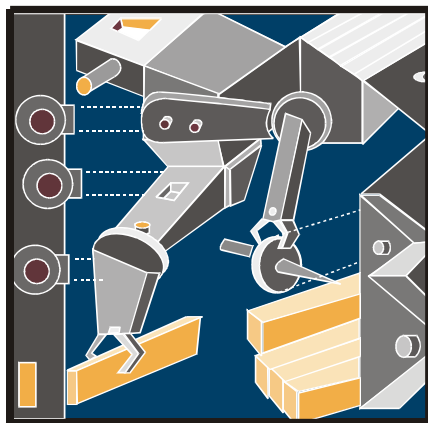




Profesional Técnico-Bachiller en Mantenimiento de Sistemas Automáticos

Manual Teórico Práctico del Módulo Autocontenido Específico:

Prácticas de Electrónica Básica

e-cbcc

**Educación-Capacitación
Basadas en Competencias
Contextualizadas**

Capacitado por:

PARTICIPANTES

Coordinadores

Suplente del Director General
Secretario Académico
Director de Diseño Curricular de la
Formación Ocupacional
Coordinador de Área
Revisor Contenidos
Revisor Pedagógico
Revisor Contextualización

Joaquín Ruiz Nando
Marco Antonio Norzagaray
Gustavo Flores Fernández

Jaime J. Ayala Arellano
Víctor Arturo Olazarán Zamora
Virginia Morales Cruz
Agustín Valerio
Armando Guillermo Prieto Becerril

Asociación Mexicana de
Ingenieros Mecánicos y Electricistas
Director General
Especialista Contenido
Especialista Pedagógico

Prácticas de Electrónica Básica
Manual Teórico-Práctico del
Programa de Estudios de las
Carreras de Técnico-Bachiller.

D.R. © 2004 CONALEP.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, incluida la portada, por cualquier medio sin autorización por escrito del CONALEP. Lo contrario representa un acto de piratería intelectual perseguido por la ley penal.

E-CBCC

Av. Conalep n° 5, Col. Lázaro Cárdenas, C.P. 52140 Metepec,
Estado de México.

Directorio

Suplente del Director General

Joaquín Ruíz Nando

Secretario de Desarrollo Académico y de Capacitación

Marco Antonio Norzagaray

Director de Diseño de Curricular de la Formación Ocupacional

Gustavo Flores Fernández

Coordinador de las Áreas de Automotriz Electrónica y Telecomunicaciones Instalación y Mantenimiento

Jaime G. Ayala Arellano

Grupos de Trabajo para el Diseño del Manual*Asesoría externa*

Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas, A.C.
(AMIME)

*Asesoría interna***Especialista de contenido**

Víctor Arturo Olazarán Zamora

Revisor pedagógico

Virginia Morales Cruz

Revisores de la contextualización

Agustín Valerio

Armando Guillermo Prieto Becerril

Mantenimiento de Sistemas Automáticos**Prácticas de Electrónica Básica**

Módulo autocontenido

De Segundo Semestre

D. R. © 2004 Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica.

Este material es vigente a partir de agosto 2004,

Se autoriza su reproducción parcial o total, previa autorización por escrito del Conalep.

Av. Conalep N° 5, Col. Lázaro Cárdenas, C.P. 52140, Metepec, Edo. de México.

www.conalep.edu.mx

Índice	Pág.
I. Mensaje al alumno	7
II. Como utilizar este manual	8
III. Propósito del módulo autocontenido	11
IV. Normas de competencia laboral	12
V. Especificaciones de evaluación	13
VI. Mapa curricular del módulo autocontenido	14
Unidad I. Manejo de Física Electrónica	
Propósito de la Unidad	
1.1. Utilizar componentes electrónicos, aplicando la teoría electrónica	
1.1.1. Componentes electrónicos.	
Resistencias	
Tipos de Resistores	
Los Resistores Fijos	
Los Resistores Variables	
Características	
El Código De Colores Y Los Valores Estándar De Resistores	
Los Conductores	
Los semiconductores	
Los aisladores	
Superconductores	
Aplicaciones	
Ejercicios	
1.1.2. Operadores o Compuertas lógicas	
Introducción	
Compuerta AND	
Compuerta OR	
Compuerta NOT	
Compuerta NAND	
Compuerta NOR	
Compuerta XOR	
Compuerta XNOR	
Avances Recientes	
1.2. Utilizar la electrónica, identificando la Ley de Faraday.	
1.2.1. Electromagnética y sus aplicaciones	
Campo magnético	
Principio de inducción	
Introducción	
Los Experimentos de Faraday	
Flujo magnético	
La ley de Faraday-Henry	
El sentido de las corrientes inducidas	
Ley de Faraday-Henry	
Ejercicio de aplicación: Aplicación de la ley de Faraday-Henry y del	

1.2.2. 1.2.3. Unidad II. 2.1. 2.1.1. 2.1.2. 2.1.3. 2.1.4.	concepto de flujo magnético Análisis de circuitos. Ley de OHM Las Leyes De Kirchhoff Terminología Descripción de un circuito Método De Voltajes De Nodo Ejercicios Método De Corriente De Malla Ejercicios Física de Semiconductores. Introducción Características y Clasificación Definición de Dopar y Materiales tipo P y N La unión rectificadora p-n y Aplicaciones. Aplicaciones de los semiconductores Manejo de Componentes y Dispositivos Electrónicos. Propósito de la Unidad II Componentes específicos, utilizados en sistemas electrónicos. Diodos Introducción Rectificadores de media onda y onda completa Rectificador de media onda Rectificador de onda completa Ejercicios Transistores Introducción del transistor Dos diodos de unión en serie Diodo base-emisor: conduce Diodo colector-base: no conduce normalmente Efecto transistor Aplicaciones de los transistores Principales ventajas del transistor Desventajas del transistor El JFET Aplicaciones El MOSFET Aplicaciones típicas de los MOSFETS Representación Desventajas del JFET y del MOSFET Aplicaciones de los MOSFET's Resistores Ley de OHM Aplicaciones de las resistencias Ejercicios Inductores Introducción Elección de Inductores Aplicaciones de la inducción o inductores
---	---

	La autoinducción Algunos Efectos en los Inductores 2.2. Dispositivos utilizados en sistemas electrónicos. 2.2.1. Fuentes Fuentes de poder Fuentes de alimentación Transformadores Fuentes conmutadas División de voltaje Filtros Regulación de voltaje y voltaje de rizo Filtro capacitor Filtro RC Reguladores de voltaje de CI Reguladores de Voltaje de tres terminales Reguladores de voltaje positivo fijo Reguladores de voltaje negativo fijo 2.2.2. Amplificadores de potencia. Introducción Amplificadores Clase A Alimentado en serie Operación de la polarización Operación en AC Consideraciones de Potencia Potencia de salida Acoplado con transformador Acción de transformador Transformación de voltaje Transformación de corriente Transformación de impedancia Operación del amplificador clase B Potencia de entrada (DC) Unidad III. Manejo de Circuitos Eléctricos y Magnéticos. Propósito de la Unidad III 3.1. Manejar circuitos eléctricos y magnéticos, identificando la Teoría Electromagnética. 3.1.1. Circuitos electromagnéticos. Teoría electromagnética Electromagnetismo Ley de Coulomb Propiedades eléctricas de los sólidos Cargas eléctricas Pasos para desarrollar teorías electromagnéticas 3.1.2. Modelo electromagnético. Construcción de un modelo. Enfoque inductivo y deductivo 3.1.3. Cantidades básicas del modelo electromagnético. Cantidades de fuente.	
--	--	--

3.2. 3.2.1. 3.2.2. 3.2.3. 3.2.4. 3.2.5.	Cantidades de campo Aplicar diagramas fasoriales para análisis de circuitos Aplicación de la corriente alterna. Introducción Características de la señal alterna Ventajas de la señal alterna Generación de la corriente alterna Aplicaciones Ejercicios Representación de ondas senoidales mediante factores. Representación matemática y operaciones Suma y resta gráfica de señales alternas Representación matemática de señales senoidales Operaciones con números complejos Impedancia, inductancia y capacitancia Componentes en C.A. Resistencia, Condensador y Bobina Circuito con resistencia pura Circuito con bobina pura Circuito con condensador puro Potencia en sistemas alternos. El factor de potencia Impedancia , Reactancia capacitiva e inductiva Aplicaciones y ejercicios Desarrollo de diagramas fasoriales para circuitos dinámicos. Circuitos RC Circuitos RL Circuitos RLC	
---	--	--

I. Mensaje al alumno

El Conalep a partir de la Reforma Académica 2004, se ha dado a la tarea de actualizar y rediseñar sus planes de estudio en todas sus carreras, innovando sus manuales teórico prácticos, con los avances educativos, científicos, tecnológicos y humanísticos predominantes en un sistema globalizado de acuerdo a las necesidades del país para contribuir a una alta competitividad de sus egresados, desarrollando en los alumnos la modalidad de Educación y Capacitación Basada en Competencias Contextualizadas, que considera las tendencias internacionales y nacionales de la educación tecnológica y científica, lo que implica un reto permanente en la conjugación del avance y al progreso de México.

*¡CONALEP TE DA LA BIENVENIDA AL
MÓDULO AUTOCONTENIDO
PRACTICAS DE ELECTRÓNICA BÁSICA*

Este manual teórico práctico que apoya al módulo autocontenido **Prácticas de Electrónica Básica**, el cual ha sido diseñado bajo la Modalidad Educativa Basada en Competencia Contextualizadas, con el fin de ofrecerte una alternativa para el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que contribuyan a elevar el potencial productivo de los egresados del CONALEP y que a la vez satisfagan las demandas actuales del sector laboral así como contribuir a la formación integral de tu persona y tengas la oportunidad de realizar estudios a nivel superior.

Esta modalidad requiere de tu participación e involucramiento activo en ejercicios y prácticas con simuladores, vivencias y casos

reales para promover un aprendizaje integral y significativo, es decir, debes formarte como persona autodidacta desde este punto con el fin de facilitarte la integración al nivel superior y a la carrera que desees estudiar a través de las prácticas y experiencias con el transcurso de la carrera. Durante este proceso deberás mostrar evidencias que permitirán evaluar tu aprendizaje y el desarrollo de competencias laborales y complementarias requeridas.

El conocimiento y la experiencia adquirida se verán reflejados a corto plazo en el mejoramiento de tu desempeño laboral y social, lo cual te permitirá llegar tan lejos como quieras en el ámbito profesional.

II. Como utilizar este manual.

- Las instrucciones generales que a continuación se te pide que realices, tienen la intención de conducirte a que vincules las competencias requeridas por el mundo de trabajo con tu formación de profesional técnico del CONALEP.
- Redacta cuales serían tus objetivos personales y principales al estudiar este módulo autocontenido.
- Analiza el Propósito del módulo autocontenido que se indica al principio del manual para que entiendas de lo que trata el curso, en que te puede ayudar y los puntos que mas sobresalgan de este; así como el de generarte un beneficio propio.
- Revisa el apartado de especificaciones de evaluación que son parte fundamental del modulo lo cual servirá como guía para ver si estas cumpliendo con los puntos de evaluación.
- Es fundamental que antes de empezar a abordar los contenidos del manual tengas muy claros los conceptos que a continuación se mencionan: competencia laboral, competencia central, competencia básica, competencia clave, unidad de competencia (básica, genéricas específicas), elementos de competencia, criterio y evidencias de desempeño, campo de aplicación, evidencias de conocimiento, evidencias por producto, norma técnica de institución educativa, formación ocupacional, módulo autocontenido, módulo integrador, unidad de aprendizaje, y resultado de aprendizaje de los cuales se te explicará de forma detallada por un PSA o un docente del plantel creando en ti la confianza en estos y el desenvolvimiento de tu persona que además aumentará tu nivel de socialización con los demás.
- Analiza el apartado «Normas Técnicas de Competencia Laboral, Norma Técnica de Institución Educativa» en el que podrás ver cada punto técnico que ayuda al desarrollo y desempeño de la materia cursada.
- Revisa el Mapa Curricular del módulo autocontenido. Que esta diseñado para mostrarte esquemáticamente las unidades y los resultados de aprendizaje que te permitirán llegar a desarrollar las competencias laborales que requiere para el buen manejo de este modulo.
- Revisa la Matriz de Competencias del módulo autocontenido. Donde se describe las competencias laborales, básicas y claves que se contextualizan como parte de la metodología que refuerza el aprendizaje que lo integra y lo hace significativo.
- Analiza la Matriz de contextualización del módulo autocontenido. Que en otras palabras es la forma del proceso de aprendizaje, el alumno establece una relación de conocimientos con un contexto científico, tecnológico, social, cultural e histórico que le permite hacer eficiente su aprendizaje.
- Realiza la lectura del contenido de cada capítulo, las actividades y ejercicios que vienen incluidos en este modulo de aprendizaje además de que la educación basada en normas de competencia

laborales la responsabilidad del aprendizaje es tuya, ya que eres el que desarrolla, implementa, crea y fija los conocimientos y habilidades hacia el éxito particular.

- Realiza y guíate con las imágenes de referencia para poder para poder lograr un desempeño de tus estudios satisfactorios; y

que logren sacar de ti lo mejor de tu potencial.

- Trata de obtener los puntos, definiciones y técnicas mas importantes de este modulo y con ayuda del PSA trata de ser eficiente en el aprendizaje de tus conocimientos y temas que estés desarrollando.

Imágenes de referencia

	Estudio individual		Investigación documental
	Consulta con el docente		Redacción de trabajo
	Comparación de resultados con otros compañeros		Repetición del ejercicio
	Trabajo en equipo		Sugerencias o notas
	Realización del ejercicio		Resumen
	Observación		Consideraciones sobre seguridad e higiene
	Investigación de campo		Portafolios de evidencias

III. Propósito del Módulo Autocontenido

Este módulo está diseñado para desarrollar habilidades en el manejo de electrónica básica, que los alumnos de la carrera de P.T.-B. en Mantenimiento de Sistemas Automáticos, requieren para instalar, operar y dar mantenimiento a controles y sistemas de automatización. Resulta de vital importancia el estudio de éste módulo dentro de la carrera, debido a que los módulos restantes aplicarán las competencias desarrolladas en este módulo.

El propósito dará como resultado un desarrollo incremental del alumno para competir en el ambiente laboral de este país, contribuyendo el buen desarrollo y desempeño del puesto que tenga a su cargo, destacando por el conocimiento que este obtenga con el modulo aquí presentado.

Este modulo basado en lo que se denomino competencias contextualizadas crea en el alumno una base de los conocimientos que se deben de tomar en cuenta para así facilitar al alumno el porque de cada tema y porque la importancia de este.

Como se ha mencionado a lo largo de este contexto el propósito principal de este modulo es que el alumno obtenga el mayor beneficio que pueda para así sobresalir y que este destaque por sus habilidades y que de mayor confianza a todo aquel alumno que egrese del CONALEP.

Además de que los conocimientos adquiridos gracias a este modulo sirvan

para que el individuo aplique lo que aprendió durante el transcurso de su vida, y que por lo tanto forme parte de su formación como técnico y como persona.

IV Normas Técnicas de Competencia Laboral o Norma de Institución Educativa

además de sitios de interés de esta institución.

Para que analices la relación que guardan las partes o componentes de la NTCL o NIE con el contenido del programa del módulo autocontenido de la carrera que cursas, te recomendamos consultarla a través de las siguientes opciones:

- Acércate con el docente o PSA para que te permita revisar su programa de estudio del módulo autocontenido de la carrera que cursas, para que consultes el apartado de la norma requerida, así como cualquier duda que tengas sobre estas para poder entender cada punto importante de la materia o aspecto que implique el desarrollo del módulo.
- Visita la página WEB del CONOCER en www.conocer.org.mx en caso de que el programa de estudio módulo ocupacional esta diseñado con una NTCL, en donde podrás encontrar todo aquello que se refiera a ellas y conocer la base de cada aspecto técnico que se desee consultar.
- Consulta la página de Intranet del CONALEP <http://intranet/> en caso de que el programa de estudio del módulo autocontenido está diseñado con una NIE, en esta página podrás encontrar otras cosas de interés en las que puedas apoyarte para seguir estudiando,

V Especificaciones de Evaluación

Durante el desarrollo de las prácticas se evaluará el desarrollo de esta, así como las precauciones que debe seguir para el bienestar de tu persona. El docente mediante la observación directa y con auxilio de una lista de cotejo confrontará el cumplimiento de los requisitos en la ejecución de las actividades y el tiempo real en que se realizó. En éstas quedarán registradas en las evidencias de desempeño y desarrollo de las prácticas.

Las autoevaluaciones de conocimientos correspondientes a cada capítulo además de ser un medio para reafirmar los conocimientos sobre los temas tratados, son también una forma de evaluar y recopilar evidencias de conocimiento.

Al término del módulo deberás presentar un Portafolios de Evidencias [1], el cual estará integrado por las listas de cotejo correspondientes a las prácticas de ejercicio, las autoevaluaciones de conocimientos que se encuentran al final de cada capítulo del manual y muestras de los trabajos realizados durante el desarrollo del módulo, con esto se facilitará la evaluación del aprendizaje para determinar que se ha obtenido la competencia laboral que es el fin de este tipo de módulos.

Deberás asentar datos básicos, tales como: nombre del alumno, fecha de evaluación, nombre y firma del evaluador y plan de evaluación.

Otra cosa importante y que no depende de alguna calificación es que tu mismo te autoevalúes sobre todos los conocimientos que este modulo te aportó para así saber y tener conciencia de todo lo que aprendiste y conocer los puntos que te fallan en el curso de tu aprendizaje.

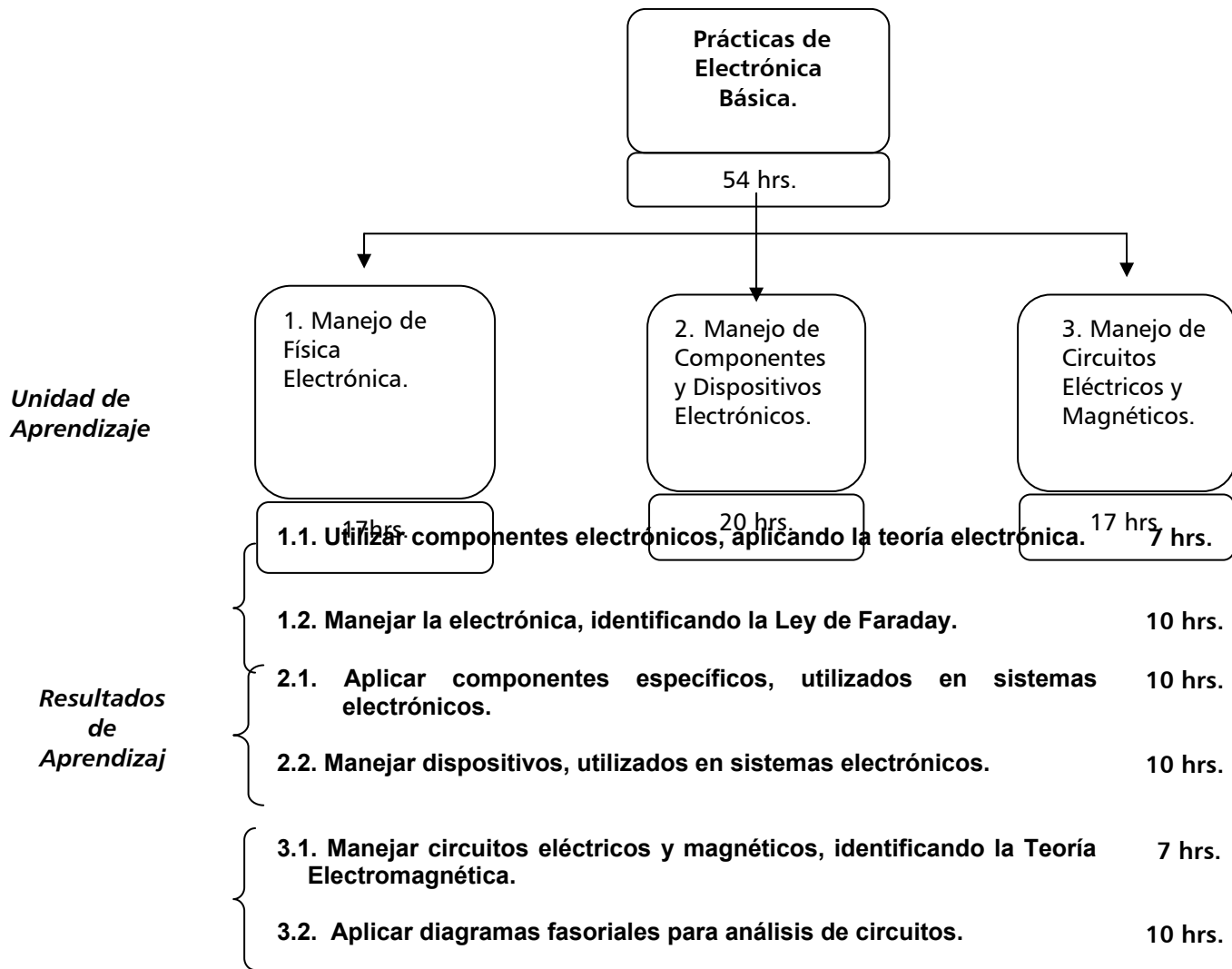
Parte de la evaluación quedará asentada en los ejercicios que realices conforme estudias este modulo, trata de obtener de cada uno de los ejercicios tips que te ayuden para resolver problemas mas grandes y complejos tales como se presentan en la vida cotidiana.

Al ver que se refuerzan los conocimientos de otros módulos junto con los de este modulo que tengan una relación entre si se evaluara de forma general conjuntando los aspectos importantes de cada una de estos.

1El portafolios de evidencias es una compilación de documentos que le permiten al evaluador, valorar los conocimientos, las habilidades y las destrezas con que cuenta el alumno, y a éste le permite organizar la documentación que integra los registros y productos de sus competencias previas y otros materiales que demuestran su dominio en una función específica (CONALEP. *Metodología para el diseño e instrumentación de la educación y capacitación basada en competencias*, Pág. 180).

VI. Mapa curricular del módulo ocupacional

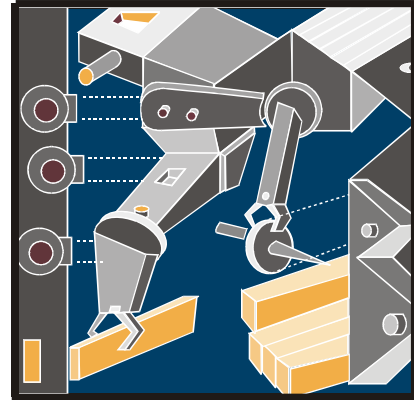
Clave: Q20521030434PRAEB01



■ Unidad I

Manejo de Física Electrónica

Módulo Autocontenido Optativo-Transversal
Norma Técnica de Institución Educativa
Segundo Semestre



Q-PRAEB-01

Modulo de Estudios de la carrera de Profesional Técnico-Bachiller en Mantenimiento de Sistemas Automáticos



UNIDAD I Manejo de Física Electrónica.

Propósito de la Unidad I

El propósito de esta unidad es el saber utilizar componentes electrónicos así como identificar como funcionan, conocer sus características y conocer algunos de los parámetros que caracterizan su comportamiento, otro de los elementos que entre los mas comunes son las resistencias, son aquellos conocidos como elementos semiconductores que gracias a ellos

componentes como procesadores de computadores son capaces de almacenar información y realizar otras funciones específicas para las que este destinado como las funciones lógicas AND, OR, NOT, etc.

Otro aspecto importante que abarca esta unidad y que es indispensable que se estudie para un entendimiento posterior son los fenómenos físicos como los campos eléctricos y campos magnéticos, que gracias a estos se presentan ciertos fenómenos, como el de poner en movimiento motores eléctricos, el estudio de la fuerza con la que giran y como la corriente que pasa por algún conductor presenta ciertos fenómenos muy curiosos que gracias a estos hay un sin numero de aplicaciones en la vida cotidiana.

Sin embargo todo esto tiene una cierta explicación es por eso que se complementa con el uso y aplicación de ciertas técnicas de análisis de circuitos. Las cuales son de las más importantes en ámbito de la electrónica.

