.2. Rectificadores de onda completa.

Arme los siguientes circuitos rectificadores de onda completa y grafique las señales resultantes.

Utilice el transformador de 12 Vrms a 500 mA conectado a la línea de alimentación.

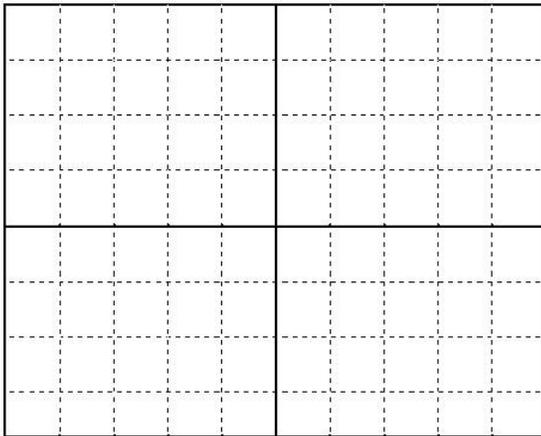
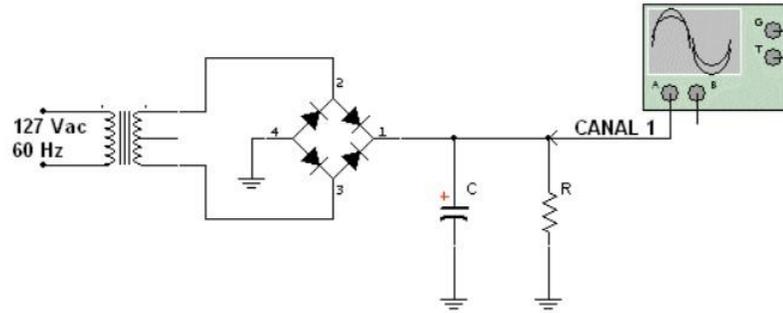
	
	
	



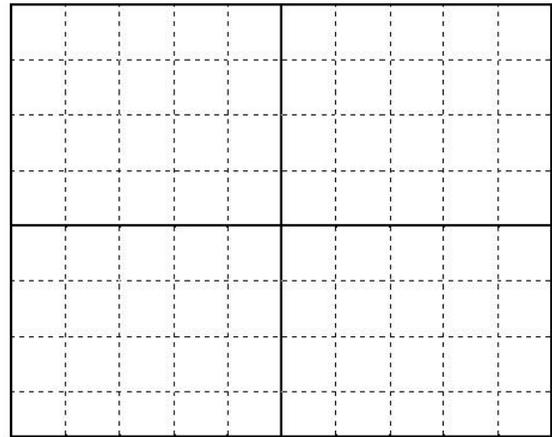
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

5.3 Rectificador con filtro capacitivo.

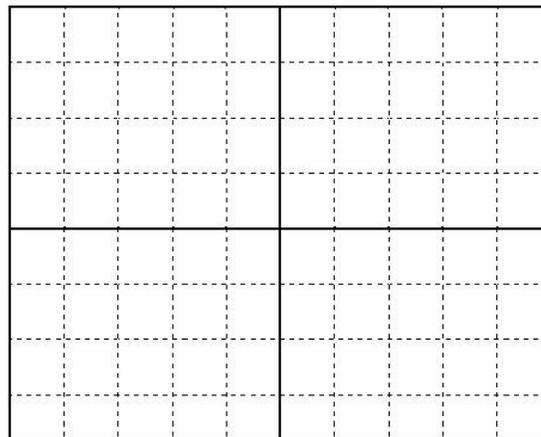
Al circuito rectificador de onda completa conecte un capacitor en paralelo al resistor de carga. Dibuje las señales de salida. Utilice 3 valores de capacitores diferentes, $4.7 \mu\text{F}$, $220 \mu\text{F}$ y $1000 \mu\text{F}$. El resistor será de $10 \text{ k}\Omega$.



(a). Oscilograma con $C=4.7 \mu\text{F}$



(b). Oscilograma con $C=220 \mu\text{F}$



(c). Oscilograma con $C=1000 \mu\text{F}$



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

El alumno entregara un reporte de práctica con los siguientes criterios

- Portada
- Introducción
- Justificación
- Metodología y desarrollo
- Obtención de resultados
- Resultados y discusiones
- Anexos
- Referencias bibliográficas.

-REFERENCIAS

Boylestad, R. y Nashelsky L. (2009). *Electrónica, Teoría de circuitos (8ª Ed.)*. México. Pearson Educación.

Malvino, A. (2007). *Principios de electrónica (7ª Ed.)*. México. Mc Graw HillBoylestad

Robert L., Nashelsky Louis (2009) *Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*, México, Décima edición, Editorial Prentice Hall.

Nota: Se presenta el listado de bibliografías utilizadas en el fundamento teórico y en el desarrollo de la práctica en sistema de referencia APA.

-ANEXOS

Se recomienda poner en anexos las partes del trabajo que, intercaladas en medio del texto romperían la continuidad de lectura del mismo, por ejemplo deducciones detalladas de alguna expresión, cálculos largos y detallados, códigos y enumeración detallada de algunos componentes.

El docente según considere podría proporcionar tablas de valores, indicadores, manuales de equipos u otro

PRACTICA 2. CIRCUITOS RECTIFICADORES.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

-INTRODUCCIÓN

Diodos rectificadores (grandes corrientes) Los diodos rectificadores son usados en fuentes de alimentación para convertir la corriente alterna (AC) a corriente continua (DC), un proceso conocido como rectificación. También son usados en circuitos en los cuales han de pasar grandes corrientes a través del diodo. Todos los diodos rectificadores están hechos de silicio y por lo tanto tienen una caída de tensión directa de 0,7 V. La tabla muestra la máxima corriente y el máximo voltaje inverso para algunos diodos rectificadores populares. El 1N4001 es adecuado para circuitos con más bajo voltaje y una corriente inferior a 1A

Puentes rectificadores Hay varias maneras de conectar los diodos para construir un rectificador y convertir la AC en DC. El puente rectificador es una de ellas y está disponible en encapsulados especiales que contienen los cuatro diodos requeridos. Los puentes rectificadores se clasifican por su máxima corriente y máxima tensión inversa.

-OBJETIVO

El alumno construirá y medirá los parámetros básicos en un rectificador de media onda con diodo.

-LUGAR

La práctica se realizara en el laboratorio de Ciencias Básicas. (Considerando el reglamento descrito anteriormente)

-SEMANA DE EJECUCIÓN

La Práctica Rectificador de media onda con diodo De Laboratorio De Electrónica, se realizara la 3 semana de la asignatura.

- MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Multímetro
- 1 Fuente de alimentación de CD
- 1 Generador de señales
- 1 Osciloscopio de 2 canales
- 2 Diodo rectificador 1N4001 o equivalente
- 1 Diodo Led color rojo • 1 Diodo Led color verde • 1 Puente de diodos a 1 Amp.
- 1 Transformador con derivación central y salida de 12V a 500 mA



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

- 1 Capacitor electrolítico de 1 μF a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 4.7 μF a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 220 μF a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 1000 μF a 25 V
- 5 Resistores de 10 $\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ W
- 1 Resistor de 220 Ω a $\frac{1}{2}$ W
- 1 Resistor de 18 Ω a $\frac{1}{2}$ W • 1 Potenciómetro de 5 $\text{k}\Omega$
- 1 Regulador de voltaje fijo LM7805
- 1 Regulador de voltaje variable LM317

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Circuitos rectificadores.

Paso 1. Rectificador de media onda. Arme los siguientes circuitos rectificadores de media onda y grafique sus resultados. Utilice una señal senoidal con amplitud de 6 volts y

Paso 2. Rectificadores de onda completa.

Arme los siguientes circuitos rectificadores de onda completa y grafique las señales resultantes. Utilice el transformador de 12 Vrms a 500 mA conectado a la línea de alimentación.

Paso 3. Rectificador con filtro capacitivo. Al circuito rectificador de onda completa conecte un capacitor en paralelo al resistor de carga. Dibuje las señales de salida. Utilice 3 valores de capacitores diferentes, 4.7 μF , 220 μF y 1000 μF . El resistor será de 10 $\text{k}\Omega$.

- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

El alumno entregara un reporte de práctica con los siguientes criterios

- Portada



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN GUIA DE APRENDIZAJE

- Introducción
- Justificación
- Metodología y desarrollo
- Obtención de resultados
- Resultados y discusiones
- Anexos
- Referencias bibliográficas.

-REFERENCIAS

Boylestad, R. y Nashelsky L. (2009). *Electrónica, Teoría de circuitos (8ª Ed.)*. México. Pearson Educación.

Malvino, A. (2007). *Principios de electrónica (7ª Ed.)*. México. Mc Graw HillBoylestad

Robert L., Nashelsky Louis (2009) *Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*, México, Décima edición, Editorial Prentice Hall.

Nota: Se presenta el listado de bibliografías utilizadas en el fundamento teórico y en el desarrollo de la práctica en sistema de referencia APA.

-ANEXOS

Se recomienda poner en anexos las partes del trabajo que, intercaladas en medio del texto romperían la continuidad de lectura del mismo, por ejemplo deducciones detalladas de alguna expresión, cálculos largos y detallados, códigos y enumeración detallada de algunos componentes.



CIRCUITOS RECTIFICADORES.

-INTRODUCCIÓN

Diodos rectificadores (grandes corrientes) Los diodos rectificadores son usados en fuentes de alimentación para convertir la corriente alterna (AC) a corriente continua (DC), un proceso conocido como rectificación. También son usados en circuitos en los cuales han de pasar grandes corrientes a través del diodo. Todos los diodos rectificadores están hechos de silicio y por lo tanto tienen una caída de tensión directa de 0,7 V. La tabla muestra la máxima corriente y el máximo voltaje inverso para algunos diodos rectificadores populares. El 1N4001 es adecuado para circuitos con más bajo voltaje y una corriente inferior a 1A

Puentes rectificadores Hay varias maneras de conectar los diodos para construir un rectificador y convertir la AC en DC. El puente rectificador es una de ellas y está disponible en encapsulados especiales que contienen los cuatro diodos requeridos. Los puentes rectificadores se clasifican por su máxima corriente y máxima tensión inversa.

-OBJETIVO

El alumno construirá y medirá los parámetros básicos en un rectificador de media onda con diodo.

- MATERIAL Y EQUIPO

- 1 Multímetro
- 1 Fuente de alimentación de CD
- 1 Generador de señales
- 1 Osciloscopio de 2 canales
- 2 Diodo rectificador 1N4001 o equivalente
- 1 Diodo Led color rojo • 1 Diodo Led color verde • 1 Puente de diodos a 1 Amp.
- 1 Transformador con derivación central y salida de 12V a 500 mA
- 1 Capacitor electrolítico de 1 μ F a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 4.7 μ F a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 220 μ F a 25 V
- 1 Capacitor electrolítico de 1000 μ F a 25 V
- 5 Resistores de 10 k Ω a ½ W
- 1 Resistor de 220 Ω a ½ W

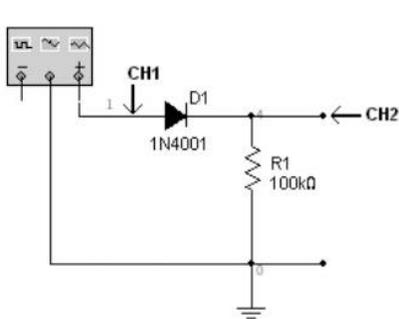


- 1 Resistor de 18Ω a $\frac{1}{2} W$
- 1 Potenciómetro de $5k\Omega$
- 1 Regulador de voltaje fijo LM7805
- 1 Regulador de voltaje variable LM317

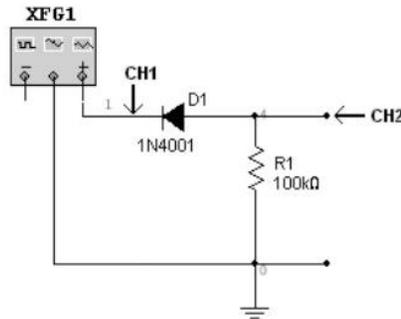
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Circuitos rectificadores.