1.1. Utilizar componentes electrónicos, aplicando la teoría electrónica.

1.1.1. Componentes electrónicos.

Resistencias

El flujo de carga que atraviesa cualquier material encuentra una fuerza opuesta que, en muchos aspectos, es similar a la fricción mecánica. Esta oposición denomina resistencia de material; es provocada por las colisiones entre los electrones y entre éstos y otros átomos en el material, las cuales convierten la energía eléctrica a calor. La unidad de medida de resistencia es el ohm, cuyo símbolo es la

letra griega omega Ω . En la figura 1 se aprecia el símbolo de la resistencia en un circuito, con la abreviatura gráfica de la resistencia (R).



Figura 1
El símbolo de resistencia y su notación

La resistencia de cualquier material con un área transversal uniforme se determina mediante los cuatro factores siguientes:

1. El material
2. La longitud
3. El áreas transversal
4. La temperatura

Los materiales elegidos, con singular estructura molecular, reaccionan de forma diferente de las presiones para establecer corriente a través de él. Los conductores que permiten un flujo de carga generoso con poca presión externa tendrán niveles de resistencia bajos, en tanto que los aisladores, tendrán características de resistencia altas.

Como podría esperarse, entre mas carga pase por la trayectoria, más alto es el nivel de resistencia, en tanto que cuanto mas grande es el área (y por lo tanto el espacio disponible), más baja es la resistencia. En consecuencia la resistencia es directamente proporcional a longitud e inversamente proporcional al área.

Conforme se incrementa la temperatura de casi todos los conductores el mayor movimiento de las partículas dentro de la estructura molecular hace cada vez más difícil que pasen los portadores “libres” y disminuye el nivel de resistencia.

A la temperatura fija de 20 °C (la temperatura ambiente), la resistencia se relaciona con otros tres factores mediante

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

en donde ρ (la letra griega rho) es una característica del material que se conoce como resistividad, l es la longitud y A es el área transversal de la muestra.

Las unidades de medidas sustituidas en la ecuación se relacionan con la aplicación. Por lo general, las unidades de medidas que se emplean para alambres circulares son las que aparecen en la figura 1. Para casi todas las otras aplicaciones que implican áreas importantes, como los circuitos integrados, se usan unidades como las definidas en la figura 2.

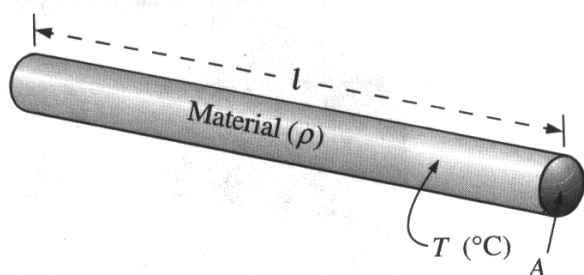


Figura 2

Factores que afectan la resistencia de un conductor

Tipos de Resistores

Los Resistores Fijos

Los resistores se hacen en muchas formas, pero todos pertenecen a uno de dos grupos: fijos o variables. El más común de los resistores de tipo fijo con bajo wattaje es el resistor de composición de carbono moldeado. La construcción básica 3.

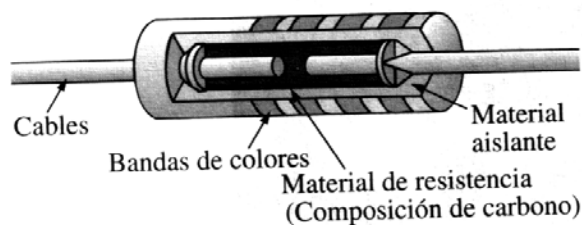


Figura 3

Resistor de composición fija

Los tamaños relativos de todos los resistores fijos y variables cambian con el rango de wattaje (potencia eléctrica), y aumenta el tamaño para mayores rangos de wattaje con el fin de soportar las corrientes más altas y las pérdidas por disipación. Los tamaños relativos de los resistores de composición modelada por diferentes rangos de wattaje aparecen en la figura 4. Los resistores de este tipo se adquieren con facilidad en valores que van de 2.7Ω a 22 MΩ.

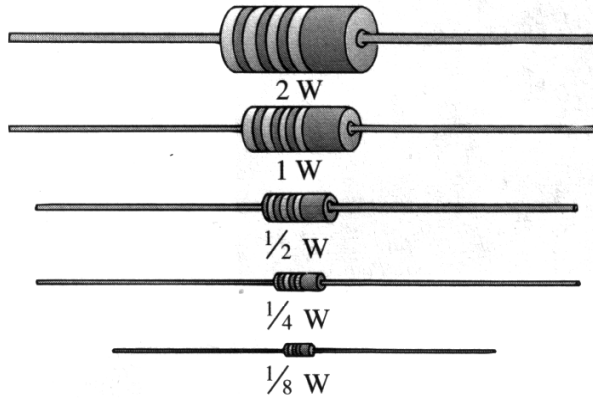
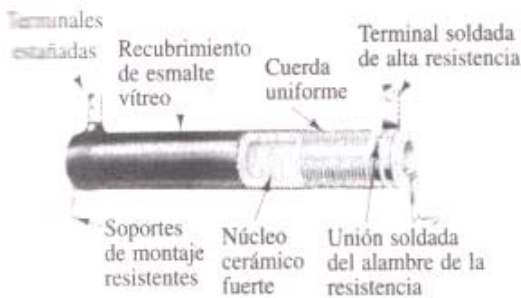


Figura 4

Resistores de composición fija de diferentes rangos de wattaje

La curva de la temperatura contra la resistencia para un resistor de tipo de composición de $10,000 \Omega$ y $0.5 M\Omega$. Observe el pequeño porcentaje de cambio de la resistencia en el rango operativo de temperatura normal. Otros tipos de resistores fijos que usan alambre de alta resistencia o películas metálicas aparecen en la figura 5.

La miniaturización de las partes –lo cual se usa ampliamente en las computadoras– requiere que se coloquen resistencias de valores distintos en empaques muy pequeños. En la figura 6 aparecen algunos ejemplos.



Resistor de alambre trenzado de esmalto vítreo
Aplicación: Todo tipo de equipo.



(b) Resistores de película de cermet de alto voltaje (en un cuerpo cerámico de alto grado).

Aplicación: Para aplicaciones de alto voltaje superior a 10 kV que requieren altos niveles de estabilidad.

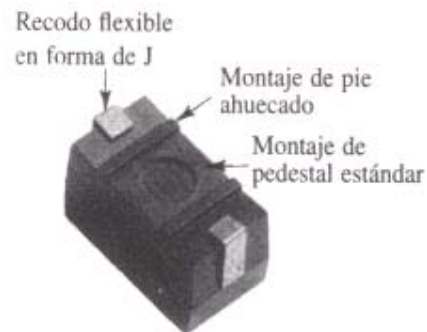


(c) Resistores de precisión de película metálica.

Aplicación: Para los casos en los que se pretende una alta estabilidad, un coeficiente bajo de temperatura y un nivel de ruido bajo.

Figura 5

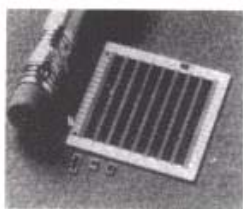
Resistores Fijos



a) Resistor de corriente eléctrica para montaje en superficie ideal para tarjetas de circuito impreso. Los recodos, patentados, en forma de J eliminan la necesidad de conexiones de soldadura. (De 0.8 W a 3 W en la construcción de alambre trenzado, película o película para corriente eléctrica.)



- (b) Resistores de alambre trenzado para corriente eléctrica de precisión con valor máximo de 2 W y tolerancias con valor mínimo de 0.05%. También existen coeficientes de temperatura con un mínimo de 20 ppm/°C.



- (c) Los resistores de película gruesa dan flexibilidad en el diseño de circuitos integrados híbridos. Existen electrodos preestañados, de oro o de plata. La temperatura de operación varía de -55°C a +150°C.

Figura 6
Resistores fijos en miniatura

Para uso de tarjetas de circuito impreso existen redes de resistores fijos en diversas configuraciones en empaques en miniatura como las de la figura 7. Ésta contiene una fotografía de tres diferentes encapsulados y la configuración interna del resistor para la estructura línea única de la derecha.

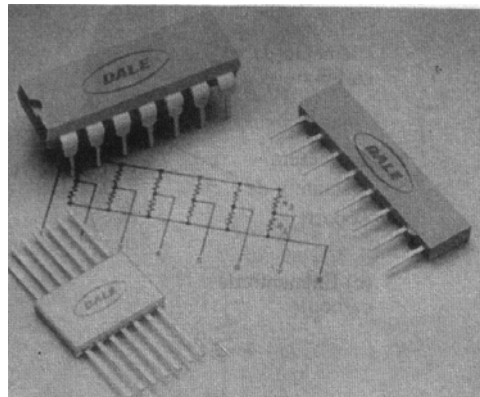


Figura 7
Redes de resistores de película gruesa

Los Resistores Variables

Los resistores variables, como implica su nombre, tienen una resistencia terminal que se modifica girando un control, una perilla, un tornillo o lo que resulte conveniente para la aplicación. Puede tener dos o tres terminales, aunque los más frecuentes son tres. Si el dispositivo de dos o tres terminales se usa como un revisor variable, por lo general se conoce como reóstato. Si el dispositivo de tres terminales se usa para controlar niveles de voltaje, se denomina potenciómetro. Aunque un dispositivo de tres terminales puede usarse como reóstato o un potenciómetro (dependiendo de cómo se conecte) por lo general se denomina potenciómetro cuando se lista en catálogos de venta o se solicita para una aplicación particular.

El símbolo para el potenciómetro de tres terminales aparecen en la figura 8 (a). Cuando se usa como un resistor variable (o reóstato) puede colocarse en una de dos formas, como se aprecia en las figuras 8(b) y (c). En la figura 8(b) los puntos a y b están conectados al circuito y la terminal restante queda libre. La resistencia introducida se

determina mediante la parte del elemento resistivo entre los puntos a y b. En la figura 8(c) la resistencia está otra vez entre los puntos a y b, pero ahora la resistencia restante está atenuada (se eliminó el efecto) por la conexión de b a c. El símbolo universalmente aceptado para un reóstato aparece en la figura 8 (d).

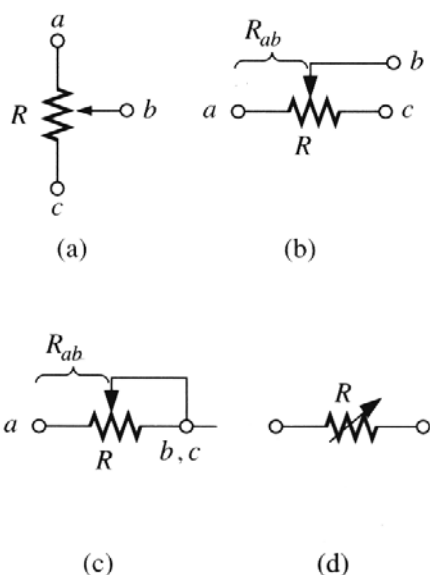
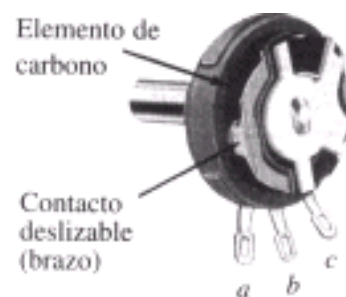


Figura 8

La mayoría de los potenciómetros tienen tres posiciones en las terminales en las posiciones relativas que aparecen en la figura 9. La perilla, en el brazo o en el tornillo en el centro del bastidor controla el movimiento de un contacto que se puede mover a lo largo del elemento resistivo conectado entre las dos terminales exteriores. El contacto se conecta a la terminal central, estableciendo una resistencia del contacto móvil de cada terminal externa.



(a) Vista externa



(b) Vista interna

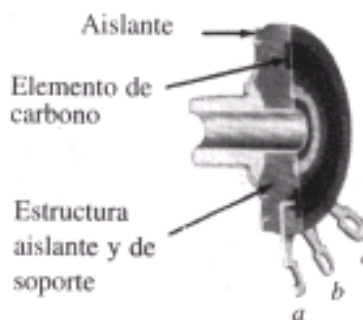


Figura 9

En otras palabras, la resistencia entre las terminales a y c de la figura 10(a) para un potenciómetro de 1-M Ω siempre será 1 M Ω , sin importar cómo giremos el elemento de control ni cómo movamos el contacto. En la figura 10(a) el contacto central no es parte de la configuración de la red.

La resistencia entre el brazo y cualquier terminal externa para variar un mínimo de 0 Ω

aun valor máximo igual al valor completo determinado del potenciómetro.

En la figura 10(b) el brazo se ha colocado a $\frac{1}{4}$ de la distancia del punta a al punto c. Por lo tanto, la resistencia resultante entre los puntos a y b será de $\frac{1}{4}$ de total o de 250 k Ω (para un potenciómetro de 1M Ω), y la resistencia entre b y c será $\frac{3}{4}$ del total o 750 k Ω .

La suma de las resistencias entre el brazo y cada terminal externa será igual a la resistencia completa determinada del potenciómetro.

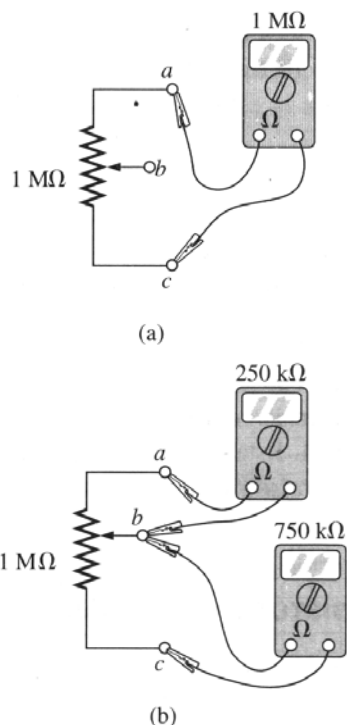


Figura 10

Esto se comprobó mediante la figura 10(b), en donde 250 K Ω + 750 k Ω = 1 M Ω . Específicamente:

$$R_{ac} = R_{ab} + R_{bc}$$

Por tanto, conforme se incrementa la resistencia del brazo hacia un contacto externo, la resistencia entre el brazo y la otra terminal externa debe disminuir en consecuencia. Por ejemplo, si R_{ab} de un potenciómetro de un 1 k Ω es 200 Ω , en tal caso la resistencia R_{bc} debe aumentar a 950 Ω y así sucesivamente.

El potenciómetro moldeado con composición de carbono por lo general se aplica en redes con demandas de corriente más pequeñas y varía en tamaño de 20 Ω a 22 M Ω (valores máximos). Otros potenciómetros que se distribuyen comercialmente aparecen en la figura 11.

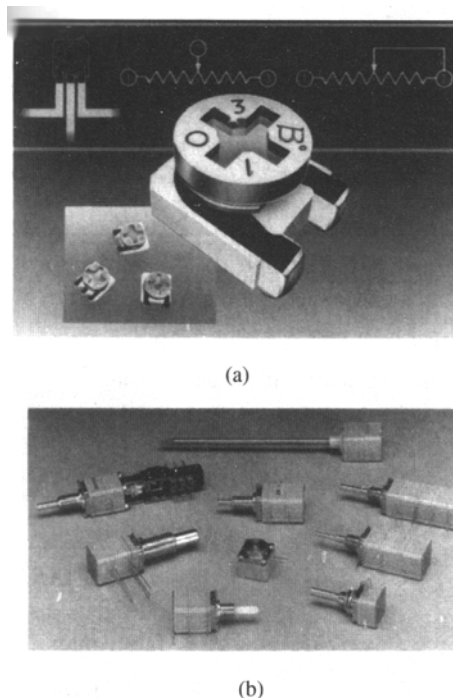


Figura 11

Cuando se usa el dispositivo como potenciómetro, las conexiones son como se aprecia en la figura 12. Puede usarse para

controlar el nivel de V_{ab} , V_{bc} , o ambos, dependiendo de la aplicación. En los capítulos siguientes se encuentran un análisis adicional del potenciómetro en una situación con carga.

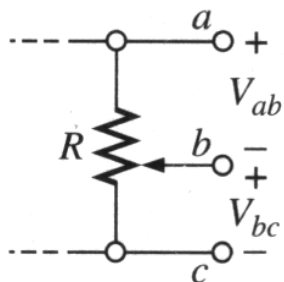


Figura 12

Características

El Código De Colores Y Los Valores Estándar De Resistores

Una amplia variedad de resistores, fijos o variables, son bastante grandes para poder imprimir su resistencia en ohms en el encapsulado. Sin embargo, hay otros que son demasiado pequeños para imprimir números en ellos, por lo que se emplea un sistema de codificación de colores. Para el resistor de composición moldeado fijo, se imprimen cuatro o cinco bandas de colores en un extremo. Cada color tiene el valor numérico que se indica en la tabla 1. Las bandas de colores siempre se leen a partir del extremo que tiene la banda más cercana a él, según el orden que se indica en la figura 13. La primera y la segunda bandas representan el primero y el segundo dígitos, respectivamente.

La tercera banda determina el multiplicador en potencia de diez para los dos primeros dígitos (en realidad le número de

ceros que van después del segundo dígito) o un factor de multiplicación si es dorada o plateada. La cuarta banda es la tolerancia del fabricante, la cual indica la precisión con la cual se hizo el resistor. Si se omite la cuarta banda, se supone que la tolerancia es de $\pm 20\%$. La quinta banda es un factor de confiabilidad, el cual proporciona el porcentaje de fallas por 1000 horas de uso. Por ejemplo un rango de 1% de fallas revelaría que 1 de cada 100 (o 10 de cada 1000) fallará para caer dentro del rango de tolerancia después de 1000 horas de uso.

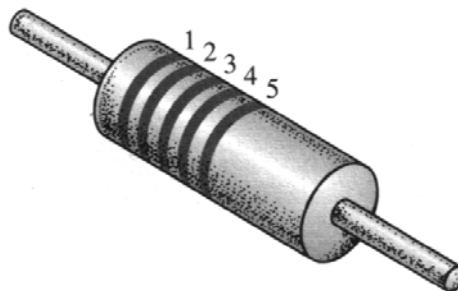


Figura 13

Codificación de resistores para colores			
Bandas 1 a 3	Banda 3	Banda 4	Banda 5
0 negro	0.1 Dorado Multiplicando 0.01 Plateado factores	5% Dorado	1% Café 0.1% Rojo 0.01% Naranja 0.001% Amarillo
1 Café		10% plateado	
2 rojo		20% sin banda	
3 Naranja			
4 Amarillo			
5 Verde			
6 Azul			
7 Violeta			
8 Gris			
9 Blanco			

Tabla 1

Podría esperarse que existen resistores para un rango completo de valores como 10Ω , 20Ω , 30Ω , 40Ω , 50Ω , etc. Sin embargo, este no

es el caso con algunos valores comerciales comunes, como 27Ω , 56Ω , y 68Ω . Esto tal vez parezca extraño y fuera de lugar. Existe una razón para los valores elegidos, la cual se presenta mejor examinado la lista de valores estándar de los resistores disponibles comerciales en la tabla 2.

Los valores en negrillas cursivas están disponibles con tolerancias de 5%, 10% y 20%, lo cual los hace ser los más comunes de la variedad comercial. Los valores en negrillas redondas existen comúnmente con tolerancias de 5% y 10%, y los impresos con letra normal sólo existen en la variedad de 5%. Si separamos los valores disponibles en niveles de tolerancia, tenemos la tabla 3, la cual expresa claramente que existen muy pocos a un nivel de 100Ω con tolerancias de 20%.



Tabla 2

Los Valores estándar de resistores disponibles comercialmente

Ohms (Ω)					Kilohms (K Ω)		Megohms (M Ω)	
0.1	1.0	1	10	100	1	10	1.	10.0
0	1.1	0	0	0	0	0	0	11.0
0.1	1.2	1	11	110	1	11	1.	12.0
1	1.3	1	0	0	1	0	1	13.0
0.1	1.5	1	12	120	1	12	1.	15.0
2	1.6	2	0	0	2	0	2	16.0
0.1	1.8	1	13	130	1	13	1.	18.0
3	2.0	3	0	0	3	0	3	20.0
0.1	2.2	1	15	150	1	15	1.	22.0
5	2.4	5	0	0	5	0	5	
0.1	2.7	1	16	160	1	16	1.	
6	3.0	6	0	0	6	0	6	
0.1	0.3	1	18	180	1	18	1.	
8	3	8	0	0	8	0	8	
0.2	3.6	2	20	200	2	20	2.	
0	3.9	0	0	0	0	0	0	
0.2	4.3	2	22	220	2	22	2.	
2	4.7	2	0	0	2	0	2	
0.2	5.1	2	24	240	2	24	2.	
4	5.6	4	0	0	4	0	4	
0.2	6.2	2	27	270	2	27	2.	
7	6.8	7	0	0	7	0	7	
0.3	7.5	3	30	300	3	30	3.	
0	8.2	0	0	0	0	0	0	
0.3	9.1	3	33	330	3	33	3.	
3		3	0	0	3	0	3	
0.3		3	36	360	3	36	3.	
6		6	0	0	6	0	6	
0.3		3	39	390	3	39	3.	
9		9	0	0	9	0	9	
0.4		4	43	430	4	43	4.	
3		3	0	0	3	0	3	
0.4		4	47	470	4	47	4.	
7		7	0	0	7	0	7	
0.5		5	51	510	5	51	5.	
1		1	0	0	1	0	1	
0.5		5	56	560	5	56	5.	
6		6	0	0	6	0	6	
0.6		6	62	620	6	62	6.	
2		2	0	0	2	0	2	
0.6		6	68	680	6	68	6.	
8		8	0	0	8	0	8	
0.7		7	75	750	7	75	7.	
5		5	0	0	5	0	5	
0.8		8	82	820	8	82	8.	
2		2	0	0	2	0	2	
0.9		9	91	910	9	91	9.	
1		1	0	0	1	0	1	

Tabla 3

un nivel para para 68 con	Los valores estándar y sus tolerancias			Ahora, examen del impacto del de tolerancia ayudará a explicar la elección de las cantidades los valores comerciales. Tomemos la elección de las cantidades los valores comerciales. Tomemos la secuencia 47Ω- Ω-100, los cuales están disponibles tolerancias del 20%. En la figura 14(a), se determinó y graficó en un
	± 5%	± 10 %	± 20 %	
	10	10	10	
	11			
	12	12		
	13			
	15	15	15	
	16			
	18	18		
	20			
	22	22	22	
	24			
	27	27		
	30			
	33	33	33	
	36			
	39	39		
	43			
	47	47	47	
	51			
	56	56		
	62			
	68	68	68	
	75			
	82	82		
	91			

eje único la banda de tolerancia de cada uno.

Observe que, con esta tolerancia (la cual es la que garantizará el fabricante), está disponible el rango completo de resistores de valores de 37.6Ω a 120Ω. En otras palabras, el fabricante está garantizado el rango completo, usando las tolerancias para cerrar las "brechas". Descender al nivel del 10% introduce los resistores de 56 Ω y 82 Ω para llenar las brechas, como se aprecia en las figuras 14 (b). Descender al nivel de 5% requeriría valores de resistores adicionales para llenar la brechas.

Por lo tanto , en total, los valores de resistores se eligieron para asegurar que se cubriera el rango completo, según como lo determinan las tolerancias empleadas.

Por supuesto si se pretende un valor específico, pero no es uno de los valores estándar con frecuencia producirán una resistencia total muy cercana al nivel que se busca. Si este enfoque todavía no es satisfactorio, puede establecerse un potenciómetro para el valor exacto y después insertarse el la red.