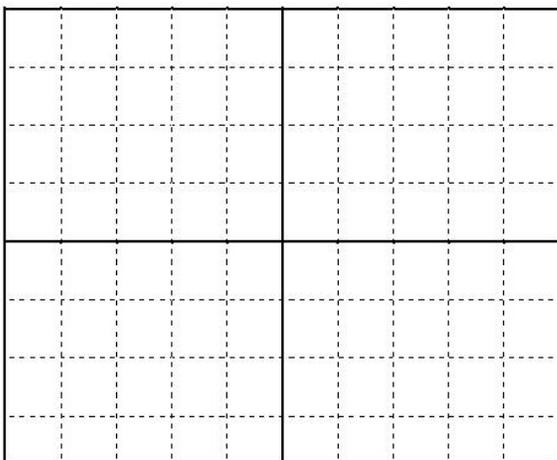
Paso 1. Rectificador de media onda. Arme los siguientes circuitos rectificadores de media onda y grafique sus resultados. Utilice una señal senoidal con amplitud de 6 volts y frecuencia de 1kHz.



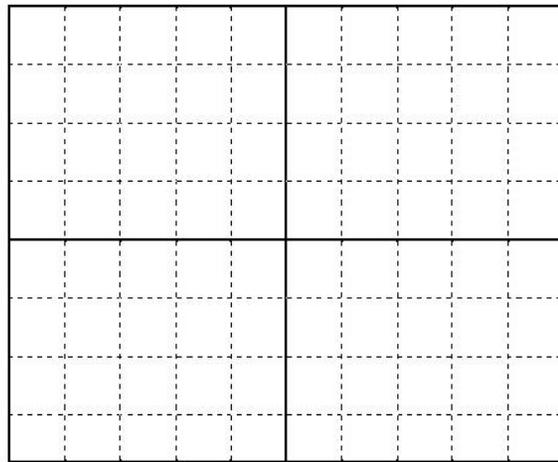
(a)



(b)



Gráficas del circuito (a)



Gráficas del circuito (b)



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

Paso 2. Rectificadores de onda completa.

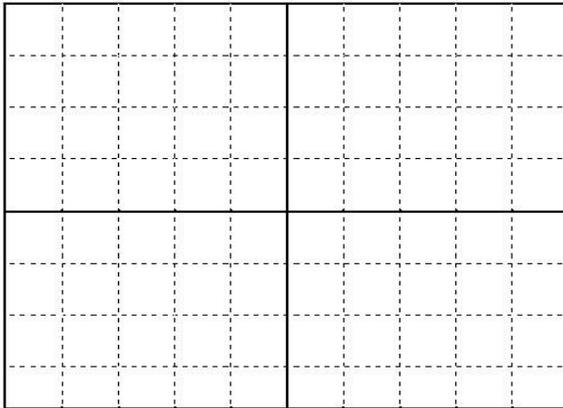
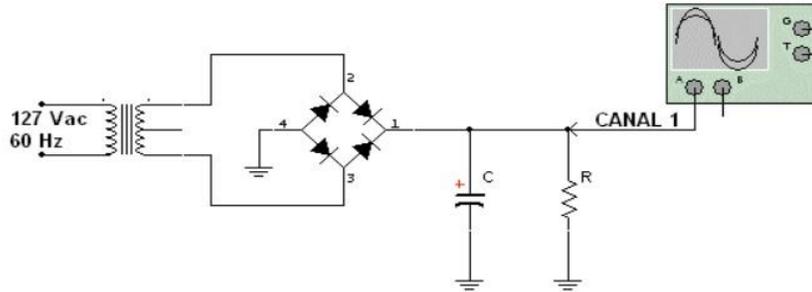
Arme los siguientes circuitos rectificadores de onda completa y grafique las señales resultantes.

Utilice el transformador de 12 Vrms a 500 mA conectado a la línea de alimentación.

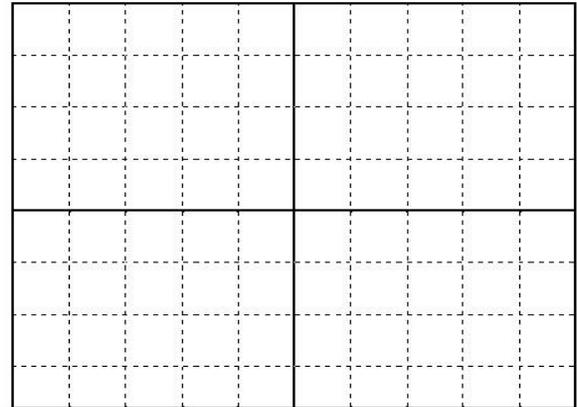


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

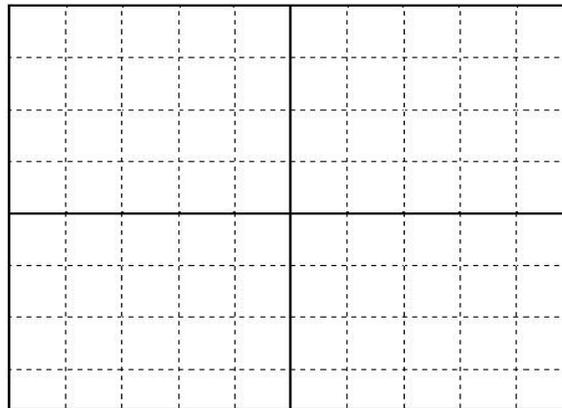
Paso 3. Rectificador con filtro capacitivo. Al circuito rectificador de onda completa conecte un capacitor en paralelo al resistor de carga. Dibuje las señales de salida. Utilice 3 valores de capacitores diferentes, $4.7 \mu\text{F}$, $220 \mu\text{F}$ y $1000 \mu\text{F}$. El resistor será de $10 \text{ k}\Omega$.



(a). Oscilograma con $C=4.7 \mu\text{F}$



(b). Oscilograma con $C=220 \mu\text{F}$



(c). Oscilograma con $C=1000 \mu\text{F}$



- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

El alumno entregara un reporte de práctica con los siguientes criterios

- Portada
- Introducción
- Justificación
- Metodología y desarrollo
- Obtención de resultados
- Resultados y discusiones
- Anexos
- Referencias bibliográficas.

-REFERENCIAS

Boylestad, R. y Nashelsky L. (2009). Electrónica, Teoría de circuitos (8ª Ed.). México. Pearson Educación.

Malvino, A. (2007). Principios de electrónica (7ª Ed.). México. Mc Graw HillBoylestad

Robert L., Nashelsky Louis (2009) Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, México, Décima edición, Editorial Prentice Hall.

Nota: Se presenta el listado de bibliografías utilizadas en el fundamento teórico y en el desarrollo de la práctica en sistema de referencia APA.

-ANEXOS

Se recomienda poner en anexos las partes del trabajo que, intercaladas en medio del texto romperían la continuidad de lectura del mismo, por ejemplo deducciones detalladas de alguna expresión, cálculos largos y detallados, códigos y enumeración detallada de algunos componentes. El docente según considere podría proporcionar tablas de valores, indicadores, manuales de equipos u otros.



4. ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE 1: Análisis y Planeación	
Descripción:	Discusión sobre las lecturas, artículos y guías de práctica.
Ambiente(s) requerido:	Aula amplia con buena iluminación.
Material (es) requerido:	Proyector. Equipos de comprobación electrónica: Osciloscopio. Multímetro.
Docente:	Material para la clase y dominio de la misma.

5. ACTIVIDADES

- Controles de lectura
- Exposiciones
- Presentación de informes de prácticas.

6. EVIDENCIAS Y EVALUACIÓN

Tipo de Evidencia	Descripción (de la evidencia)
De conocimiento:	Ensayo expositivo grupal de lecturas Manejo e identificación de equipos e instrumentos electrónicos
Desempeño:	Trabajo grupal presentación de informes de prácticas.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR JAPÓN
GUIA DE APRENDIZAJE

De Producto:	Trabajo de realizado
Criterios de Evaluación	Actuación en clase Presentación de informes de prácticas Defensa de informes de prácticas Lecciones escritas Tareas en casa y trabajo en aula.

Elaborado por: Ing. Gabriel Córdova, Mg.	Revisado Por: (Coordinador)	Reportado Por: (Vicerrector)



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR JAPÓN

AMOR AL CONOCIMIENTO

POMASQUI-

c/Marieta Veintimilla E5-471 y Sta. Teresa 4ta transversal

Tlfs: 022356-368 - 0986915506

www.itsjapon.edu.ec