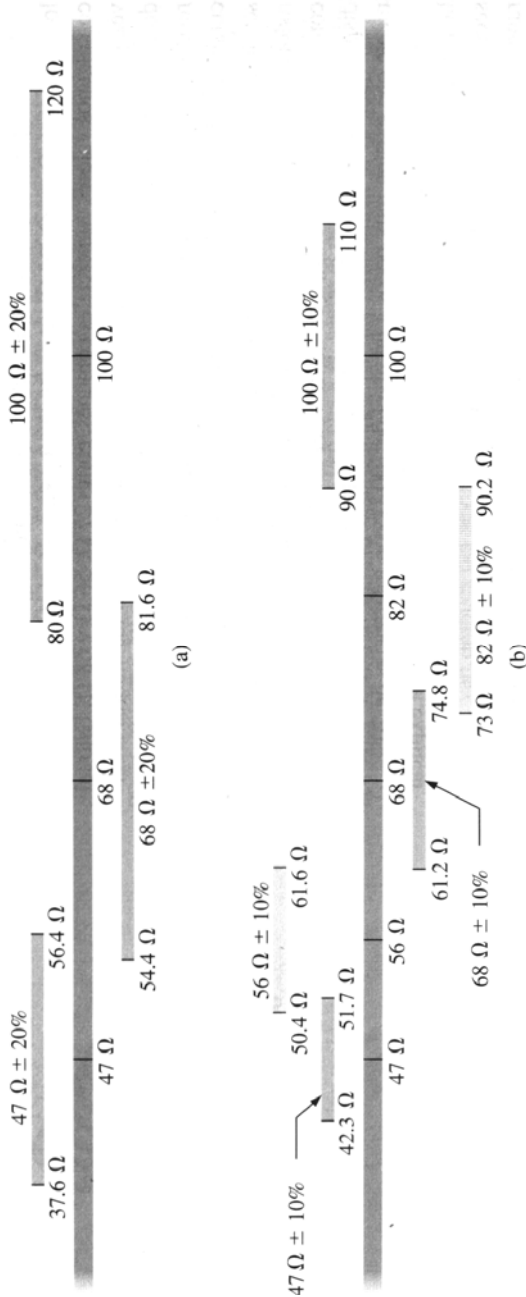
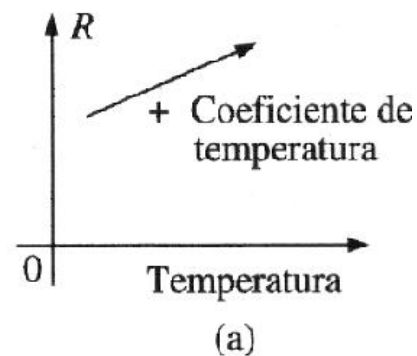


Figura 14

grado más que de tipo, ya que todas las sustancias conducen electricidad en mayor o en menor medida. Un buen conductor de electricidad, como la plata o el cobre, puede tener una conductividad mil millones de veces superior a la de un buen aislante, como el vidrio o la mica.

En los conductores existe un número generoso de electrones libres y cualquier introducción de energía térmica afectará poco la cantidad total de portadores libres. De hecho la energía térmica sólo incrementará la intensidad del movimiento aleatorio de la partículas dentro del material y hará cada vez más difícil el movimiento general de electrones en cualquier dirección. El resultado es que para los buenos conductores, un incremento en la temperatura provoca el aumento de nivel de resistencia. En consecuencia los conductores tienen un coeficiente positivo de temperatura.

La grafica de la figura 15(a) tiene un coeficiente positivo de temperatura.



Los Conductores

Cualquier material que ofrezca poca resistencia al flujo de electricidad. La diferencia entre un conductor y un aislante, que es un mal conductor de electricidad o de calor, es de

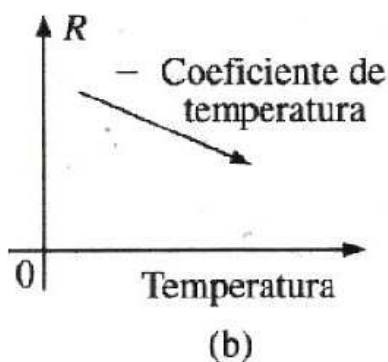


Tabla 15

Los semiconductores

Material sólido o líquido capaz de conducir la electricidad mejor que un aislante, pero peor que un metal. La conductividad eléctrica, que es la capacidad de conducir la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de potencial, es una de las propiedades físicas más importantes. Ciertos metales, como el cobre, la plata y el aluminio son excelentes conductores.

Por otro lado, ciertos aislantes como el diamante o el vidrio son muy malos conductores. A temperaturas muy bajas, los semiconductores puros se comportan como aislantes. Sometidos a altas temperaturas, mezclados con impurezas o en presencia de luz, la conductividad de los semiconductores puede aumentar de forma espectacular y llegar a alcanzar niveles cercanos a los de los metales. Las propiedades de los semiconductores se estudian en la física del estado sólido.

Los aisladores

El aislante perfecto para las aplicaciones eléctricas sería un material absolutamente no conductor, pero ese material no existe. Los materiales empleados como aislantes siempre conducen algo la electricidad, pero presentan una resistencia al paso de corriente eléctrica hasta $2,5 \times 10^{24}$ veces mayor que la de los buenos conductores eléctricos como la plata o el cobre.

Estos materiales conductores tienen un gran número de electrones libres (electrones no estrechamente ligados a los núcleos) que pueden transportar la corriente; los buenos aislantes apenas poseen estos electrones. Algunos materiales, como el silicio o el germanio, que tienen un número limitado de electrones libres, se comportan como semiconductores, y son la materia básica de los transistores.

En los circuitos eléctricos normales suelen usarse plásticos como revestimiento aislante para los cables. Los cables muy finos, como los empleados en las bobinas (por ejemplo, en un transformador), pueden aislarse con una capa delgada de barniz. El aislamiento interno de los equipos eléctricos puede efectuarse con mica o mediante fibras de vidrio con un aglutinador plástico. En los equipos electrónicos y transformadores se emplea en ocasiones un papel especial para aplicaciones eléctricas. Las líneas de alta tensión se aíslan con vidrio, porcelana u otro material cerámico.

La elección del material aislante suele venir determinada por la aplicación. El

polietileno y poliestireno se emplean en instalaciones de alta frecuencia, y el mylar se emplea en condensadores eléctricos. También hay que seleccionar los aislantes según la temperatura máxima que deban resistir. El teflón se emplea para temperaturas altas, entre 175 y 230 °C.

Las condiciones mecánicas o químicas adversas pueden exigir otros materiales. El nylon tiene una excelente resistencia a la abrasión, y el neopreno, la goma de silicona, los poliésteres de epoxy y los poliuretanos pueden proteger contra los productos químicos y la humedad.

Superconductores

No hay duda de que en el campo de la electricidad y la electrónica es uno de los más emocionales en el siglo XX. Aunque la intensa investigación y las actividades de desarrollo propician nuevos descubrimientos casi cada semana, de vez en cuando hay algún avance muy especial que tiene a todo el medio a la expectativa de lo que podría desarrollarse en el futuro cercano.

Tal nivel de emoción e interés rodea la investigación para desarrollar un superconductor a temperatura ambiente —un avance que competirá con la introducción de los dispositivos semiconductores como transistor (que sustituyó a los bulbos), la comunicación inalámbrica o la luz eléctrica—. Las implicaciones de dicho descubrimiento son de tal alcance que es difícil predecir la profunda influencia que tendrán en el medio.

En el mundo actual, la intensidad de los esfuerzos de investigación relativos al desarrollo de un superconductor a temperatura ambiente, es descrita por algunos investigadores como “increíble, contagiosa, emocionante y exigente”; sin embargo se trata de una aventura en la cual aguardan la oportunidad de participar. El avance en este campo desde 1986 sugiere que el uso de la superconductividad en aplicaciones comerciales aumentará muy rápido en las décadas siguientes.

También se prevé que los superconductores a temperatura ambiente sean una realidad en el año 2000. En forma resumida, los superconductores son conductores de carga eléctrica que, para todos los propósitos prácticos, tiene una resistencia cero.

Aplicaciones

Aunque no se ha obtenido el éxito a temperatura ambiente, existen numerosas aplicaciones para algunos de los superconductores desarrollados hasta este momento. Es simplemente cuestión de equilibrar el costo adicional versus los resultados obtenidos o decir si puede obtenerse algún resultado sin el uso del estado de resistencia cero. Algunos esfuerzos de investigación requieren de aceleradores de alta energía o imágenes potentes que sólo se obtienen con los materiales superconductivos.

Actualmente se aplica la superconductividad en el diseño de trenes Meglev de 300 mi/h (los cuales se desplazan

sobre un colchón de aire establecido mediante polos magnéticos opuestos); en motores y generadores potentes; en sistemas de generación de imágenes de resonancia magnética nuclear para obtener imágenes transversales del cerebro (y otras partes del cuerpo); en el diseño de computadoras con velocidades operativas cuatro veces superiores a las de los sistemas convencionales y en sistemas mejorados de distribución de corriente eléctrica.

Mediante el uso del efecto de Josephson, existen detectores de campos magnéticos conocidos como dispositivos para superconducción por interferencia cuántica (superconducting quantum interferente devices, SQUID) que puede medir campos magnéticos miles de veces más pequeños que los medios con métodos convencionales.

Las aplicaciones de tales dispositivos van desde la medicina hasta la geología. Dado que la osamenta de una persona distorsiona las corrientes eléctricas y no los campos magnéticos, se emplea SQUID para detectar campos magnéticos muy pequeños que proporcionan importante información para el diagnóstico de un paciente. En geología se usan para detectar los campos magnéticos que revelan la presencia de minerales específicos, e incluso petróleo y agua.

El rango de los usos futuros para los superconductores es una función del éxito que tenga los físicos para elevar la temperatura operativa y de que también puedan utilizar los éxitos alcanzados hasta el momento. Sin embargo, parece que es sólo cuestión de tiempo para que aumenten la cantidad de

trenes que leviten magnéticamente; para que exista mejor equipo de diagnóstico médico; para que las computadoras operen a velocidades mucho más altas; para que estén disponibles sistemas de generación de corriente eléctrica y de almacenamiento muy eficientes, y para que los sistemas de transmisión operen a niveles muy elevados de eficiencia debido a esta área de interés creciente. Sólo el tiempo revelará el impacto que tendrá esta nueva tendencia en la calidad de vida.



Ejercicios:

1. Consiga resistencias de varios valores mídala con el multímetro y compruebe si el valor medido corresponde al código de colores de esta. Realice 10 mediciones mínimo.
2. Consiga potenciómetros de varias denominaciones y mida con el multímetro la variación de estos con el multímetro mida como se muestra en la figura 10 de este modulo.



Resumen:

-Realice un resumen de las características de las resistencias

-Realice un resumen de las características principales de un conductor, aislante y superconductor y anexe una investigación sobre más características de estos materiales.

**Sugerencia:**

Aprenda el código de colores de resistencias para así facilitar la búsqueda de valores de las resistencias que se deseen utilizar a futuro en circuitos.

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia Tecnológica.**
- ❖ Proponer innovaciones tecnológicas de componentes electrónicos para construcción de circuitos.
- ❖ Buscar información de los principales proveedores de los componentes electrónicos e investigar cuales son los procesos de fabricación.



1.1.2 Operadores o Compuertas lógicas

Introducción

Los circuitos lógicos digitales, o circuitos de conmutación, como se les llama con frecuencia constan de combinaciones seriales y paralelas de elementos de conmutación llamados compuertas, o se implantan mediante arreglos lógicos programables o dispositivos similares.

En este tipo de circuitos podemos asociarlos con niveles altos o bajos aplicados a la entrada de la compuerta. Las funciones de

- **Competencia científico teórica.**

- ❖ Explicar los principios de la electrónica para identificar los conceptos de la teoría electrónica.

- **Competencia de información.**

- ❖ Buscar información en bibliografía y en páginas Web de Internet relativas a la teoría electrónica.
-

conmutación pueden corresponder a la salida de una compuerta o sistema de compuertas representadas por un nivel de voltaje alto o bajo en la salida

Las tablas de verdad que se ocupan pueden estar definidas como sigue, para un voltaje alto con la letra "H" y para un nivel bajo "L". El diseñador puede utilizar estos niveles de voltaje para representar los valores lógicos 1 y 0. La convención de la *lógica positiva* es utilizar el nivel alto (H) para representar 1 y el voltaje bajo (L) para representar el 0, mientras que la *lógica negativa* lo hace de manera inversa voltaje bajo (L) para representar el 1 lógico y el nivel alto (H) para representar el 0 lógico, aunque existen sistemas que pueden manejar los dos tipos de lógicas denominada *lógica mixta*.

La señal 1 lógica representa una afirmación, activación o una verdad y una señal lógica 0 representa una negación, falso o una respuesta no afirmada. Al representar las señales mediante variables lógicas escribimos los nombres de la señal baja activa en forma complementada por ejemplo $\bar{A}$, A' , A^* y los de la señal alta activa en forma no complementada A .

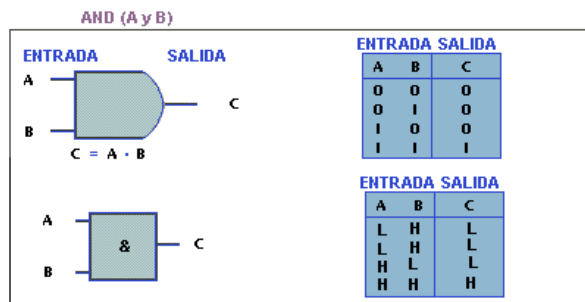
Representamos cada compuerta en un diagrama de circuitos lógicos mediante un símbolo que incluye las entradas y las salidas. El número de entradas de una compuerta se le conoce como su *fan-in*.

Hay módulos de circuitos estándar que contienen compuertas AND, OR, NAND y NOR con un número limitado de opciones de *fan-in*, por lo general estos tienen 2, 3, 4 u ocho entradas. Los dispositivos lógicos programables y los circuitos adaptados proporcionan por lo general una gama de opciones *fan-in*, lo que hace posible una correspondencia más directa entre el circuito y la expresión lógica por realizar.



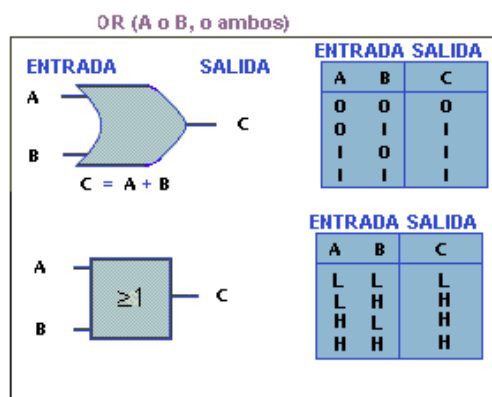
Compuerta AND

La compuerta AND electrónica está diseñada de modo que realice el operador AND en un sistema con lógica positiva. La tabla de verdad está dada por función $f_{AND}(a,b) = ab$. Esta tabla se puede obtener con la siguiente regla: que su salida es 1 si y solo si ambas entradas son simultáneamente 1. En la siguiente figura se muestran las tablas, su simbología



Compuerta OR

La función OR es idéntica al operador OR del álgebra de conmutación, su tabla de verdad está dada por $f_{OR}(a,b) = a + b$ y su simbología aparecen en la siguiente figura. Observe que la salida es 0 si y solo si ambas entradas son 0 y 1 si una o más entradas son 1. Observe que una de las figuras contiene la designación ≥ 1 que significa la suma matemática de los valores de las variables de entrada a y b que determinan la salida. La salida es 1 cuando la suma de a y b es mayor o igual que 1.

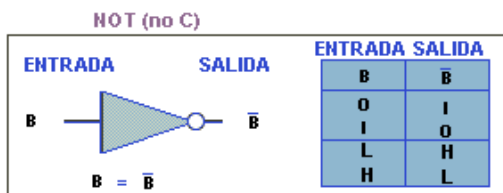


Compuerta NOT

La compuerta NOT o *inversor* siempre tiene exactamente una entrada y se utiliza para implantar el concepto de complemento del

álgebra de conmutación. Cualquier variable tiene sus formas verdadera (no complementada) y falsa (complementada), a y $\bar{a}$ respectivamente. Utilizamos una compuerta NOT para obtener una de la otra.

A continuación se muestra la tabla de verdad que esta dada por la función $f_{NOT}(a) = \bar{a}$, como se puede apreciar en las figuras se incluye un círculo en la salida de la compuerta que nos indica que en la salida de cualquier elemento de circuito lógico indica que un 1 lógico interno produce un 0 lógico externo y de manera similar un 0 lógico interno produce un 1 lógico externo.



Compuerta NAND

La compuerta NAND es una combinación de una compuerta AND seguida de una NOT, su tabla de verdad esta dada por la función:

$$f_{NAND}(a,b) = \overline{a \cdot b}$$

La compuerta NAND realiza la función lógica AND cuando sus señales de entrada son altas activas y su salida baja activa para obtener la tabla de verdad de esta compuerta es muy sencillo; con solo complementar la tabla de la compuerta AND se obtiene esta; a continuación se muestra sus tablas y su representación grafica.



Compuerta NOR

La compuerta NOR es una combinación de compuerta OR seguida de una NOT y esta dada por la función:

$$f_{NOR}(a,b) = \overline{a + b}$$

La compuerta NOR realiza la función lógica OR con entradas altas activas y una salida baja activa, su tabla de verdad de puede obtener de complementar las salidas de la tabla de verdad de la función OR o compuerta OR, dicho de otra manera la salida de una compuerta NOR es 1 si y solo si ambas son simultáneamente 0. A continuación se muestra sus tablas de verdad y su representación grafica.

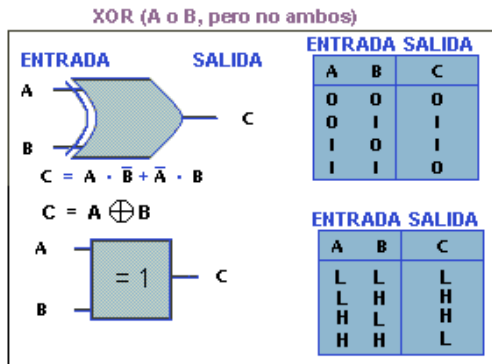


Compuerta XOR

La operación OR Exclusiva o XOR se define de manera funcional como:

$$f_{XOR}(a,b) = a \oplus b = a\bar{b} + \bar{a}b$$

La tabla de verdad se obtiene de la ecuación anterior; esta se muestra en la figura siguiente junto con su representación grafica.



Siguiendo la regla de; la salida de la compuerta XOR es 1 si y solo si sus entradas no son iguales en forma simultanea, en otras palabras cuando las entradas son diferentes, la salida es 1, esta es llamada así por la relación con la compuerta OR.



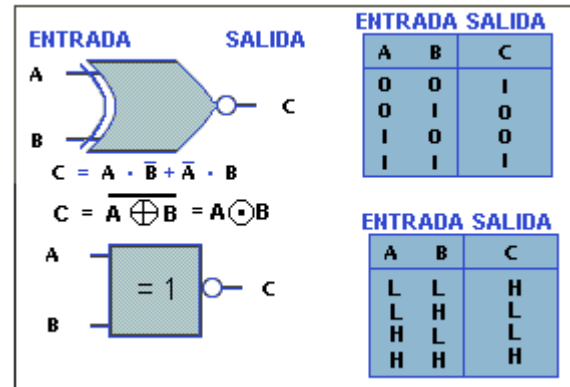
Compuerta XNOR

Una función común relacionada con el OR-Exclusivo es la operación de coincidencia o NOR-exclusivo (XNOR) que es sencillamente el complemento de la OR-Exclusiva, esta función esta definida como:

$$f_{XNOR}(a,b) = \overline{a \oplus b} = a \odot b$$

Las tablas de verdad y los símbolos de la compuerta XNOR aparecen en la siguiente figura.

XNOR



Siguiendo la regla de que su salida es 1 y solo 1 cuando las dos entradas son iguales ya sea niveles altos o bajos.

Avances Recientes

El desarrollo de los circuitos integrados y compuertas lógicas han revolucionado los campos de las comunicaciones, la gestión de la información y la informática. Los circuitos integrados han permitido reducir el tamaño de los dispositivos con el consiguiente descenso de los costes de fabricación y de mantenimiento de los sistemas. Al mismo tiempo, ofrecen mayor velocidad y fiabilidad. Los relojes digitales, las computadoras portátiles y los juegos electrónicos son sistemas basados en microprocesadores.

Otro avance importante es la digitalización de las señales de sonido, proceso en el cual la frecuencia y la amplitud de una señal de sonido se codifica digitalmente mediante técnicas de muestreo adecuadas, es decir, técnicas para medir la amplitud de la señal a intervalos muy cortos. La música grabada de forma digital, como la de los discos compactos, se caracteriza por una fidelidad que

no era posible alcanzar con los métodos de grabación directa.

La electrónica médica ha progresado desde la tomografía axial computerizada (TAC) hasta llegar a sistemas que pueden diferenciar aún más los órganos del cuerpo humano. Se han desarrollado asimismo dispositivos que permiten ver los vasos sanguíneos y el sistema respiratorio. También la alta definición promete sustituir a numerosos procesos fotográficos al eliminar la necesidad de utilizar plata.



1.2. Utilizar la electrónica, identificando la Ley de Faraday.

1.2.1. Electromagnética y sus aplicaciones.

Campo magnético

Describimos al espacio alrededor de un imán permanente o de un conductor que conduce corriente como el lugar ocupado por un *campo Magnético*. La magnitud y dirección del campo magnético que definiremos se indica por medio del vector B . En electrostática representamos simbólicamente la relación entre campo eléctrico y carga eléctrica por

carga eléctrica $\Leftrightarrow E \Leftrightarrow$ carga eléctrica

Esto es, las cargas eléctricas establecen un campo eléctrico, el que a su vez puede ejercer una fuerza de origen eléctrico sobre otras cargas, por lo que:

carga magnética $\Leftrightarrow B \Leftrightarrow$ carga magnética

Sin embargo las cargas magnéticas individuales, llamadas monopolos magnéticos no existen o son sumamente raras que tan relación no tiene sentido práctico. La relación más útil sería:

carga eléctrica en movimiento $\Leftrightarrow B \Leftrightarrow$ carga eléctrica en movimiento

La cual se puede escribir como:

corriente eléctrica $\Leftrightarrow B \Leftrightarrow$ corriente eléctrica

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia Tecnológica.**
 - ❖ Fomentar el uso de técnicas de construcción de circuitos electrónicos digitales con compuertas lógicas, utilizados en países avanzados.
 - **Competencia analítica.**
 - ❖ Calcular las compuertas lógicas a utilizar, de acuerdo a los requerimientos definidos por el PSA.
-

Una carga eléctrica en movimiento o una corriente eléctrica generan un campo magnético, el cual puede entonces ejercer una fuerza magnética sobre otras cargas o corrientes en *movimiento*.

Una semejanza entre **E** y **B** es que representamos a ambas con líneas de campo, en nuestro caso las líneas de **B** se trazan de modo que la tangente a cualquier línea de la dirección de **B** en ese punto y el número de líneas que se cruzan cualquier área en particular en ángulo recto da una medida de la magnitud de **B**. Es decir, las líneas están muy próximas entre sí cuando **B** es grande y muy separadas cuando **B** es muy pequeño. Sin embargo existe una diferencia muy importante entre los dos casos: La fuerza eléctrica sobre una partícula cargada es siempre paralela a las líneas de **E**, sin embargo la fuerza magnética sobre una partícula cargada en movimiento es siempre perpendicular a las líneas de **B**. Por lo que la fuerza magnética es mucho más compleja ya no solo el campo **B** interviene sino que también está incluido el vector **v** (velocidad) para una partícula en movimiento. Otra diferencia, es que las líneas de **E** terminan en cargas mientras que las líneas de **B** siempre forman anillos cerrados.



Principio de inducción

Introducción

La inducción electromagnética es la producción de corrientes eléctricas por campos magnéticos variables con el tiempo. El descubrimiento por Faraday y Henry de este

fenómeno introdujo una cierta simetría en el mundo del electromagnetismo.

Maxwell consiguió reunir en una sola teoría los conocimientos básicos sobre la electricidad y el magnetismo. Su teoría electromagnética predijo, antes de ser observadas experimentalmente, la existencia de ondas electromagnéticas. Hertz comprobó su existencia e inició para la humanidad la era de las telecomunicaciones.

El descubrimiento, debido a Oersted, de que una corriente eléctrica produce un campo magnético estimuló la imaginación de los físicos de la época y multiplicó el número de experimentos en busca de relaciones nuevas entre la electricidad y el magnetismo. En ese ambiente científico pronto surgiría la idea inversa de producir corrientes eléctricas mediante campos magnéticos. Algunos físicos famosos y otros menos conocidos estuvieron cerca de demostrar experimentalmente que también la naturaleza apostaba por tan atractiva idea.

Pero fue Faraday el primero en precisar en qué condiciones podía ser observado semejante fenómeno. A las corrientes eléctricas producidas mediante campos magnéticos Faraday las llamó corrientes inducidas. Desde entonces al fenómeno consistente en generar campos eléctricos a partir de campos magnéticos variables se denomina inducción electromagnética.

La inducción electromagnética constituye una pieza destacada en ese sistema

de relaciones mutuas entre electricidad y magnetismo que se conoce con el nombre de electromagnetismo. Pero, además, se han desarrollado un sin número de aplicaciones prácticas de este fenómeno físico. El transformador que se emplea para conectar una calculadora a la red, la dinamo de una bicicleta o el alternador de una gran central hidroeléctrica son sólo algunos ejemplos que muestran la deuda que la sociedad actual tiene contraída con ese modesto encuadernador convertido, más tarde, en físico experimental que fue Michael Faraday.



Los Experimentos de Faraday

Los experimentos que llevaron a Faraday al descubrimiento de la inducción electromagnética pueden ser agrupadas en dos categorías: experimentos con corrientes y experimentos con imanes. En primer lugar preparó dos solenoides, uno arrollado sobre el otro, pero aislados eléctricamente entre sí. Uno de ellos lo conectó a una pila y el otro a un galvanómetro y observó cómo cuando accionaba el interruptor del primer circuito la aguja del galvanómetro del segundo circuito se desplazaba, volviendo a cero tras unos instantes. Sólo al abrir y al cerrar el interruptor el galvanómetro detectaba el paso de una corriente que desaparecía con el tiempo. Además, la aguja se desplazaba en sentidos opuestos en uno y otro caso.

En el segundo grupo de experimentos Faraday utilizó un imán recto y una bobina conectada a un galvanómetro. Al introducir bruscamente el imán en la bobina observó una

desviación en la aguja, desviación que desaparecía si el imán permanecía inmóvil en el interior de la bobina. Cuando el imán era retirado la aguja del galvanómetro se desplazaba de nuevo, pero esta vez en sentido contrario.

Cuando repetía todo el proceso completo la aguja oscilaba de uno a otro lado y su desplazamiento era tanto mayor cuanto más rápido era el movimiento del imán entrando y saliendo en el interior de la bobina. Lo mismo sucedía cuando mantenía quieto el imán y movía la bobina sobre él.

La representación del campo magnético en forma de líneas de fuerza permitió a Faraday encontrar una explicación intuitiva para este tipo de fenómenos. Para que se produjera una corriente inducida en la bobina era necesario que las líneas de fuerza producidas por el imán fueran cortadas por el hilo conductor de la bobina como consecuencia del movimiento de uno u otro cuerpo. En el primer grupo de experimentos, las líneas de fuerza, al aparecer y desaparecer junto con la corriente debida a la pila, producían el mismo tipo de efectos.

Los experimentos anteriores a los de Faraday, al no tener en cuenta los aspectos dinámicos, o de cambio con el tiempo, de esta clase de fenómenos, no pudieron detectar este tipo de corrientes que aparecen en un circuito eléctrico sin que exista dentro del propio circuito ninguna pila que las genere.



Flujo magnético

La representación de la influencia magnética de un imán o de una corriente eléctrica en el espacio que les rodea mediante líneas de fuerza fue ideada por Faraday y aplicada en la interpretación de la mayor parte de sus experimentos sobre electromagnetismo. Mediante este tipo de imágenes Faraday compensaba su escasa preparación matemática, apoyándose así su enorme habilidad gráfica y su no inferior intuición científica. La noción de flujo magnético recoge esa tradición iniciada por Faraday de representar los campos mediante líneas de fuerza, pero añade, además, un significado matemático.

Cuando se observa, con la ayuda de limaduras de hierro, el campo magnético creado por un imán recto, se aprecia que, en los polos, las líneas de fuerza están más próximas y que se separan al alejarse de ellos. Dado que la intensidad del campo magnético B disminuye con la distancia a los polos, parece razonable relacionar ambos hechos y establecer por convenio una proporcionalidad directa entre la intensidad del campo B y la cantidad de líneas de fuerza que atraviesan una superficie de referencia unidad. Cuanto más apretadas están las líneas en una región, tanto más intenso es el campo en dicha región.

El número de líneas de fuerza del campo B que atraviesa una superficie unidad depende de cómo esté orientada tal superficie con respecto a la dirección de aquéllas. Así, para un conjunto de líneas de fuerza dado, el número de puntos de intersección o de corte

con la superficie unidad será máximo para una orientación perpendicular y nulo para una orientación paralela. El número de líneas de fuerza del campo B que atraviesa perpendicularmente una superficie constituye entonces una forma de expresar el valor de la intensidad de dicho campo.

Se define el flujo del campo magnético B a través de una superficie, y se representa por la letra griega f , como el número total de líneas de fuerza que atraviesan tal superficie. En términos matemáticos, para un campo magnético constante y una superficie plana de área S , el flujo magnético se expresa en la forma:

$$f = B \cdot S \cdot \cos\theta$$

siendo θ el ángulo que forman las líneas de fuerza (el vector B) con la perpendicular a la superficie. Dicha ecuación recoge, mediante el $\cos \theta$, el hecho de que el flujo varíe con la orientación de la superficie respecto del campo B y también que su valor dependa del área S de la superficie atravesada. Para $\theta = 0^\circ$ (intersección perpendicular) el flujo es máximo e igual a $B \cdot S$; para $\theta = 90^\circ$ (intersección paralela) el flujo es nulo.

La idea de flujo se corresponde entonces con la de «cantidad» de campo magnético que atraviesa una superficie determinada. En el Sistema Internacional se expresa en wéber (Wb). Un wéber es el flujo magnético que, al atravesar un circuito de una sola espira produce en la misma una fuerza

electromotriz de 1 volt si se anula dicho flujo en 1 segundo por crecimiento uniforme.



La ley de Faraday-Henry

Independientemente de Faraday, Joseph Henry, en los Estados Unidos, había observado que un campo magnético variable produce en un circuito próximo una corriente eléctrica. Los resultados concordantes de los experimentos de ambos físicos pueden resumirse en un enunciado que se conoce como ley de Faraday-Henry:

La fuerza electromotriz (f.e.m) inducida en un circuito es proporcional a la rapidez con la que varía el flujo magnético que lo atraviesa.

o en forma matemática:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

siendo ε la fuerza electromotriz inducida y $\Delta \phi$ la variación de flujo magnético que se produce en el intervalo de tiempo Δt . De acuerdo con esta ecuación, la magnitud de f.e.m. inducida coincide con lo que varía el flujo magnético por unidad de tiempo.

La presencia de la fuerza electromotriz en la ley de Faraday-Henry en lugar de la intensidad de corriente (ambas son proporcionales entre sí), resalta una característica de la inducción, a saber, su capacidad para sustituir a un generador, es decir, para producir los mismos efectos que éste

en un circuito eléctrico. Por su parte, el signo negativo recoge el hecho, observado experimentalmente por Faraday y Henry, de que aumentos ($\Delta \phi > 0$) y disminuciones ($\Delta \phi < 0$) de flujo magnético producen corrientes inducidas de sentidos opuestos.

Si no hay variación con el tiempo del flujo magnético que atraviesa un circuito, el fenómeno de la inducción electromagnética no se presenta. Tal circunstancia explica los fracasos de aquellos físicos contemporáneos de Faraday que pretendieron conseguir corrientes inducidas en situaciones estáticas, o de reposo, del circuito respecto del imán o viceversa.

Cuando la ley de Faraday-Henry se aplica a una bobina formada por N espiras iguales toma la forma

$$\varepsilon = - N \cdot \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

Siendo $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ la variación de flujo magnético por unidad de tiempo.

El sentido de las corrientes inducidas

Aunque la ley de Faraday-Henry, a través de su signo negativo, establece una diferencia entre las corrientes inducidas por un aumento del flujo magnético y las que resultan de una disminución de dicha magnitud, no explica este fenómeno. Lenz (1904-1965), un físico alemán que investigó el electromagnetismo en Rusia al mismo tiempo que Faraday y Henry, propuso la siguiente explicación del sentido de circulación de las

corrientes inducidas que se conoce como ley de Lenz:

Las corrientes que se inducen en un circuito se producen en un sentido tal que con sus efectos magnéticos tienden a oponerse a la causa que las originó.

Así, cuando el polo norte de un imán se aproxima a una espira, la corriente inducida circulará en un sentido tal que la cara enfrentada al polo norte del imán sea también Norte, con lo que ejercerá una acción magnética repulsiva sobre el imán, la cual es preciso vencer para que se siga manteniendo el fenómeno de la inducción. Inversamente, si el polo norte del imán se aleja de la espira, la corriente inducida ha de ser tal que genere un polo Sur que se oponga a la separación de ambos. Sólo manteniendo el movimiento relativo entre espira e imán persistirán las corrientes inducidas, de modo que si se detiene el proceso de acercamiento o de separación cesarían aquéllas y, por tanto, la fuerza magnética entre el imán y la espira desaparecería.

La ley de Lenz, que explica el sentido de las corrientes inducidas, puede ser a su vez explicada por un principio más general, el principio de la conservación de la energía. La producción de una corriente eléctrica requiere un consumo de energía y la acción de una fuerza desplazando su punto de aplicación supone la realización de un trabajo. En los fenómenos de inducción electromagnética es el trabajo realizado en contra de las fuerzas magnéticas que aparecen entre espira e imán el que suministra la energía necesaria para

mantener la corriente inducida. Si no hay desplazamiento, el trabajo es nulo, no se transfiere energía al sistema y las corrientes inducidas no pueden aparecer. Análogamente, si éstas no se opusieran a la acción magnética del imán, no habría trabajo exterior, ni por tanto cesión de energía al sistema.



Ley de Faraday-Henry

En este segmento del módulo veremos como la unión de estas dos leyes ayudan a explicar ciertos fenómenos en la naturaleza. A continuación se pone un Ejercicio que con ayuda de un PSA logren resolverlo y si existen dudas este te pueda dar una buena orientación de lo que no entiendas logrando así un progreso significativo en el proceso de aprendizaje.



Ejercicio de aplicación

Aplicación de la ley de Faraday-Henry y del concepto de flujo magnético

Una espira circular de 20 cm de diámetro gira en un campo magnético uniforme de 5 T de intensidad a razón de 120 vueltas por minuto. Determinar:

- El flujo magnético que atraviesa la espira cuando su plano es perpendicular al campo y cuando forma un ángulo de 30° con la dirección del campo magnético.

b) El valor de la f.e.m. media inducida en la espira cuando pasa de la primera a la segunda posición.

c) La expresión del flujo que atraviesa una espira circular en un campo magnético uniforme viene dada por.

$$\phi = B \cdot S \cdot \cos \theta = B \cdot \pi R^2 \cdot \cos \theta$$

siendo B la intensidad del campo magnético, S el área limitada por la espira, R su radio y θ el ángulo que forma la perpendicular al plano de la espira con la dirección del campo.

En la primera posición el ángulo $\theta_1 = 0^\circ$ y por lo tanto:

$$\phi_1 = 5 \cdot \pi \cdot 0,2^2 \cdot \cos 0^\circ = 0,2 \pi \text{ Wb}$$

En la segunda posición el ángulo $\theta_2 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ y entonces:

$$\phi_2 = 5 \cdot \pi \cdot 0,2^2 \cdot \cos 60^\circ = 0,1 \pi \text{ Wb}$$

d) De acuerdo con la ley de Faraday-Henry, la f.e.m. media inducida en una espira en un intervalo de tiempo Δt viene dada por:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = - \frac{(\phi_2 - \phi_1)}{\Delta t}$$

siendo Δt el intervalo de tiempo que transcurre entre una y otra posición.

Dado que el movimiento de rotación es uniforme, se cumple la relación:

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}; \Delta t = \frac{\Delta \theta}{\omega}$$

que permite el cálculo de Δt .

$$\text{Como } \omega = 120 \text{ r.p.m.} = 120 \cdot \frac{2 \pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 2 \pi \text{ rad/s}$$

$$\text{y } \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 = 60 - 0 = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

resulta:

$$\Delta t = \frac{\pi/3}{4 \pi} = \frac{1}{12} \text{ s}$$

Sustituyendo el valor de $\Delta \phi$ y de Δt en la ley de Faraday-Henry resulta finalmente:

$$\varepsilon = - \frac{(0,1 \pi - 0,2 \pi)}{1/12} = \frac{0,1 \pi}{1/12} = 1,2 \pi \text{ V}$$

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia científico teórica.**

- ❖ Explicar los principios de electricidad del magnetismo, relativas a campos magnéticos.

- **Competencia lógica.**

- ❖ Resolver problemas que involucren el razonamiento lógico, matemático y abstracto, relativo al principio de inducción.

1.2.2. Análisis de circuitos.

El propósito de un diseño en ingeniería es proporcionar una perspectiva que indique dónde encaja el análisis de circuitos en el diseño de todo el circuito. Todos los diseños de ingeniería comienzan con una necesidad pueden provenir del deseo de mejorar un diseño existente, o puede ser algo completamente nuevo. De una evaluación cuidadosa de la necesidad se obtienen las especificaciones del diseño propuesto. Una vez que se propone un diseño nos permite evaluar si el diseño en realidad satisface o no a la necesidad.

Después viene el concepto para el diseño. El concepto puede representarse como un diagrama, como una descripción escrita. El siguiente paso es traducir el modelo matemático. Un modelo matemático que se emplea comúnmente en los sistemas eléctricos es un modelo de circuito.

Los elementos que componen al modelo de circuito se llaman componentes ideales de circuito. El componente ideal de un circuito es el modelo matemático de un componente eléctrico real. Es importante que el componente ideal del circuito que se utiliza en el modelo del circuito represente el desempeño del componente eléctrico real con un grado aceptable de exactitud. El análisis de circuitos se basa en técnicas matemáticas y se usa para pronosticar la operación del modelo de circuito y los componentes ideales del circuito.

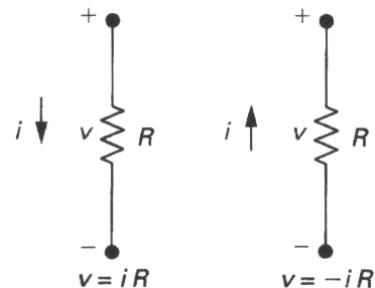
La comparación entre la operación deseada, a partir de las especificaciones del diseño, y el funcionamiento pronosticado, a partir del análisis de circuitos, puede producir

refinamientos en el modelo del circuito y en los elementos del circuito ideal. Una vez que la operación deseada y pronosticada concuerda, se puede iniciar la construcción de prototipo físico.

El prototipo físico es un sistema eléctrico real, que se construye con componentes eléctricos reales. Para determinar el comportamiento cuantitativo real del sistema físico, se usan técnicas de medición. El comportamiento real se compara con el comportamiento deseado de acuerdo con las especificaciones de diseño y el comportamiento predicho por el análisis de circuito. Las comparaciones pueden originar refinamientos en el propósito físico, en el modelo del circuito o en ambos.

Ley de OHM

Para propósitos del análisis de circuitos, debemos referir la corriente en el resistor al voltaje de la terminal. Esto puede hacerse de dos formas: ya sea en la dirección de la caída del voltaje a través del resistor como se muestra en la figura. Si se selecciona la primera, la relación entre el voltaje y la corriente es



$$v = i R$$

v = el voltaje en volts.

i = la corriente en amperes

r = la resistencia en ohm

La ecuación se conoce como la ley de Ohm en honor de Georg Simon Ohm, un físico alemán. La ley de Ohm es la relación algebraica entre el voltaje y la corriente de un resistor. En unidades SI la resistencia se mide en ohms.

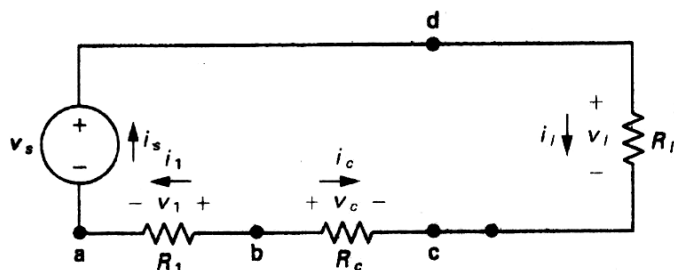
La ley de Ohm expresa el voltaje como una función de la corriente. Sin embargo, también es conveniente expresar la corriente en la función del voltaje. Así, de la ecuación

$$i = \frac{V}{R}$$



Las Leyes De Kirchhoff

Se dice que un circuito está resuelto cuando se han determinado el voltaje y la corriente a través de cada elemento. La ley de Ohm es una ecuación importante para derivar la solución sin embargo, dicha ley no puede no ser suficiente para proporcionar una solución. Sin embargo, dicha ley puede no ser suficiente para proporcionar una solución completa.



En el circuito como se muestra en la figura de arriba, con el interruptor con el estado encendido. Observe también que se han marcado las variables de las corrientes y voltaje asociados con cada resistor y la corriente asociada con la fuente de voltaje. El marcado incluye, las polaridades de referencia. Por conveniencia, utilizamos el mismo subíndice que poseen los rótulos de los resistores para el voltaje y la corriente. Los puntos indicadores de terminales son los puntos de principios y fin de un elemento de circuito individual. Un nodo es un punto en donde se encuentran dos o más elementos de circuito. En la figura los nodos son a, b, c y d. El nodo d conecta a la batería con el foco y en esencia se extiende por toda la parte superior del diagrama, aunque usamos un solo punto por comodidad. Los puntos en cada lado del interruptor indican sus terminales, pero sólo es necesario uno para representar un nodo, así que sólo uno como nodo c.

Para el circuito que se presenta en la figura podemos identificar siete incógnitas: i_s , i_1 , i_c , i_l , v_1 , v_c y v_l . Recuerde que v_s es un voltaje conocido, por que representa la suma de los voltajes entre las terminales de las dos celdas secas, un voltaje constante de 3V. El problema es encontrar las siete variables desconocidas. Por el álgebra se sabe que para encontrar n cantidades desconocidas debe resolver n ecuaciones simultáneas independientes. De nuestra discusión de la ley de Ohm en la sección usted sabe que tres de las ecuaciones necesarias son

$$v_1 = i_1 R_1, \quad (I)$$

$$v_c = i_c R_c, \quad (II)$$

$$v_l = i_l R_l, \quad (III)$$

La interconexión de elementos de circuito impone algunas restricciones en la

relación entre los voltajes y corrientes. Estas restricciones son conocidas como las leyes de Kirchhoff. Las dos leyes que establecen las restricciones en forma matemática son conocidas como la ley de Kirchhoff de la corriente y la ley de Kirchhoff del voltaje.

Ahora podemos enunciar la ley de Kirchhoff de la corriente:

La suma algebraica de todas las corrientes en cualquier nodo de un circuito es igual a cero.

Para usar la ley de Kirchhoff de la corriente, debe asignarse a cada corriente en el nodo un signo algebraico según una dirección de referencia. Si se otorga un signo positivo a una corriente que entra al nodo, debe asignarse uno negativo a una corriente que sale del nodo. Por el contrario, si se determina un signo negativo a una corriente que sale del nodo, debe darse uno positivo a una corriente que entra al nodo.

Aplicando la ley de Kirchhoff de la corriente a los cuatro nodos en el circuito de la figura y usando la convención de las corrientes que salen del nodo son consideradas positivas, se obtienen cuatro ecuaciones:

$$\begin{array}{ll} \text{nodo a} & i_s - i_1 = 0 \quad (\text{IV}) \\ \text{nodo b} & i_1 + i = 0 \quad (\text{VI}) \\ \text{nodo c} & -i_c - i = 0 \quad (\text{VII}) \\ \text{nodo d} & i_1 - i = 0 \quad (\text{VIII}) \end{array}$$

Observe que las ecuaciones (IV) – (VII) no forman un sistema independiente porque cualquiera de las cuatro puede obtenerse de las otras tres. En cualquiera circuito con n nodos, puede derivarse $n-1$ de ecuaciones de corriente independientes de la ley de la corriente de Kirchhoff. Si no consideramos la ecuación (VIII)

tenemos seis ecuaciones independientes, es decir las ecuaciones (I) – (VIII). Aún es necesaria una más, que podemos obtener de la ley de voltaje de Kirchhoff.

Antes de enunciar la ley de Kirchhoff de voltaje, debemos definir lo que es trayectoria cerrada o lazo. Comenzando en un nodo seleccionado arbitrariamente, trazamos una trayectoria cerrada en un circuito a través de elementos básicos seleccionados del circuito y regresamos al nodo original sin pasar por ningún nodo intermedio más de una vez.

El circuito de la figura tiene una trayectoria cerrada o lazo. Por ejemplo tomando al nodo a como el punto de partida, y recorriendo el circuito en el sentido de las manecillas del reloj, formamos la trayectoria cerrada pasando por los nodos d, c, b y de regreso al nodo a. Ahora podemos enunciar la ley de voltaje de Kirchhoff:

La suma algebraica de todos los voltajes alrededor de cualquier trayectoria cerrada en un circuito es igual a cero.

Para emplear la ley de voltaje de Kirchhoff, debemos asignar un signo algebraico (una dirección de referencia) a cada voltaje en el lazo. Mientras recorremos la trayectoria cerrada, un voltaje aparecerá ya sea como elevación o como una caída o dirección de recorrido. Si se asignan valores positivos a las elevaciones de voltaje, deben asignarse valores negativos a las caídas de voltaje. Por el contrario, si se determinan valores negativos a

las elevaciones de voltaje, se deberán otorgar valores positivos a las caídas de voltaje.

Ahora aplicamos la ley de voltaje de Kirchhoff al circuito mostrado en la figura. Elegimos trazar la trayectoria cerrada en sentido de las manecillas del reloj, asignando un signo algebraico positivo a las caídas de voltaje. Si se empieza en el nodo d, se obtiene la siguiente expresión

$$v_l - v_c + v_1 - v_s = 0$$

que representa la séptima ecuación independiente necesaria para determinar las siete variables desconocidas del circuito mencionadas antes.

Primero observe que si conoce la corriente en una resistencia también conoce el voltaje a través de ella, debido a que la corriente y el voltaje están directamente relacionados por la ley de Ohm. Así puede asociar una sola variable desconocida con cada resistor, ya sea el voltaje o la corriente. Seleccione digamos la corriente con la variable desconocida. Entonces una vez que se resuelva la corriente desconocida en el resistor, puede encontrar el voltaje a través del resistor.

En general, si conoce la corriente en un elemento pasivo, puede encontrar el voltaje a través de él, reduciendo, reduciendo de una manera importante el número de ecuaciones simultáneas que resolver. Por ejemplo, en el circuito, eliminamos los voltajes v_c , v_l , y v_1 como incógnitas. Así, al final la tarea analítica se reduce a resolver cuatro ecuaciones simultáneas en lugar de siete.

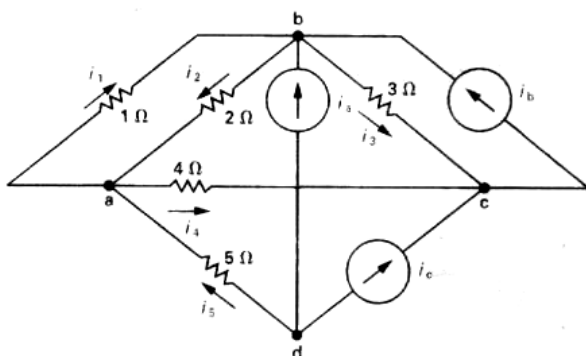
La segunda observación general se relaciona con las consecuencias de conectar sólo dos elementos para formar un nodo. De acuerdo a la ley de Kirchhoff de la corriente, cuando se conecta sólo dos elementos a un nodo, si se conoce la corriente de uno de los elementos también la conoce en el segundo elemento. En otras palabras, se necesitan definir sólo una corriente desconocida para los dos elementos. Cuando únicamente solo dos elementos se le conectan a un solo nodo en el circuito mostrado en la figura involucra sólo dos elementos. Por lo que nada más necesita definir una corriente desconocida. La razón es que las ecuaciones (IV) – (VIII) conducen directamente a

$$i_s = i_1 = -i_c = i_l$$

lo que establece que si conoce la corriente de algunos de los elementos, las conoce todas. Por ejemplo, si decidimos usar i_s como la incógnita se elimina i_l , i_c , e i_1 . El problema se reduce a determinar una sola incógnita i_s .

Ejemplo:

Sume las corrientes en cada nodo del circuito que se muestra en la figura. Observe que no hay punto de conexión (•) en el centro del diagrama, en donde la rama de 4Ω cruza la rama que contiene la fuente de corriente ideal i_a .



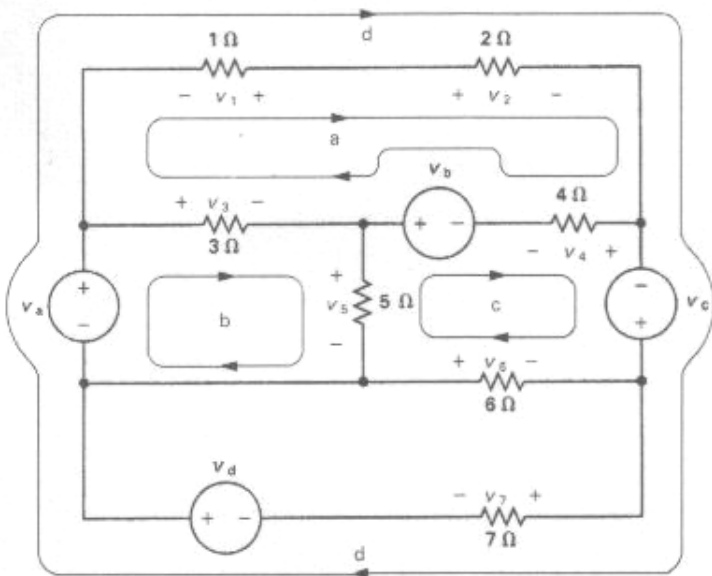
Solución:

Al escribir las ecuaciones, usamos signo positivo para la corriente que deja un nodo las cuatro ecuaciones son:

$$\begin{aligned} \text{nodo a} \quad & i_1 + i_4 - i_2 - i_5 = 0 \\ \text{nodo b} \quad & i_2 + i_3 - i_1 - i_b - i_a = 0 \\ \text{nodo c} \quad & i_b - i_3 - i_4 - i_c = 0 \\ \text{nodo d} \quad & i_5 + i_a + i_c = 0 \end{aligned}$$

Ejemplo:

Suma los voltajes alrededor de cada trayectoria designada en el circuito que se indica en la figura.



Solución:

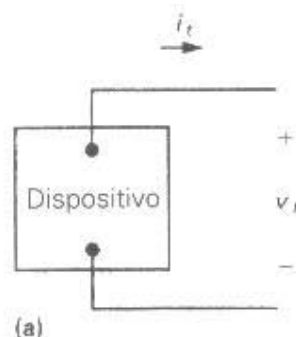
Al escribir las ecuaciones empleamos un signo positivo para las caídas de voltaje. Las cuatro ecuaciones son:

$$\begin{aligned} \text{Trayectoria a} \quad & -v_1 + v_2 + v_4 - v_b - v_3 = 0 \\ \text{Trayectoria b} \quad & -v_a + v_3 + v_5 = 0 \\ \text{Trayectoria c} \quad & v_b - v_4 - v_c - v_6 - v_5 = 0 \\ \text{Trayectoria d} \quad & -v_a - v_1 + v_2 - v_c + v_7 - v_d = 0 \end{aligned}$$

Ejemplo:

Para el dispositivo que se muestra en la figura se midieron el voltaje y la corriente en las terminales, los valores de v_t e i_t se tabulan en la figura.

- Construya un modelo del circuito para el dispositivo que está en el interior de la caja.
- Empleando el modelo del circuito, trate de predecir la potencia que entregará el aparato a un resistor de 10Ω .



(a)

v_t (V)	i_t (A)
30	0
15	3
0	6

(b)

Solución:

- a) Después de graficar el voltaje como una función de la corriente se obtiene la gráfica de la figura. La ecuación de la línea graficada es

$$v_t = 30 - 5i_t$$

Necesitamos identificar los componentes de un modelo del circuito que produzca la misma relación entre el voltaje y la corriente. La ley del voltaje de Kirchhoff nos dice que las caídas de voltaje a través de dos componentes en serie se suman. De la ecuación, uno de los componentes produce una caída de 30 V sin importar la corriente. Este componente puede modelarse como una fuente ideal independiente de voltaje.

El otro componente produce una caída de 30 V sin importar la corriente. Este componente produce una caída de voltaje positiva en la dirección de la corriente i_t . Ya que la caída de voltajes es proporcional a la corriente, la ley de Ohm nos dice que este componente puede modelarse del circuito resultante se presenta en la figura dentro del cuadro de líneas punteas.

- b) Ahora añadimos un resistor de 10Ω al dispositivo de la figura para completar el circuito. La ley de la corriente de Kirchhoff nos dice que la corriente en el resistor de 10Ω es la misma corriente que en el resistor de 5Ω . Empleando la ley de voltaje de Kirchhoff y la ley de Ohm, podemos escribir la ecuación de las caídas de voltaje alrededor del circuito, empezando en la fuente de

voltaje y procediendo en el sentido de giro de las manecillas de reloj:

$$30 = 5i_t + 10i_t$$

Resolviendo para i_t obtenemos

$$i_t = 2\text{ A}$$

Debido a que este es el valor de la corriente que fluye en el registro de 10Ω , podemos usar la ecuación de la potencia $p = i^2R$ para calcular la potencia entregada a este resistor

$$P_{10\Omega} = (2)^2(10) = 40\text{ W}$$

Terminología

Para discutir los métodos más complejos de análisis de circuitos, debemos definir algunos términos básicos. Hasta ahora, todos los circuitos presentados han sido circuitos planares —esto, es aquellos circuitos que pueden dibujarse sobre un plano sin ramas que se crucen.

Un circuito dibujado con ramas que se cruzan, se consideran planar si puede redibujarse sin ramas que se crucen— no puede redibujarse de tal manera que todas las conexiones de los nodos se mantengan sin que haya ramas que se crucen. El método de voltajes de nodo puede aplicarse a circuitos planares y no planares, mientras que la aplicación del método de corriente de malla, se limita a circuitos planares.

Términos para describir circuitos		
Nombre	Definición	Ejemplo de la figura

		"A"
Nodo	Un punto en el que se unen uno o más elementos de circuito	a
Nodo esencial	Un nodo en el que se unen tres o más elementos de circuito	b
Trayectoria	Un recorrido que une elementos básicos adyacentes, sin incluir elementos más de una vez	$v_1 - R_1 - R_5 - R_6$
Rama	Una trayectoria que une dos nodos	R_1
Rama esencial	Una trayectoria que conecta dos nodos esenciales sin pasar por un nodo esencial	$v_1 - R_1$
Lazo	Una trayectoria cuyo último nodo es el mismo que el nodo inicial	$v_1 - R_1 - R_5 - R_6 - R_4 - v_2$
Malla	Un lazo que no encierra a otros lazos	$v_1 - R_1 - R_5 - R_3 - R_2$
Circuito planar	Un circuito que puede dibujarse sobre un plano sin ramas que se crucen	

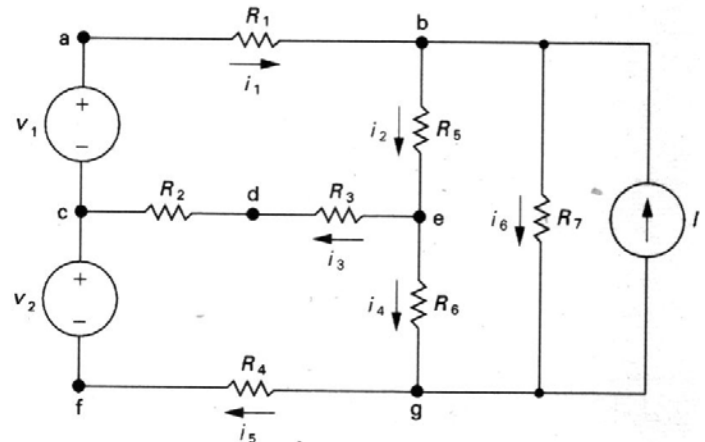


Figura "A"



Método De Voltajes De Nodo

Presentaremos el método de voltajes de nodo empleando los nodos esenciales del circuito. El primer paso, como se muestra en la figura B, es obtener un buen diagrama del circuito de forma que no haya ramas que se crucen y marcar claramente los nodos esenciales en el diagrama del circuito. Este circuito tiene tres nodos esenciales ($n_e = 3$); por lo tanto, necesitamos dos ($n_e - 1$) ecuaciones de voltaje de nodo para describir dicho circuito. El siguiente paso es para seleccionar uno de los tres nodos esenciales como nodo de referencia. Aunque teóricamente la selección puede ser arbitraria, en la práctica el nodo de referencia a seleccionar es con frecuencia obvio.

Por ejemplo, usualmente el nodo con el mayor número de ramas es una buena elección. La sección óptima del nodo de referencia (si existe uno) será aparente a medida que obtenga experiencia en este método. En el circuito mostrado en la figura B el nodo inferior

Descripción de un circuito

Cuando se conectan elementos básicos de circuito para formar un circuito, la conexión resultante se describe en términos de nodo, trayectorias, ramas, lazos y mallas. Todas estas definiciones se presentan en la tabla. La tabla incluye también ejemplos de cada definición.

conecta al mayor número de ramas, así que lo tomaremos como nodo de referencia. Indicamos el citado nodo elegido con el símbolo ▼, como se muestra en la figura C.

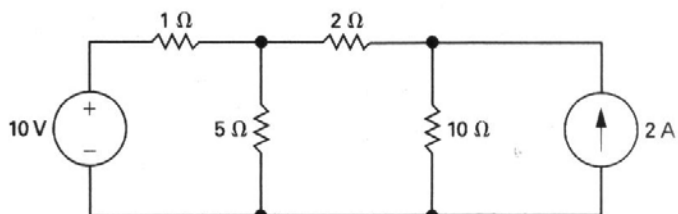


Figura B

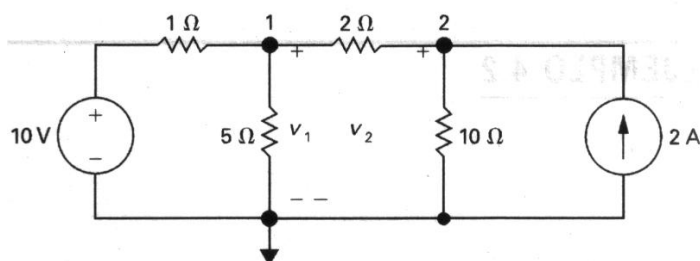


Figura C

Después de seleccionar el nodo de referencia, definimos el voltaje de los nodos en el diagrama del circuito. El voltaje del nodo se define como un incremento de voltaje desde el nodo de referencia a un nodo cualquiera. Para este circuito debemos definir dos voltajes de nodo, que se indica como v_1 y v_2 en la figura C.

Ahora estamos listos para generar las ecuaciones de voltajes de nodo. Esto se hace escribiendo primero las corrientes de cada rama conectada a un nodo de referencia en función de los voltajes de nodo, y sumando después estas corrientes a cero de acuerdo con la ley de corriente de Kirchhoff. Para el circuito de la figura C, la corriente que sale del nodo 1 para el resistor de $1\ \Omega$ es la caída de voltaje a través del resistor dividida por la resistencia (Ley de

Ohm). Dicho tipo de caída en la dirección de la corriente que sale del nodo, es $v_1 - 10$. Por lo tanto, la corriente en el resistor de $1\ \Omega$ es $(v_1 - 10)/1$. La figura D muestra estas observaciones. Muestra la rama $10V - 1\Omega$, con los voltajes y corrientes apropiados.

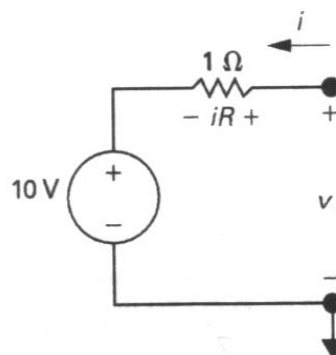


Figura D

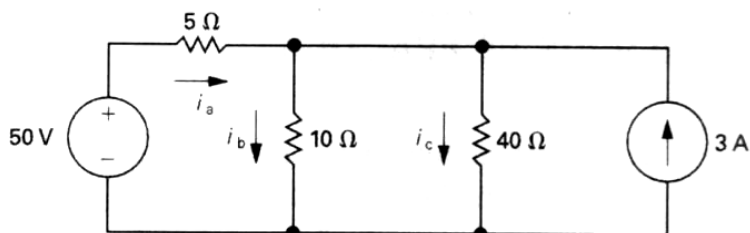
El mismo razonamiento produce la corriente en cada rama en donde se desconoce la corriente, Así la corriente que sale del nodo 1 para el resistor de $5\ \Omega$ es $v_1/5$, y la que sale para el resistor de $2\ \Omega$ es $(v_1 - v_2)/2$. La suma de las tres corrientes que dejan el nodo 1 debe ser igual a cero; por lo tanto la ecuación de voltajes de nodo que se obtiene para el nodo 1 es:

$$\frac{v_1 - 10}{1} + \frac{v_1}{5} + \frac{v_1 - v_2}{2} = 0 \quad (I)$$

La ecuación de voltajes de nodo que se obtiene para el nodo 2 es

$$\frac{v_2 - v_1}{2} + \frac{v_2}{10} - 2 = 0 \quad (II)$$

Nótese que el primer termino de la ecuación (II) es la corriente que deja el nodo 2 para que el resistor de $2\ \Omega$, el segundo termino es la corriente que deja el nodo 2 para el resistor de $10\ \Omega$, del tercer termino es la corriente que deja el nodo 2 para que la fuente de la corriente.



Ejercicio 2:

Las ecuaciones (I) y (II) son las dos ecuaciones simultáneas que describe el circuito mostrado en la figura C en términos de los voltajes del nodo v_1 y v_2 . Resolviendo para v_1 y v_2 se obtiene

$$v_1 = \frac{100}{11} = 9.09V$$

$$v_2 = \frac{120}{11} = 10.91V$$

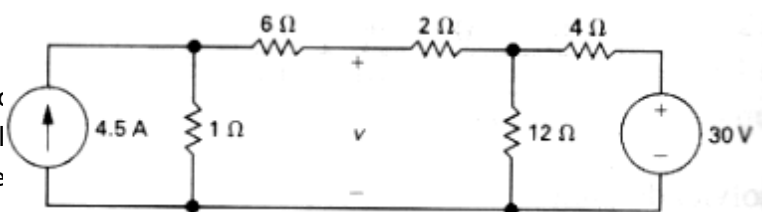
Una vez que se conocen los voltajes del nodo, se pueden calcular todas las corrientes de las ramas. Ya que estas se conocen, pueden calcularse los voltajes y potencias de las ramas.



Ejercicios

Ejercicio 1:

- Use el método de voltajes de nodo del análisis de circuitos para calcular las corrientes de las ramas i_a , i_b , e i_c del circuito que se muestra en la figura.
- Calcule la potencia asociada con cada fuente, y especifique si la fuente está entregando o absorbiendo potencia.

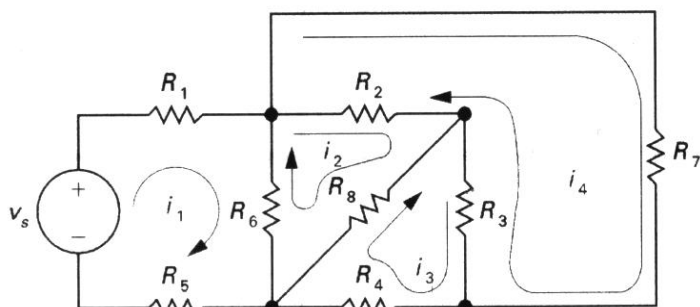


Ejercicio 3

Use el método de voltajes de nodo para calcular v en el circuito que se muestra.

Método De Corriente De Malla

El método de corriente de malla para análisis de circuitos nos permite describir un circuito en términos de $b_e - (n_e - 1)$ ecuaciones. Una malla es un lazo sin otro lazo dentro de él. El método de corriente de malla es solo aplicable a circuitos planares. El circuito de la figura E con flechas de corrientes en cada lazo para distinguirlo, contiene siete ramas esenciales en las que se desconoce la corriente y cuatro nodos esenciales. Por lo tanto, para resolverlo usando el método de corriente de malla debemos escribir cuatro $[7-(4-1)]$ ecuaciones de corriente de malla.



Una corriente malla es la corriente que existe sólo en el perímetro de la malla. En un diagrama aparece ya sea como una línea sólida cerrada, o una casi cerrada que sigue el perímetro de la malla apropiada. Una cabeza de flecha en la línea sólida indica la dirección de referencia para la corriente de malla.

La figura E muestra cuatro corrientes de malla. Nótese que por definición las corrientes de malla satisfacen automáticamente la ley de corriente de Kirchhoff. Esto es, en cualquier nodo del circuito, una corriente dada entra y deja el nodo a la vez.

La figura E también muestra que no siempre es posible identificar una malla de corriente en términos de una rama de corriente. Por ejemplo, la malla de corriente i_2 no es igual a ninguna rama de corriente. Mientras que la rama de corriente i_1 , i_3 e i_4 pueden ser identificadas con ramas de corriente. Por consiguiente, no siempre es posible medir la corriente de una malla; observe que no hay un lugar en el que se pueda colocar un amperímetro para medir la corriente de la malla i_2 .

El hecho de que la corriente de malla pueda ser una cantidad ficticia no significa que sea un concepto inútil. Por el contrario el método de la corriente de malla para el análisis de circuitos se obtiene como una evolución natural de las ecuaciones de corrientes de ramas.

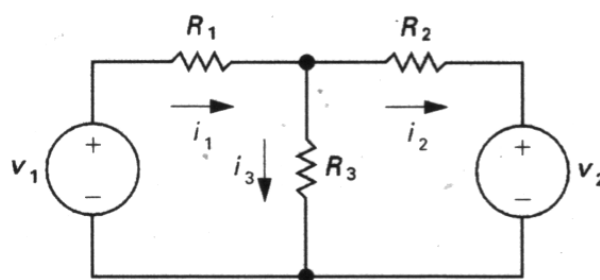


Figura F

Podemos emplear el circuito de la figura F para demostrar la evolución de la técnica de la corriente de malla. Empezamos usando las corrientes de rama (i_1 , i_2 e i_3) para formular el conjunto de ecuaciones independientes. Para este circuito, $b_e = 3$ y $n_e = 2$. Podemos escribir sólo una ecuación de corriente independiente, así que necesitamos dos ecuaciones de voltaje

independiente. Aplicando la ley de Kirchhoff de la corriente al nodo superior y la ley de voltaje de Kirchhoff alrededor de las dos mallas se genera el siguiente juego de ecuaciones:

$$i_1 = i_2 + i_3 \quad (I)$$

$$v_1 = i_1 R_1 + i_3 R_3 \quad (II)$$

$$-v_2 = i_2 R_2 - i_3 R_3 \quad (III)$$

Reducimos este juego a tres ecuaciones a un juego de dos resolviendo la ecuación (I) para i_3 y sustituyendo esta expresión en las ecuaciones (II) y (III):

$$v_1 = i_2 (R_1 + R_3) - i_2 R_3 \quad (IV)$$

$$-v_2 = -i_1 R_3 + i_2 (R_2 + R_3) \quad (V)$$

Podemos resolver las ecuaciones (IV) y (V) para i_1 e i_2 para reemplazar la solución de tres ecuaciones *simultáneas* con la solución de dos ecuaciones *simultáneas*. Derivamos las ecuaciones (IV) sustituyendo las $n_e - 1$ ecuaciones de corriente en las $b_e - (n_e - 1)$ ecuaciones de voltaje.

El valor del método de corriente de malla es que, al definir corrientes de malla, automáticamente eliminamos las $n_e - 1$ ecuaciones de corriente. Así que el método de corrientes de malla es equivalente a una sustitución sistemática de las $n_e - 1$ ecuaciones de corriente en las $b_e - (n_e - 1)$ ecuaciones de voltaje. Las corrientes de malla en la figura F que son equivalentes a eliminar la corriente de rama i_3 de las ecuaciones (II) y (III) se muestran en la figura G. Ahora aplicamos la ley de voltaje de Kirchhoff alrededor de las dos mallas,

expresando todos los voltajes a través de los resistores en términos de corrientes de malla, para obtener las ecuaciones

$$v_1 = i_a R_1 + (i_a - i_b) R_3 \quad (VI)$$

$$-v_2 = (i_b + i_a) R_3 + i_b R_2 \quad (VII)$$

Factorizando los coeficientes de i_a e i_b en las ecuaciones (VI) y (VII) se obtiene

$$v_1 = i_a (R_1 + R_3) - i_b R_3 \quad (VIII)$$

$$-v_2 = (i_b + i_a) R_3 + i_b R_2 \quad (IX)$$

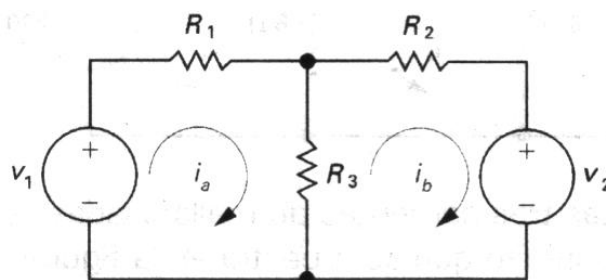


Figura G

Nótese que las ecuaciones (VIII) y (IX) y las ecuaciones (IV) y (V) son idénticas en forma, con las corrientes de malla i_a e i_b reemplazando a las corrientes de rama i_1 e i_2 . Nótese también que las corrientes de rama que se muestran en la figura F pueden expresarse en términos de corrientes de malla indicadas en la figura G, o bien

$$i_1 = i_a \quad (X)$$

$$i_2 = i_b \quad (XI)$$

$$i_3 = i_a - i_b \quad (XII)$$

La habilidad para escribir las ecuaciones (X)-(XII) por inspección es crucial para el método de corrientes de malla del análisis de circuitos. Una vez que usted conoce las corrientes de malla, también conoce las ramas.

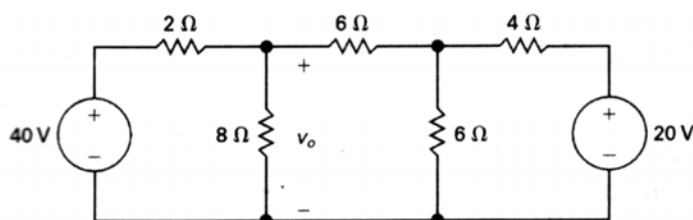
Y una vez que conoce éstas, puede calcular cualquier voltaje o potencia de interés.



Ejercicios

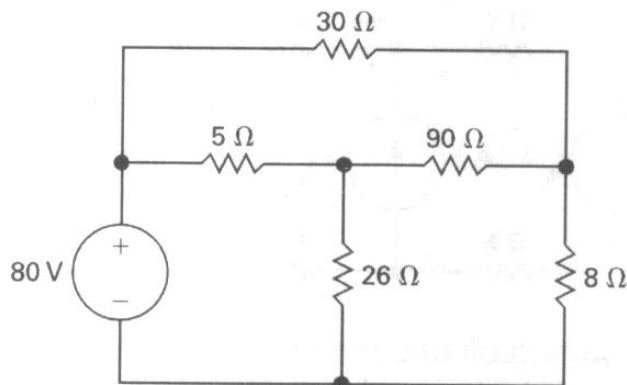
Ejercicio 1:

- Use el método de corrientes de malla para determinar la potencia asociada con cada fuente de voltaje en el circuito de la figura.
- Calcule el voltaje v_o a través de la resistencia de $8\ \Omega$



Ejercicio 2:

Use el método de corriente de malla para calcular (a) la potencia entregada por la fuente de 80V al circuito que se muestra y (b) la potencia disipada en el resistor de $8\ \Omega$



PARA CONTEXTUALIZAR CON:

• Competencia Tecnológica.

- ❖ Promover aplicaciones de tecnología de punta en mallas y nodos para utilización en circuitos digitales.
- ❖ Buscar información en bibliografía sobre otros métodos de análisis de circuitos para casos especiales o mas avanzados.

• Competencia de información.

- ❖ Consultar información en bibliografía y páginas Web de Internet, relativa a mallas y nodos utilizados en controles automáticos, incluyendo las ultimas innovaciones.

• Competencia emprendedora.

- ❖ Promover el trabajo de la especialidad de electrónica en áreas comerciales y domésticas.



1.2.3 Física de semiconductores

Introducción

Semiconductor, material sólido o líquido capaz de conducir la electricidad mejor que un aislante, pero peor que un metal. La conductividad eléctrica, que es la capacidad de conducir la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de potencial, es una de las propiedades físicas más importantes. Ciertos metales, como el cobre, la plata y el aluminio son excelentes conductores.

Por otro lado, ciertos aislantes como el diamante o el vidrio son muy malos conductores. A temperaturas muy bajas, los semiconductores puros se comportan como aislantes. Sometidos a altas temperaturas, mezclados con impurezas o en presencia de luz, la conductividad de los semiconductores puede aumentar de forma espectacular y llegar a alcanzar niveles cercanos a los de los metales. Las propiedades de los semiconductores se estudian en la física del estado sólido.

Características y Clasificación

Entre los semiconductores comunes se encuentran elementos químicos y compuestos, como el silicio, el germanio, el selenio, el arseniuro de galio, el seleniuro de zinc y el telururo de plomo. El incremento de la conductividad provocado por los cambios de temperatura, la luz o las impurezas se debe al aumento del número de electrones conductores que transportan la corriente eléctrica.

En un semiconductor característico o puro como el silicio, los electrones de valencia (o electrones exteriores) de un átomo están emparejados y son compartidos por otros átomos para formar un enlace covalente que mantiene al cristal unido. Estos electrones de valencia no están libres para transportar corriente eléctrica.

Para producir electrones de conducción, se utiliza la luz o la temperatura, que excita los electrones de valencia y provoca su liberación de los enlaces, de manera que pueden transmitir la corriente. Las deficiencias o huecos que quedan contribuyen al flujo de la electricidad (se dice que estos huecos

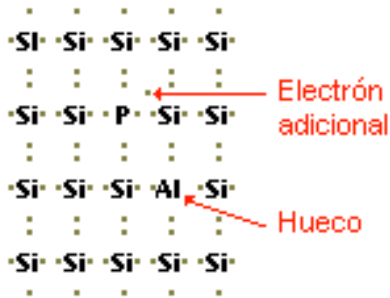
transportan carga positiva). Éste es el origen físico del incremento de la conductividad eléctrica de los semiconductores a causa de la temperatura.



Definición de Dopar y Materiales tipo P y N

Otro método para obtener electrones para el transporte de electricidad consiste en añadir impurezas al semiconductor o doparlo. La diferencia del número de electrones de valencia entre el material dopante (tanto si acepta como si confiere electrones) y el material receptor hace que crezca el número de electrones de conducción negativos (tipo *n*) o positivos (tipo *p*).

Este concepto se ilustra en el diagrama adjunto, que muestra un cristal de silicio dopado. Cada átomo de silicio tiene cuatro electrones de valencia (representados mediante puntos). Se requieren dos para formar el enlace covalente. En el silicio tipo *n*, un átomo como el del fósforo (P), con cinco electrones de valencia, reemplaza al silicio y proporciona electrones adicionales. En el silicio tipo *p*, los átomos de tres electrones de valencia como el aluminio (Al) provocan una deficiencia de electrones o huecos que se comportan como electrones positivos. Los electrones o los huecos pueden conducir la electricidad.



Cuando ciertas capas de semiconductores tipo *p* y tipo *n* son adyacentes, forman un diodo de semiconductor, y la región de contacto se llama unión *pn*. Un diodo es un dispositivo de dos terminales que tiene una gran resistencia al paso de la corriente eléctrica en una dirección y una baja resistencia en la otra.

Las propiedades de conductividad de la unión *pn* dependen de la dirección del voltaje, que puede a su vez utilizarse para controlar la naturaleza eléctrica del dispositivo. Algunas series de estas uniones se usan para hacer transistores y otros dispositivos semiconductores como células solares, láseres de unión *pn* y rectificadores.

Los dispositivos semiconductores tienen muchas aplicaciones en la ingeniería eléctrica. Los últimos avances de la ingeniería han producido pequeños chips semiconductores que contienen cientos de miles de transistores. Estos chips han hecho posible un enorme grado de miniaturización en los dispositivos electrónicos. La aplicación más eficiente de este tipo de chips es la fabricación de circuitos semiconductores de metal-óxido complementario o CMOS, que están formados por parejas de transistores de canal *p* y *n* controladas por un solo circuito. Además, se están fabricando dispositivos extremadamente

pequeños utilizando la técnica epitaxial de haz molecular.

La unión rectificadora p-n y Aplicaciones.

Un rectificador es un dispositivo electrónico que permite que permite el flujo de corriente en una sola dirección: por ejemplo, un rectificador transforma una corriente alterna en una corriente continua. Antes del invento de la unión rectificadora semiconductor *p-n*, esta operación se realizaba usando lámparas de vacío denominadas diodos.

La unión rectificadora *p-n* se construye a partir de un semiconductor que es dopado de manera que sea de tipo *n* en un lado y de tipo *p* en el otro lado. Si se unen bloques de materiales de tipo *n* y de tipo *p*, el rectificador que resulta es pobre puesto que la presencia de una superficie entre los dos bloques produce un dispositivo muy deficiente. También, en todos los dispositivos deben utilizarse monocristales de materiales semiconductores porque en los límites de grano ocurren fenómenos electrónicos que son perjudiciales para la operación.

Antes de la aplicación de cualquier potencial a través de la unión *p-n*, los huecos serán los transportadores mayoritarios en el lado *p* y los electrones predominarán en la región *n*. Se puede establecer un potencial eléctrico a través de la unión *p-n* con dos polaridades distintas. Cuando se utiliza una batería, el terminal positivo puede conectarse en el lado *p* y el terminal negativo en el lado *n*; esto se denomina polaridad directa. La polaridad opuesta se denomina polaridad inversa.

La respuesta que se observa en los transportadores de carga a la aplicación de un potencial directo es que los huecos en el lado p y los electrones en el lado n son atraídos hacia la unión. A medida que los electrones y los huecos se encuentran unos con otros cerca de la unión, se recombinan continuamente y se aniquilan unos con otros, de acuerdo a:

electrón + hueco $\rightarrow$ energía

Por tanto para esta polarización, un gran número de transportadores de carga fluyen a través del semiconductor y hacia la unión; esto se manifiesta en una corriente apreciable y una resistividad baja.

Para la polaridad inversa tanto los huecos como los electrones, como transportadores mayoritarios son desplazados lejos de la unión; esta separación de cargas positivas y negativas (polarización) deja la región de la unión relativamente libre de transportadores de carga. La recombinación no tendrá lugar en ninguna extensión apreciable, de manera que la unión es ahora altamente aisladora.

Aplicaciones de los semiconductores

En este rango de dispositivos existen muchas aplicaciones en la vida cotidiana donde los semiconductores tienen y ayudan en gran parte al desarrollo tecnológico del mundo entre ellas se encuentran:

- ❖ Telecomunicaciones
- ❖ Telefonía celular

- ❖ Satélites
- ❖ Video cable
- ❖ Repetidoras de TV
- ❖ Broadcasting (Radio y TV),
- ❖ Bancos (cajeros automáticos)
- ❖ Electromedicina (Tomógrafos, HPLC's, ecógrafos)
- ❖ Industria petrolera (protección en los tableros del sistema de
- ❖ Extracción de petróleo, transmisión de datos por telemetría)
- ❖ Industrias alimenticia, plástica, química,
- ❖ Laboratorios
- ❖ Y muchos más.

Entre los dispositivos que con los que elaboran de material semiconductor están los diodos que se utilizan en fuentes de alimentación conectados a la salida de un transformador para poder obtener en su salida, indicada por las patillas + y -, una corriente continua, que nos ayuda a la rectificación del voltaje alterno, que junto con otros componentes nos proporcionan un voltaje de cd.

Otros dispositivos que están elaborados con material semiconductor son los Termistores que se ocupan en:

- Termostatos de estufas, aire acondicionado, etc.
- Detectores para alarmas contra incendios.
- Compensación del valor óhmico en circuitos al variar la temperatura

Uno de los dispositivos más populares en la industria y de fácil aplicación son los LDR

- Detector de presencia, cuando se interrumpe la luz que incide sobre el.

- Como interruptor crepuscular, encendiendo una lámpara cuando se hace de noche.

La Aplicación de otro dispositivo elaborado con materiales semiconductores son los VDR o foto resistencia que es utilizada en:

- Compensación del valor óhmico cuando varía la tensión en un circuito.
- Estabilizadores de tensión.

Estas y muchas mas aplicaciones en la vida diaria son elaboradas para resolver problemas cotidianos y con el fin de facilitarle la vida al ser humano.

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

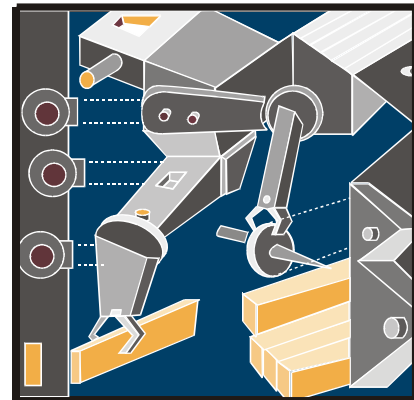
- **Competencia de información.**
 - ❖ Consultar información en bibliografía y en páginas Web de Internet relativa a semiconductores.
 - **Competencia para la vida.**
 - ❖ Fomentar el esfuerzo personal enfocado a los estudios del alumno.
-

■ Unidad II

Manejo de Componentes y Dispositivos Electrónicos

Módulo Autocontenido Optativo-Transversal
Norma Técnica de Institución Educativa

Segundo Semestre



QPRAEB01

Modulo de Estudios de la carrera de Profesional Técnico-Bachiller en Mantenimiento de Sistemas Automáticos



Unidad II Manejo de Componentes y Dispositivos Electrónicos.

Propósito de la Unidad II

Esta unidad tiene como objetivo o propósito que el alumno conozca y aprenda a manejar lo que son los dispositivos más

comunes que se utilizan en la electrónica como son: los diodos, transistores, las resistencias, los inductores y otras variaciones de estos pero que tienen un comportamiento diferente en otras condiciones de uso o aplicación. Esto logrará en el alumno adentrarse más a la carrera que estudia ya que es uno de los pilares de conocimiento más importantes y básicos dentro de la electrónica.

Aprenderá el alumno a que estos y otros dispositivos similares se ocupan en la vida diaria y en cosas muy insignificantes y que a diferencia de las personas comunes no les dan importancia, donde poco a poco el alumno aprenderá a darles su importancia y lugar.

2.1. Componentes específicos, utilizados en sistemas electrónicos.

2.1.1. Diodos

Introducción

Habrás observado la analogía de llamar N a los semiconductores con electrones capaces de conducir y llamar P a los que tienen huecos. Esto no significa que a los materiales de tipo N podamos llamarlos semiconductores negativos, pues el que una sustancia esté cargada negativamente viene dado porque tenga más electrones que protones en el núcleo, sin embargo este no es nuestro caso. En nuestros semiconductores, el número de electrones en las órbitas de los átomos es exactamente igual al de protones en los núcleos de los mismos átomos. Así que nunca cometamos el error de llamarlos semiconductores negativos o positivos. Siempre hay que usar los vocablos tipo N o tipo P, pues el concepto es completamente distinto del de carga eléctrica positiva o negativa.

Con estos elementos bien comprendidos, podemos proceder a juntar una capa tipo N y una capa tipo P para conseguir un diodo de unión semiconductor y estudiar su funcionamiento. En principio se presentan dos situaciones distintas.

En la figura 1, la tensión de la pila se conecta de tal forma que el borne positivo está conectado a un semiconductor tipo P y el polo negativo con un semiconductor de tipo N. P con positivo y N con negativo. Éste es el estado perfecto del diodo, pues los electrones de la

zona N son repelidos por la tensión negativa producida por un exceso de electrones en el negativo de la pila y son empujados a atravesar la zona entre ambos semiconductores.

Al atravesar la zona, encuentran muchos huecos en la estructura P y, al rellenarlos, siguen avanzando los electrones y consiguen alcanzar el otro extremo del material fácilmente donde la tensión positiva o escasez de electrones en el otro electrodo de la pila hace que los aspire con gran voracidad. Ha circulado una corriente eléctrica y el amperímetro conectado en serie nos lo indicará así.

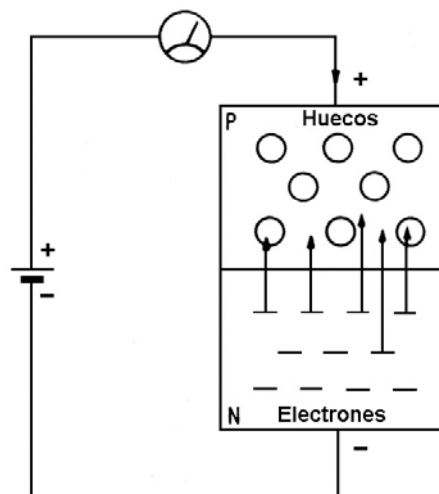


figura1

En la figura 2 se muestra la conexión desfavorable para el diodo. El borne positivo de la pila se conecta al material N y el borne negativo al material P. Es decir, tenemos negativo con P y positivo con N. Un desastre de coordinación. Toda la perfección vuelta del revés.

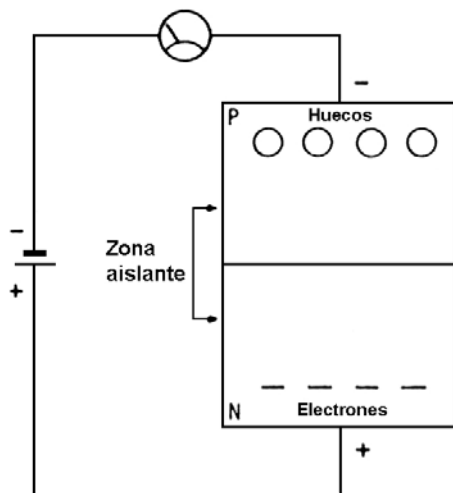


figura 2

Precisamente la tensión negativa de la pila repeliendo electrones hace que unos cuantos acudan a rellenar los huecos de P y los dejen cancelados. Al mismo tiempo, el borne positivo de la pila atrae a los electrones libres de N y se los lleva sin ningún recato. En resumen, dejan vacía la zona de la unión sin portadores de ningún tipo. Hemos conseguido que la zona de unión sea un aislante muy bueno, pues se ha quedado sin transportadores de la electricidad que la conduzcan. El amperímetro conectado en serie no indica paso de corriente.

Bueno, no todo es tan perfecto. Seamos sinceros: siempre hay unos cuantos electrones que se fugan a pesar de todo y consiguen pasar al otro lado. Esta corriente de fuga es normalmente de microamperios en el silicio y se debe principalmente a que la agitación térmica rompe algunos pocos enlaces de electrones con sus átomos respectivos y produce unos pocos electrones libres conductores que circulan a pesar de la barrera aislante (sólo unos pocos millones; casi un aislante).

El problema que se presenta en el diodo es que, si vamos aumentando la tensión en el estado de no conducción de la figura 2, llegará un momento en que el campo eléctrico será tan fuerte, que será capaz de arrancar por sí mismo electrones de los átomos. Ahí sí que se nos estropeó el invento. Cuando la tensión inversa supera el valor máximo, aparecen electrones arrancados de los átomos de la zona aislante y empiezan a conducir la electricidad, por lo que se ha acabado el efecto diodo. Se producirá una avalancha conductora y el aumento de corriente producirá una mayor temperatura que agita más los átomos y producirá más rupturas de enlaces de los átomos con los electrones que acabarán por volver más conductor al material. Se acabó el semiconductor y el diodo, pues la corriente aumenta hasta fundir el material.

Eso indica que existen otras limitaciones para el diodo, aparte de la tensión máxima inversa. Cuando está conduciendo con tensión y corriente directa, tenemos que tener cuidado en no sobrepasar una corriente máxima que puede soportar el diodo sin calentarse excesivamente.

Para que todo funcione bien, en el diodo de silicio no se puede sobrepasar los 180° en la zona de la unión, pues, a partir de esta temperatura, la agitación térmica es tan brutal que los átomos pierden los electrones en ese baile a temperatura infernal y se produce conducción acelerada con trillones de electrones. La temperatura en esa zona depende de la corriente, pues, al igual que en los conductores, existe una resistencia eléctrica que convierte en calor el paso de los electrones, absorbiendo su energía cinética y transmitiéndosela a los átomos del silicio. De ahí que temperatura máxima y corriente

máxima vayan ligadas de una manera íntima. Se puede mejorar esa relación con disipadores térmicos, aletas, capuchones metálicos, etc., pero siempre llegaremos a una corriente máxima que dependerá de cómo puede evacuarse el calor producido en el semiconductor, para que no aumente su temperatura.

Las aplicaciones principales de los diodos provienen todas de esa conducción en un solo sentido que permite utilizarlos para convertir señales eléctricas alternas en continuas (figura 3) y en la rectificación de la corriente alterna. La aplicación como detector de señales de alta frecuencia no deja de ser el mismo proceso rectificador, aunque se le de un nombre diferente (figura 4).

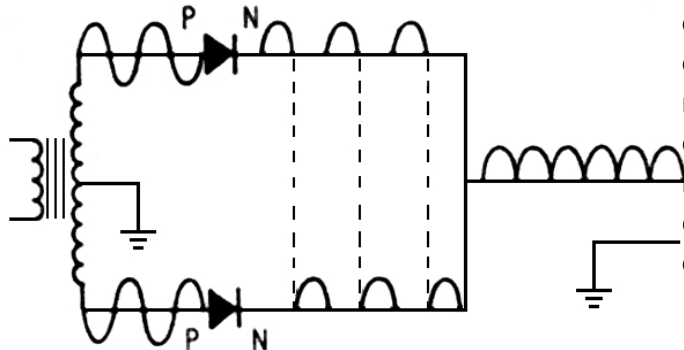


figura 3

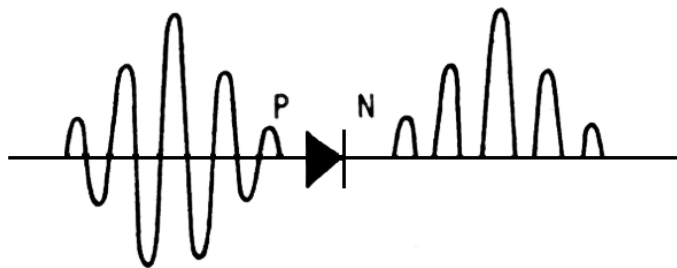


figura 4

Una característica de la conducción del diodo es que siempre hay una pequeña barrera de tensión que hay que vencer antes de que el diodo de silicio empiece a conducir. Esta barrera es de 0,6/0,7V para los diodos de silicio y de solamente 0,2/0,3 V para los diodos de germanio. Se desarrolla al poner en contacto las dos zonas de tipo distinto P y N, pues inmediatamente algunos electrones de la zona N se difunden para llenar los huecos de la zona P, por lo que se crea una pequeña diferencia de potencial que permanece tanto si pasa corriente como si no.

De ahí que el diagrama de conducción de un diodo sea el de la figura 5, en la que se puede observar este umbral de conducción. Hasta que la tensión no supera ese umbral de 0,6 no comienza a conducir el diodo. Y, durante la conducción, esta diferencia de potencial se mantiene sin superar los 0,7 V (aunque estos valores son aproximados y varían de un diodo a otro tanto como los de germanio como para los de silicio, e incluso varían ligeramente dentro del mismo modelo), de forma que siempre encontraremos estos 700 mV (milivoltios) en los bornes de un diodo de silicio que está conduciendo. La figura 5 es similar a la de los diodos de germanio.

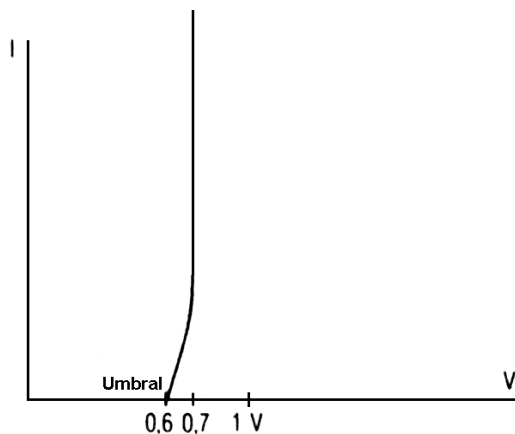


figura5

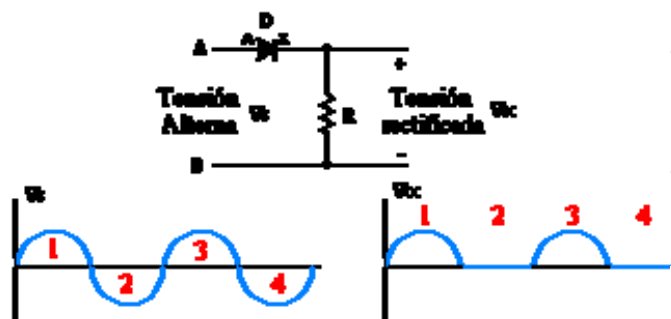
Hay que fijarse bien en que los diodos se representan con una flecha que señala la dirección de una hipotética corriente transportada por inexistentes cargas positivas. La realidad es que la corriente siempre la transportan los electrones en sentido contrario (de negativo a positivo), pero cuando se descubrió esto último, se habían definido ya las leyes de la electricidad con la idea de que existían cargas positivas portadoras y se decidió dejarlo todo como está, en la confianza de que todo el mundo sabe que la corriente electrónica circula en sentido contrario a la de la flecha y se llama corriente eléctrica a la hipotética corriente de cargas positivas inexistentes que circularía en dirección de la flecha.



Rectificadores de media onda y onda completa

Rectificador de media onda:

El rectificador más simple de realizar es el de media onda, el cual puede observarse en la siguiente figura:



Analizaremos que es lo que sucede en cada uno de los intervalos del 1 al 4.

En el primer intervalo (1), la tensión V_s está en el semiciclo positivo, de esta forma podemos suponer que es positiva en A y negativa en B, recibiendo el diodo polarización directa (+ánodo y -cátodo), permitiendo que la corriente circule a través de él. Si medimos la tensión en la resistencia, ésta será prácticamente igual a la tensión alterna de entrada V_s obteniéndose el semiciclo positivo indicado con 1 en V_{cc} .

En el intervalo 2 la polaridad de la tensión V_s se ha invertido, de esta forma es negativa en A y positiva en B, polarizando al diodo en sentido inverso con lo cual el mismo no conducirá y provocará una tensión prácticamente nula en bornes de la resistencia, obteniéndose así el semiciclo nulo indicado con 2 en V_{cc} .

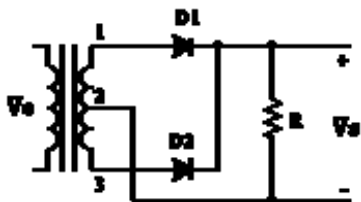
Prosiguiendo con el mismo análisis en los intervalos 3 y 4 se obtiene el diagrama completo para V_{cc} . De esta forma hemos obtenido la tensión V_{cc} , que es V_s rectificada cada media onda, dejando pasar solamente el semiciclo positivo de ésta.

Esta forma de rectificado no es la mas conveniente dado que se está desperdiciando un semiciclo de la señal de alterna y si se desea un posterior rectificado para obtener una continua pura será muy difícil de lograrlo dada la gran asimetría de esta.

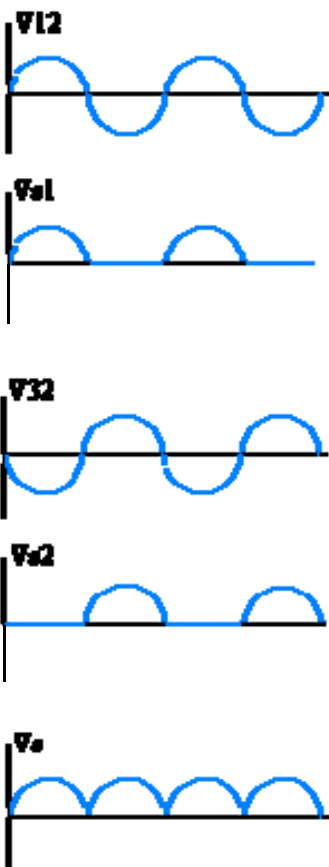


Rectificador de onda completa:

Un método mejor es el que muestra la siguiente figura:

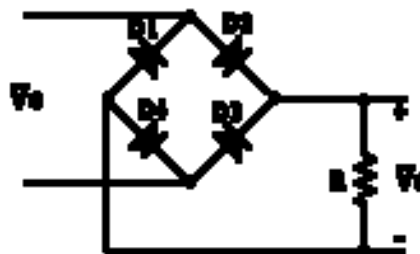


En este circuito se han utilizado dos diodos rectificadores conectados con un transformador con toma intermedia, la cual es conectada a masa. La forma en que este rectificador trabaja es muy similar a la anterior, y las tensiones en las distintas partes del mismo son las que se muestran en la figura:



Como se ve, al diodo D1 se le aplica la tensión V_{12} y de la forma ya vista en el rectificador anterior nos dá una tensión de salida V_{s1} como se ve en la gráfica de V_{s1} . Al diodo D2 se le aplica la tensión V_{32} y entonces tenemos a la salida la tensión graficada V_{s2} . La tensión de salida V_s es la suma de ambas y se ve en la gráfica de V_s . Pero éste sigue siendo un método poco utilizado ya que se debe disponer de un transformador con toma intermedia.

La figura siguiente muestra el diseño de un rectificador que no utiliza un transformador con toma intermedia, por lo cual es el de mayor utilización.



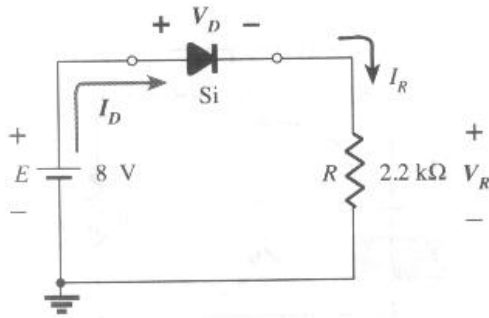
A este tipo de rectificadores se lo denomina **rectificador tipo puente**.



Ejercicios

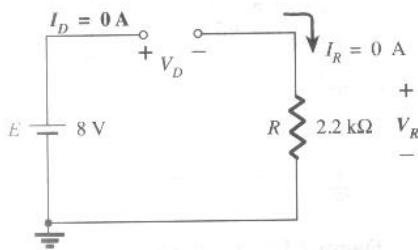
Ejercicio 1

Para la configuración de diodos en serie de la figura, determina V_D , V_R , e I_D .



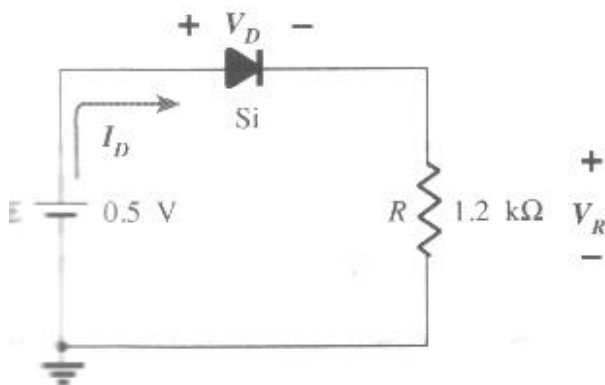
Ejercicio 2

Repetir el ejercicio anterior con el diodo invertido.



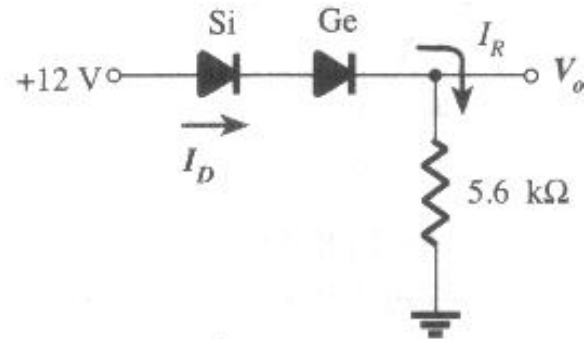
Ejercicio 3

Para la configuración del diodo en serie de la figura, determinar V_D , V_R e I_D .



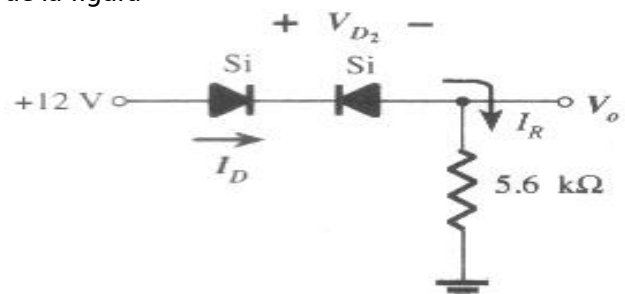
Ejercicio 4

Determinar V_o e I_D para el circuito en la serie de la figura.



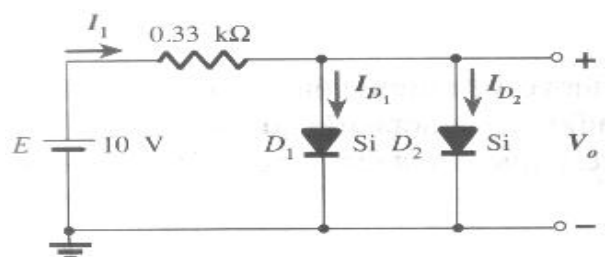
Ejercicio 5

Determinar I_D , V_D , y V_o para el circuito de la figura



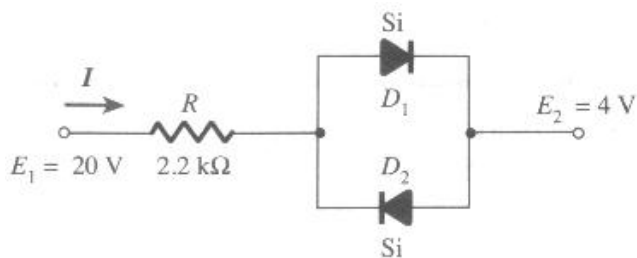
Ejercicio 6

Determinar V_o , I_1 , I_{D1} , e I_{D2} para la configuración de diodos en el paralelo de la figura.



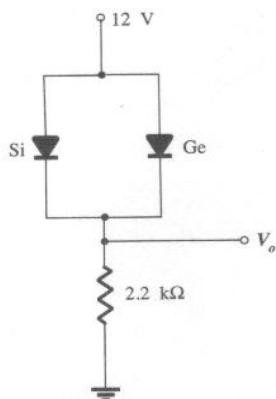
Ejercicio 7

Determinar la corriente I para la red de la figura.



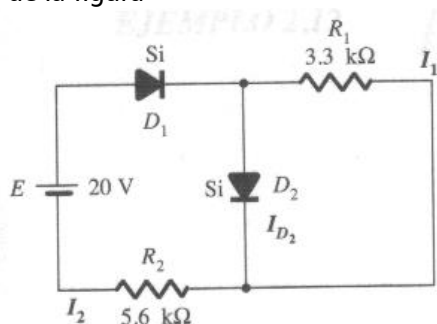
Ejercicio 8

Determinar el voltaje V_o para la red de la figura.



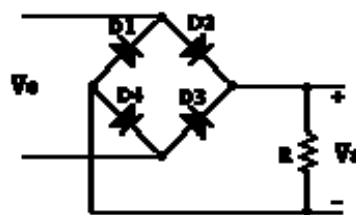
Ejercicio 9

Determinar las corrientes I_1 , I_2 , I_{D2} para la red de la figura



Ejercicio 10

Modele el paso de corriente en un puente de diodos al que se le conecta un voltaje de transformador V_e como se muestra en la figura siguiente y explique paso a paso el funcionamiento de este.



PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia científico-teórica.**
 - ❖ Describir la utilización los diodos, aplicando los principios de la electrónica.
- **Competencia lógica.**
 - ❖ Resolver problemas que involucren el razonamiento lógico, matemático y abstracto, enfocado al uso de diodos y otros componentes electrónicos.
- **Competencia de calidad.**
 - ❖ Respetar lo establecido en Normas y estándares de calidad, enfocado a la utilización de diodos y otros componentes electrónicos.
- **Competencia de información.**
 - ❖ Buscar información sobre la utilización de diodos en circuitos que utilicemos con frecuencia.



2.1.2. Transistores

Introducción del transistor

El transistor estructuralmente consta de tres capas superpuestas de semiconductores diferentes, formando un bocadillo (figura 1A). Vamos a comenzar p.-)r explicar el transistor NPN que consta de tres, capas superpuestas de

estas características ya expuestas en el artículo anterior: primero una capa de tipo N, en medio una de tipo P y, finalmente, otra de tipo N.

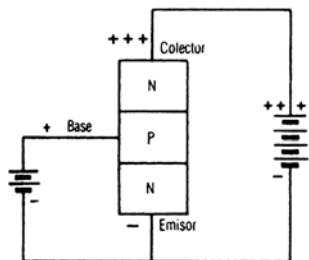


figura 1A

Las tres capas son equivalentes a los electrodos de la válvula triodo y desempeñan funciones muy similares. La capa que proporciona electrones se llama emisor y realiza la función equivalente al cátodo en la válvula.

La capa superior que absorbe electrones como la placa o ánodo de una válvula recibe el nombre de colector. Finalmente, el elemento de control que hace el papel de la rejilla de la válvula recibe el nombre de base. Vamos a alimentarlo, tal como muestra la figura 1A, con tensiones positivas en relación a la capa de tipo N que hemos llamado emisor.

Dos diodos de unión en serie

Diodo base-emisor: conduce (figura 1B)

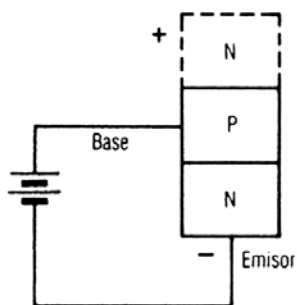


figura 1B

La base y el emisor forman un diodo PN que recibe tensiones adecuadas para que conduzca, y el circuito se comporta como

cualquier diodo de unión normal. Es decir, si el negativo de la pila se conecta al tipo N (emisor) y el positivo al tipo P (base), el polo negativo de la pila inyecta electrones (los repele) del emisor hacia la zona de la unión, y estos electrones atraviesan y rellenan los huecos de la zona P de la base y alcanzan fácilmente el polo positivo de la pila. Hay conducción. Mejor dicho, debe haber siempre conducción para que funcione el transistor. Como todo diodo de silicio, aparece una tensión entre base y emisor de aproximadamente 0,610,7 V.

Diodo colector-base: no conduce normalmente (figura 1C)

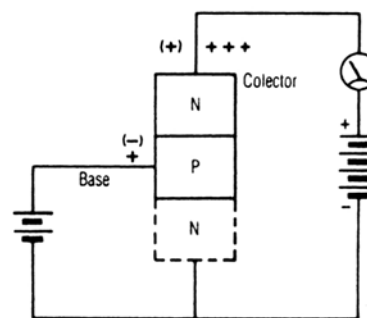


figura 1C

El colector y la base están polarizados de forma que no habrá conducción, porque siempre hacemos muy superior la tensión del colector a la de la base. Es decir, si observamos la diferencia de tensiones entre el colector y la base, podemos comprobar cómo el colector tiene más tensión positiva que la que le damos a la base.

La base es menos positiva que el colector y esto es lo mismo que decir que la base tiene una tensión negativa respecto a la del colector. O sea, estamos aplicando una tensión negativa a un P y más positiva a (in N. Justo lo contrario de lo que necesita el diodo. Así que podemos asegurar que en la unión N

(colector) con P (base) no habrá conducción de corriente.

Efecto transistor

Hasta aquí hemos estado hablando de dos diodos independientes y opuestos conectados en serie pero, por supuesto, conseguimos además un fenómeno de conducción inesperado cuando construimos las tres capas de una forma especial. Si la base la hacemos una capa delgadísima como si fuera del más caro material que podamos conseguir (figura 2), lograremos ahorrar dinero, pero también conseguiremos que se produzca el efecto transistor.

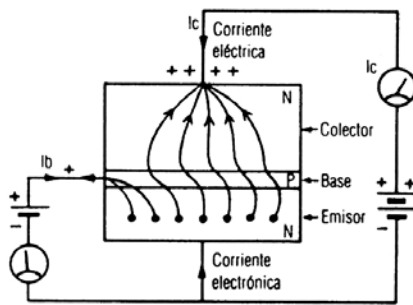


figura 2

Al ser tan delgada la capa de la base y pertenecer a dos diodos, cada uno tiende a producir un efecto opuesto:

El **diodo colector-base** tiende a dejar la finísima base como aislante sin portadores, pues este diodo está polarizado de forma opuesta a la conducción e intenta dejar la base tipo P sin portadores eléctricos, ya sean huecos o electrones.

Sin embargo, el otro diodo, el **emisor-base** (que está conduciendo), está llenando la base de electrones que están circulando a

requerimiento de una polarización directa que le obliga a la conducción.

Así pues, la base no se está comportando como el aislante que pretende el diodo bloqueado **colector-base**, sino que está llena de electrones inyectados por el emisor que circulan tranquilamente por esa zona que debería ser aislante, sin portadores.

El **efecto transistor** consiste en que la mayoría de electrones que circulan por esa delgadísima zona que debería ser aislante de la base son capturados por la tensión positiva del colector, de tal forma que, en su mayor parte, circulan por el circuito **colector-emisor**. Tan es así, que la mayor parte de los electrones inyectados por el emisor en el diodo **base-emisor** se dirigen hacia el colector. Se llega a conseguir que circule hacia el colector el 99 % de los electrones, incluso se ha logrado que el 999 % se dirija al colector, en lugar de hacia la base, en transistores especiales. Por la base sólo circula una corriente pequeña, el restante 1 o 0,1 % de la corriente principal.

Además, la corriente que circula por el circuito **colector-emisor** es directamente proporcional a la pequeña corriente que circula por la base. A ese coeficiente multiplicador, que es precisamente el responsable del efecto transistor, se le llama **ganancia de corriente o factor beta** del transistor.

$$\beta \text{ (beta)} = I_c / I_b = 10,100 \text{ o } 1000 \text{ veces}$$

Eso significa que, con una corriente por la base del 1 %, se puede controlar la corriente

100 veces mayor del emisor-colector, exactamente igual que la tensión de rejilla de una válvula controla la corriente ánodo-cátodo.

Tenemos pues que el transistor responde a la definición de amplificador: con poca potencia en el diodo emisor-base, puede controlar una potencia mucho mayor que circula en el circuito colector-base-emisor, que es precisamente lo que hemos definido como amplificador.

Si quitamos la corriente base-emisor de polarización, desaparecen los electrones portadores de corriente en la zona de la base y se corta la corriente principal colector-emisor, pues ahora es como si tuviéramos simplemente dos diodos en serie, uno de los cuales tiene polarización de bloqueo o tensión inversa (colector-base) y no deja pasar corriente. Esta situación cambia a conducción en cuanto restituimos la corriente al diodo base emisor.

Nos queda explicar que el transistor PNP funciona de la misma forma, pero los portadores mayoritarios de la electricidad son en este caso los huecos del emisor de tipo P que son enviados desde éste al diodo emisor-base pero que se dirigen en su mayoría hacia el colector con tensiones negativas, exactamente igual a lo que hacen los electrones mayoritariamente en el transistor NPN.

El transistor PNP, como la letra central indica, funcionan con tensiones negativas en su colector y en la base, de forma que permite hacer combinaciones con los NPN cuando conviene una amplificación de signo contrario.

Hay que fijarse que la letra central del bocadillo NPN o la del PNP nos indica la polaridad de la tensión que necesita el transistor para funcionar correctamente. Tensiones positivas para el NPN y tensiones negativas para el PNP.

Los transistores se representan con una flecha en el emisor (figura 3) que indica la dirección de la corriente eléctrica (opuesta a la corriente real de los electrones o corriente electrónica), de forma que el NPN se representa gráficamente por una flecha que indica corriente saliendo por el emisor y el PNP con una flecha que indica corriente eléctrica entrando por el emisor, en el sentido positivo -- > negativo, convencional de la electricidad. Justo lo contrario de la realidad.

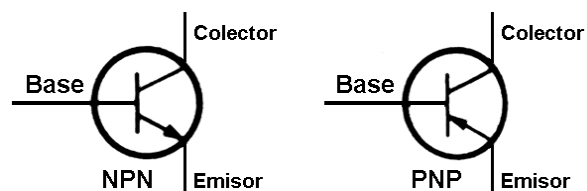


figura 3

Actualmente se prefiere utilizar los transistores NPN, no sólo porque es más fácil manejar mentalmente tensiones positivas a las que ya estábamos acostumbrados con las válvulas, sino porque los portadores electrones son, en igualdad de condiciones, más rápidos que esas partículas fantasma que son los huecos, pues siempre han de esperar que los rellene un electrón para considerarse movidos en dirección contraria.

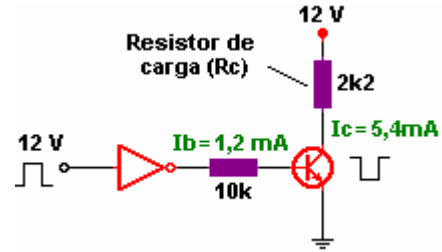
Aplicaciones de los transistores

Los transistores pueden tener un sin número de aplicaciones y formas de conectividad entre las que se encuentran las siguientes, pero cabe mencionar que estas son algunas de sus formas de conectar y que son aplicables a la vida diaria. Estos por lo general son utilizados como amplificadores u osciladores en sistemas de comunicaciones, control y computación. Los circuitos electrónicos que contienen transistores, resistencias, diodos, etc, ofrecen diferentes funciones para procesar esta información, incluyendo la amplificación de señales débiles hasta un nivel utilizable; la generación de ondas de radio; la extracción de información, como por ejemplo la recuperación de la señal de sonido de una onda de radio (demodulación); el control, como en el caso de la superposición de una señal de sonido a ondas de radio (modulación), y operaciones lógicas, como los procesos electrónicos que tienen lugar en las computadoras. Otro aspecto importante que ofrecen los transistores son la amplificación de la corriente. Hay que hacer notar que los transistores de efecto campo funcionan de forma más eficaz que los bipolares, ya que es posible controlar una señal grande con una cantidad de energía muy pequeña.

Polarización de un transistor NPN como Emisor Común

En este caso el emisor está conectado a masa, se dice que este terminal es común a la señal de base y de colector. El utilizado en este caso un BC547 y estos son algunos de sus datos:

- Tensión Base-Colector (V_{CBO}) = 50 V
- Corriente de Colector (I_c) = 100mA = 0,1A



Cuando la base de Q1 se polariza positivamente, éste conduce la máxima corriente, que le permite R_c .

R_c es la resistencia de carga, que bien podría ser un LED, un relé, etc.

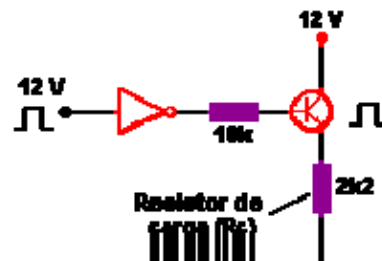
$$I_c = E/R = 12V / 2200 = 0,0054 = 5,4 \text{ mA}$$

$$I_b = E/R = 12V / 10000 = 0,0012 = 1,2 \text{ mA}$$

Es decir la corriente total Colector-Emisor es 6,6mA.

Conexión como seguidor emisor:

En esta situación se toma la señal de salida desde el Emisor donde se encuentra la Resistencia de carga, observa que este esquema comparado al anterior tiene la misma fase de salida que la de entrada.

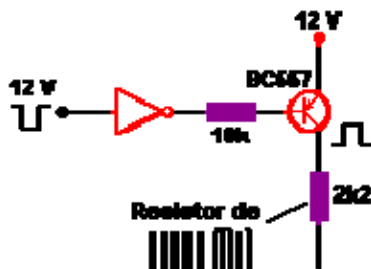


También hay casos, en que necesitas que el transistor esté conduciendo permanentemente (estado de saturación) y que pase al corte ante la presencia de un pulso eléctrico, esto sería lo inverso de lo visto anteriormente, para lograr esto, los circuitos

anteriores quedan como están y sólo se reemplazan los transistores por los complementarios, o sea donde hay un NPN se conecta un PNP.

Cuando la señal es negativa

En ocasiones, se da el caso en que las señales lógicas recibidas son negativas o de nivel bajo, para entonces se puede utilizar un transistor PNP, por ejemplo: el BC557, que es complementario del BC547, para conseguir los mismos resultados. En la siguiente figura se representa esta condición, es decir, un acoplamiento con transistor PNP.

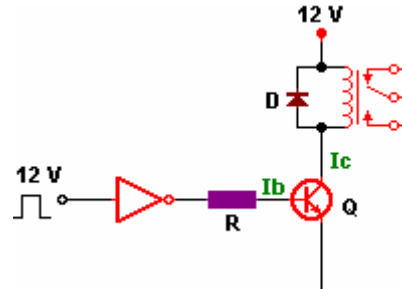


Análisis para la conexión de un RELE

El diodo en paralelo con la bobina del relé cumple la función de absorber las tensiones que se generan en todos los circuitos inductivos.

Si la bobina del relé tiene 50 ohm de resistencia y funciona a 12 V, puedes calcular el consumo de corriente que tiene el relé, para así saber que transistor utilizar:

$$I_c = E/R = 12V / 50 = 0,24 = 240 \text{ mA}$$



Con este resultado, no se puede utilizar el BC547, cuya corriente máxima es de 100mA, pero sí, lo puede hacer un BC337, es conveniente no superar el 50% de la corriente que entregan los transistores.

Ahora bien, si la señal que se aplique a la base del transistor, tiene la suficiente amplitud (tensión) y suficiente intensidad (amper), no habrá dificultad y la corriente de base también será suficiente para saturar el transistor, que conmutará en forma efectiva el relé.

Principales ventajas del transistor

- Elimina la necesidad de calentar el filamento de un bulbo, que genera mucho calor y desperdicia mucha energía para obtener electrones móviles. Además, el encendido de un equipo transistorizado es prácticamente instantáneo.
- Trabaja con tensiones muy pequeñas y nada peligrosas para quienes las manipulan. Es decir, pueden trabajar directamente con pilas de pequeño voltaje.
- Fiabilidad mecánica muy superior a la de los bulbos, pues, al no ser una cápsula al vacío sino

un elemento de estado sólido encapsulado en plástico o metal, puede aguantar grandes vibraciones y esfuerzos que no podría soportar bulbo.

- Un pequeño tamaño, que hace posible la construcción de receptores muy compactos y portátiles.

Desventajas del transistor

- El pequeño tamaño real de las uniones PNP y NPN queda compensado por la necesidad de colocarle superficies radiantes del calor o disipadores que permitan al transistor evacuar el calor y manejar potencias más elevadas, sin que la temperatura aumente excesivamente. Eso hace que la ventaja de su pequeño tamaño desaparezca en cuanto aumentamos la potencia de los transmisores.
- Las bajas tensiones a las que funciona pueden ser una desventaja, pues los hace muy frágiles a impulsos de tensión transitorios de la red y otros impulsos parásitos. Se destruyen con más facilidad que los bulbos.
- Ligeramente más frágiles de manejar que los bulbos cuando se montan en las placas de circuito impreso, pues pueden dañarse por aplicación de calor excesivo con el soldador.
- Sus propiedades varían con la temperatura, puesto que al aumentar esta última, aumenta el número de electrones espontáneamente aparecidos portadores de electricidad, con lo que aumenta su conductividad y puede dar

lugar a empaquetamiento. Esto exige añadir unos componentes encargados de compensar la inestabilidad del transistor con la temperatura.

- Y quizá la más importante es que el control del amplificador transistorizado deba efectuarse con una corriente, aunque sea pequeña, lo que implica que el elemento de control consume potencia y absorbe alguna energía, mientras que los bulbos se dejan controlar por tensiones negativas sin consumir prácticamente corriente, casi con potencia nula.

- Esta última desventaja se nota especialmente en los pequeños amplificadores de señales débiles que equipan las primeras etapas de los receptores, de forma que se hace necesario utilizar más etapas transistorizadas, para amplificar las señales muy débiles captadas por las antenas con la utilización de transistores bipolares normales.

- De ahí que, cuando se consiguió un elemento de estado sólido que se comportaba de forma parecida a bulbo, es decir, que se dejaba controlar por tensión y no necesitaba consumir corriente en este elemento de mando, la recepción de señales débiles sufrió un gran empujón. Este elemento es el JFET.

El JFET

El primer elemento que se descubrió con estas características fue el JET, iniciales de Junction Field Effect Transistor que se traduce al castellano por transistor de unión de efecto de campo.

El JFET está compuesto por dos elementos semiconductores solamente, a

diferencia del transistor que tiene tres (PNP o NPN). El elemento principal es una barra de tipo N o P a la que hay adosada una de tipo contrario. Como el más utilizado es el JET de canal N, vamos a describir este último (figura 1).

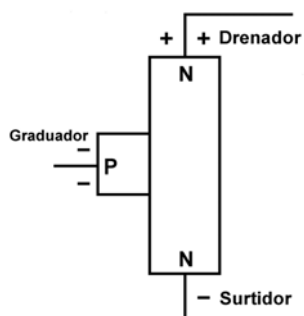


figura 1

La barra N a la que llamamos canal tiene dos extremos, uno de los cuales recibe el nombre de Surtidor (Source) y el otro de Drenador (Drain). Por él se hace pasar una corriente que será transportada por los portadores mayoritarios en un material de tipo N, o sea los electrones. Como todo material semiconductor, tendrá una resistencia y se calentará por el paso de una corriente, al sufrir los electrones las atracciones y repulsiones de los núcleos de los átomos por los que se mueve.

El material de tipo P adosado en el centro de la barra -recibe el nombre de Graduador (Gate) y es el elemento encargado de controlar el paso de corriente por la barra de tipo N.

Este elemento está conectado siempre a una tensión negativa, más negativa que la más baja que pudiera tener el elemento surtidor o drenador, es decir, que es más negativa que cualquier punto de la barra del canal N.

Por consiguiente, tenemos formado (figura 2) un diodo PN con las polaridades opuestas a la conducción o sea que es un diodo que no conduce. La zona próxima a la unión PN es aislante y por ella no circulan electrones.

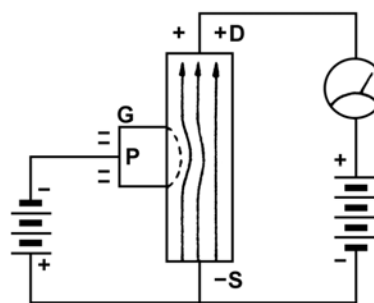


figura 2

Cuanto más tensión negativa le apliquemos al graduador, más repeleremos los electrones de la zona próxima a la unión y más zona aislante conseguiremos que se forme en la barra (figura 3), con lo que cada vez quedará menos zona conductora con portadores capaz de conducir la corriente, hasta el punto de que podemos conseguir cortar totalmente el paso de la corriente por el canal N, si la tensión negativa aplicada al graduador es suficientemente grande.

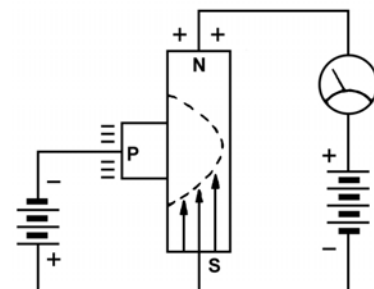


figura 3

Como vemos este se convierte en un elemento que controla la resistencia o paso de corriente (según se observe) en otro circuito. Esto es un amplificador y además con unas características muy parecidas a las de las válvulas; es decir, con las ventajas mecánicas de un elemento de estado sólido y con las ventajas eléctricas de un bulbo que no consume corriente en su elemento de control.

Como todo en esta vida, la afirmación de que no absorbe corriente en absoluto es exagerada y debemos matizarla. En todo diodo semiconductor que no conduce hay una pequeña corriente de fuga por la aparición espontánea de pares electrón/hueco por la rotura de enlaces que produce la agitación térmica de los átomos. Es decir en las zonas aislantes o sin portadores producidas por las tensiones opuestas aplicadas, aparecen siempre pequeñas cantidades de electrones que se desprenden de los átomos por su movimiento térmico y choques entre ellos. Esta corriente es muy débil y puede ser de décimas de microamperio, lo que hace que la resistencia o impedancia equivalente del diodo pueda estar cerca del megohmio, casi nada.

El esquema de conexiones de un JFET es muy similar al de una válvula, pues para conseguir la polarización negativa del gradador (figura 4), se coloca una resistencia en el surtidor muy parecida a la que se coloca en el cátodo de las válvulas para que siempre la rejilla sea más negativa que el cátodo (figura 5).

En el JFET se trata de conseguir que el gradador sea siempre más negativo que el surtidor, o lo que es lo mismo, que el surtidor sea siempre más positivo que el gradador. Puesto que al surtidor le damos una tensión positiva en relación a la tensión cero de referencia común, basta conectar el gradador con una resistencia elevada que lo ponga a tensión cero de referencia, en cuanto a tensiones continuas, para que sea siempre más negativa que toda la barrita del canal N.

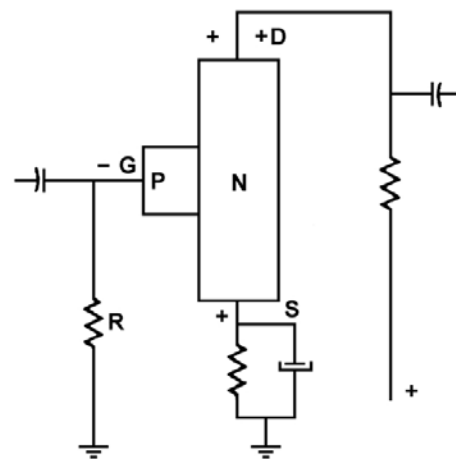


figura 4



figura 5

Esta resistencia es lo suficientemente elevada para no perturbar las señales de corriente alterna que puedan proceder del paso anterior a través de un condensador de acoplo que separa las tensiones continuas de polarización de las señales alternas que deseamos amplificar.

Aplicaciones

APLICACIÓN	PRINCIPAL VENTAJA	USOS
Aislador o separador (buffer)	Impedancia de entrada alta y de salida baja	Uso general, equipo de medida, receptores
Amplificador de RF	Bajo ruido	Sintonizadores de FM, equipo para comunicaciones
Mezclador	Baja distorsión de intermodulación	Receptores de FM y TV, equipos para comunicaciones
Amplificador con CAG	Facilidad para controlar ganancia	Receptores, generadores de señales
Amplificador cascodo	Baja capacidad de entrada	Instrumentos de medición, equipos de prueba
Troceador	Ausencia de deriva	Amplificadores de cc, sistemas de control de dirección
Resistor variable por voltaje	Se controla por voltaje	Amplificadores operacionales, órganos electrónicos, controles de tono
Amplificador de baja frecuencia	Capacidad pequeña de acoplamiento	Audífonos para sordera, transductores inductivos
Oscilador	Mínima variación de frecuencia	Generadores de frecuencia patrón, receptores
Circuito MOS digital	Pequeño tamaño	Integración en gran escala, computadores, memorias

El MOSFET

Una variante o mejora del JFET se les ocurrió en seguida a los técnicos. En realidad, el JFET se controla por el campo de repulsión de un diodo de unión bloqueado que actúa como condensador, formando una capa aislante de ancho variable que estrangula la conducción del canal N, a causa del campo eléctrico que rechaza los electrones fuera de la zona de conducción.

Eso significa que puede conseguirse el mismo efecto de control utilizando directamente un condensador alrededor de la zona de canal N. Para ello se fuerza la formación de óxido de silicio (gran aislante) en la superficie del canal N y se consigue una capa aislante de un espesor mínimo (algunas micras) sobre la que luego se puede depositar una capa metalizada que será la otra armadura del condensador. Esta combinación recibe el nombre de asociación metalóxido-semiconductor de donde se sacan las iniciales MOS que se añaden al vocablo FET, pues no deja de ser una variante de la misma utilización del efecto de campo eléctrico para bloquear la conducción de una barra N de semiconductor.

El funcionamiento del MOSFET es muy similar al del JFET, pero con alguna ventaja. En primer lugar, el MOSFET de canal N, puede funcionar con tensiones positivas en el graduador, pues ahora no tenemos que preocuparnos de que un diodo esté con polarización de bloqueo de conducción. Ahora ya tenemos un condensador con un dieléctrico aislante que no deja pasar los electrones de un lado a otro, pero que traslada su efecto de campo eléctrico al otro lado del dieléctrico. En efecto, el campo eléctrico opuesto, que se forma en la cara opuesta del condensador, es el

que ahora (figura 6) estrangulará el ancho del canal N según sea su magnitud.

Tenemos un efecto de control conseguido con una tensión pequeñísima y con un consumo nulo de corriente, por lo que la ganancia de potencia entre la que utilizamos para el control y la que manejamos a la salida del amplificador puede ser considerable.

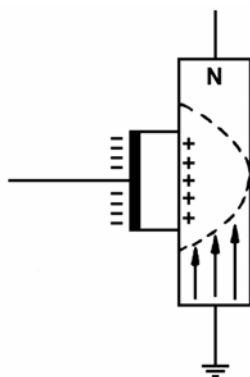
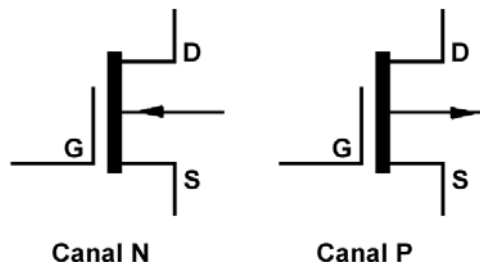
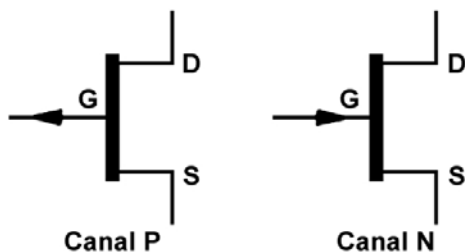


figura 6

Representación

En las figuras 7 y 8 podemos observar cómo se representa cada uno de ellos, tanto los que tienen canal N, como los que tienen canal P. Únicamente varía la flecha que indica el graduador, puesto que se dirige al centro para el canal N y hacia afuera para el canal P, en ambos modelos de transistores.



figuras 7 y 8

Desventajas del JFET y del MOSFET

- El JFET tiene un pequeño hándicap en relación a la válvula y es que el diodo de control de su corriente debe funcionar con tensiones que lo bloquean, pero, como todo diodo semiconductor, hay una tensión inversa máxima que puede resistir esa unión sin arrancar electrones. Si por cualquier causa se supera esa tensión inversa, se generan pares electrón/huecos por atracción electrostática, que rompen los enlaces a lo bruto, y que hacen conducir la unión y la destruyen. El JFET muere, pues su diodo se ha vuelto rápidamente conductor y se ha dañado.

- Todavía este problema es mayor en el MOSFET. En el caso del MOSFET tenemos un condensador en el elemento de control y con un aislante real intercalado entre la capa metalizada y la zona conductora N (o P). Este condensador tendría una tensión de ruptura elevada, puesto que tiene un dieléctrico que es muy buen aislante (óxido de silicio), aunque es de unas dimensiones tan pequeñas (micras), que la tensión de ruptura no es tan elevada como podríamos pensar.

- Además, toda zona aislada es susceptible de perder o ganar electrones por simplemente el roce con otras sustancias aislantes. Al ser de dimensiones tan pequeñas, cualquier pérdida o ganancia de electrones que se produzca en el graduador de un MOSFET puede dar lugar a tensiones muy elevadas que pueden superar la rigidez dieléctrica de su dieléctrico.

- Eso hace que los transistores MOSFET deban manejarse con unas ciertas precauciones especiales.

- Deben manejarse envueltos en hojas de aluminio que descarguen de sus patitas cualquier tensión que pudiera tender a acumularse en el roce con materiales no conductores.

- No deben llevarse nunca metidos en bolsas de plástico que sea aislante, tipo polietileno, a menos que sea de un tipo especial que haya sido mezclado con grafito que lo haga conductor.

- Deben manejarse con precaución en sitios en los que hay alfombras o parquet, puesto que nuestro cuerpo puede estar a una tensión estática muy distinta del potencial de tierra de referencia. Del mismo modo, hay que extremar las precauciones cuando se utilizan zapatos con suela de goma.

- Debe procurarse descargar cuerpo y ponerlo a la misma tensión que la hoja de aluminio en que va envuelto, antes de tocarlo para retirarlo colocarlo en el circuito. Mejor es

utilizar una pulsera especial metálica unida a una cadena que descargue nuestra estática a masa o potencial de tierra.

- Éstos son pequeños inconvenientes que no oscurecen el gran salto que se ha dado con la utilización de estos dispositivos capaces de amplificar millones de veces señales muy débiles y a trabajar a frecuencias de gigahercios con las que ya se están construyendo enlaces por satélite y terrestres.

- Los estudios actuales están encaminados a conseguir que funcionen a potencias superiores, aunque ya hemos comentado que los transistores, por su pequeño tamaño, tienen ahí una desventaja en relación a los bulbos; cómo evacuar de ellos el calor disipado. Se consigue también, pero a costa de aumentar su volumen, lo que hace que desaparezca una de sus principales ventajas: su reducido tamaño.

Aplicaciones típicas de los MOSFETS

Fuente para un Pc portátil o Laptop

una aplicación común que aprovecha las ventajas de los controladores dedicados para MOSFET es la fuente de alimentación conmutada para sistemas portátiles, como las que se encuentran en los ordenadores portátiles. La figura 1 muestra la topología del circuito, de alto rendimiento y basada en un convertidor síncrono de tipo buck. Acepta un margen de la tensión de entrada de 5 V a 30 V con el fin de posibilitar la conexión de adaptadores CA/CC (14 V a 30 V) o una batería (7,2 V a 10,8 V).

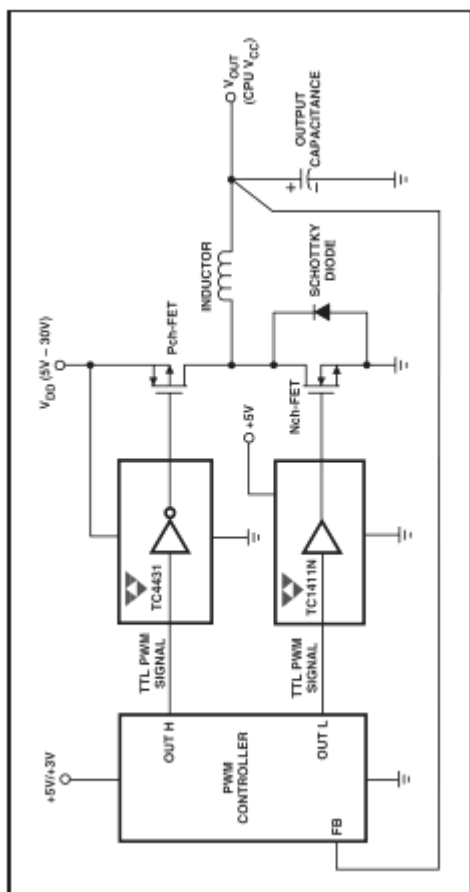


fig1 Fuente de alimentación para laptop

El TC1411N actúa como un controlador de la parte baja y se alimenta a partir de una fuente de +5 V con el fin de minimizar el retardo en el paso a corte debido a la sobrecarga de la puerta. El controlador de la parte alta de la figura 1 es un TC4431, cuya corriente de pico de salida es de 1,5 A. El TC1411N puede manejar una corriente de pico de salida de 1 A. Ambos dispositivos pueden controlar MOSFET capaces de manejar una corriente continua de drenador de 10 A en 30ns.

Las fuentes de alimentación de Pc de escritorio también se benefician de la utilización de controladores de MOSFET (figura 2). El convertidor reductor síncrono mostrado es común en el caso de CPU que requieran una

corriente directa superior a 6 A. También puede manejar tensiones a medida no suministradas por las fuentes actuales integradas en los equipos. El rendimiento no es en este caso motivo de atención ya que esta fuente se alimenta de la red.

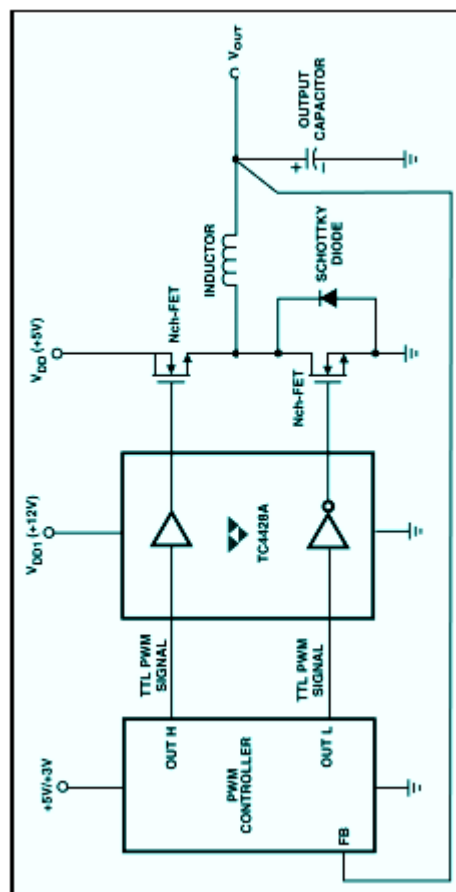


fig2 Fuente de alimentación para Pc de escritorio

La topología mostrada es más simple que en la figura 1. El TC4428A actúa como controlador de la parte alta y baja (*high-side* y *lowside*) y está alimentado por el mismo VDD. Los MOSFET de canal N se utilizan para reducir costes. El TC4428A tiene una corriente de salida suficientemente elevada para proporcionar una corriente de drenador continua de 10 A en el MOSFET en 25 ns. Hemos visto que la baja resistencia en conducción y la capacidad para el manejo de elevadas corrientes que caracterizan

a los MOSFET hacen de ellos la mejor solución como elementos de conmutación en el diseño de fuentes conmutadas. Los controladores dedicados de MOSFET permiten que el diseño de la fuente conmutada se vea optimizado. Los controladores integrados en la placa de la etapa de control de la fuente conmutada únicamente resultan ventajosos en diseños de baja complejidad y de reducida potencia de salida.

Los controladores externos basados en componentes discretos, activos o pasivos, no aportan ni las altas prestaciones ni el bajo coste de un circuito controlador monolítico dedicado. Los controladores dedicados se caracterizan por unos rápidos tiempos de subida, bajada y retardo, y están disponibles en una amplia variedad de topologías con el fin de satisfacer los requisitos de cualquier aplicación.

2.1.3. Resistores

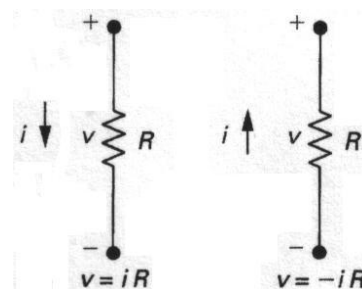
El flujo de carga que atraviesa cualquier material encuentra una fuerza opuesta que, en muchos aspectos, es similar a la fricción mecánica. Esta oposición denomina resistencia de material; es provocada por las colisiones entre los electrones y entre éstos y otros átomos en el material, las cuales convierten la energía eléctrica a calor. La unidad de medida de resistencia es el ohm, cuyo símbolo es la letra griega omega Ω . En la figura 1 se aprecia el símbolo de la resistencia en un circuito, con la abreviatura gráfica de la resistencia (R).



Figura 1

Ley de OHM

Para propósitos del análisis de circuitos, debemos referir la corriente en el resistor al voltaje de la terminal. Esto puede hacerse de dos formas: ya sea en la dirección de la caída del voltaje a través del resistor como se muestra en la figura. Si se selecciona la primera, la relación entre el voltaje y la corriente es



$$v = i R$$

v = el voltaje en volts.

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia lógica.**
 - ❖ Resolver problemas que involucren el razonamiento lógico, enfocado al uso de transistores.
- **Competencia para la vida.**
 - ❖ Realizar sus labores escolares con iniciativa, orden y responsabilidad.
- **Competencia científico-teórica.**
 - ❖ Investigar la aplicación de transistores en el uso cotidiano
- **Competencia de información.**
 - ❖ Buscar información en bibliografía sobre la configuración de transistores mas avanzadas o para casos especiales.

i = la corriente en amperes
 r = la resistencia en ohm

La ecuación se conoce como la ley de Ohm en honor de George Simon Ohm, un físico alemán. La ley de ohm es la relación algebraica entre el voltaje y la corriente de un resistor. En unidades SI la resistencia se mide en ohms.

La ley de Ohm expresa el voltaje como una función de la corriente. Sin embargo, también es conveniente expresar la corriente en la función del voltaje. Así, de la ecuación

$$i = \frac{V}{R}$$

Aplicaciones de las resistencias

La resistencia es en general la oposición que presentan determinados materiales (o podríamos decir todos los materiales, ya que no existe material que conduzca perfectamente), al paso de una corriente eléctrica. Tomando en un sentido particular y común la palabra resistencia se refiere a un elemento o componente muy utilizado en electricidad y en electrónica. Este elemento está construido con un material resistivo, y adopta determinados formas y tamaños de acuerdo con la corriente, voltaje, potencia y resistencia de la misma.

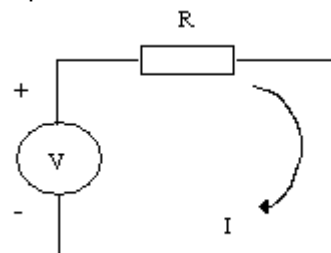
En electricidad las resistencias se utilizan para producir calor, por ejemplo: en una plancha, una cafetera, el calentador de agua de un lavaropas, en un soldador, y para casi cualquier aplicación que tenga que ver con elevar la temperatura. En electrónica, las resistencias tienen formas y tamaños más

reducidos, y su utilidad está no en la propiedad de estas de producir calor, sino la de la propia resistencia, mediante la cual se puede controlar y limitar la circulación de la corriente eléctrica y voltaje en una determinada parte de un circuito, o bien, en el circuito entero.

Cuando miramos los circuitos impresos de televisores, radios, teléfonos, y cualquier aparato electrónico, vamos a ver que siempre hay una cantidad de resistencias bastante apreciable, esto es quizás a que las resistencias son unos de los principales componentes en los circuitos electrónicos. Las resistencias o resistores son los componentes electrónicos más simples, lo que no quita que sean importantes, ya que sin ellas no funcionarían el resto de los componentes.

Ejercicios

1. Calcule la resistencia del circuito si este se alimenta con un voltaje de 10 V y por el que pasa una corriente de 5mA.
2. Calcule la corriente del circuito si este es alimentado con 4.3 V y su resistencia es 1 KΩ.
3. Calcule el voltaje con que se alimenta el circuito si este tiene una resistencia de 2.2MΩ y por el que pasa una corriente de 1A.



PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia Tecnológica.**
 - ❖ Buscar innovaciones tecnológicas relativas a la construcción de circuitos con resistores.
- **Competencia ambiental.**
 - ❖ Fomentar actitudes que promueva el respeto al medio ambiente, al utilizar resistores.
- **Competencia emprendedora.**
 - ❖ Identificar las actividades productivas que existen en relación al uso de resistores.

2.1.4. Inductores

Introducción

Antes de comenzar debemos tener en claro un termino con el que de ahora en adelante será parte de nuestras bases para comprender mejor la electrónica la **Inducción** Este termino se refiere a la generación de una corriente eléctrica en un conductor en movimiento en el interior de un campo magnético (de aquí el nombre completo, inducción electromagnética). El efecto fue descubierto por el físico británico Michael Faraday y condujo directamente al desarrollo del generador eléctrico rotatorio, que convierte el movimiento mecánico en energía eléctrica.

Cuando la corriente fluye en un conductor (o una bobina), se desarrolla un campo magnético en torno al alambre (o la bobina). Cuando se incrementa la corriente, el flujo aumenta. Un incremento en el flujo

magnético genera un voltaje en el alambre o el devanado con una polaridad que se opone al cambio de flujo. La capacidad da una bobina para oponerse a ese cambio se denomina auto-inductancia, o bien, de modo mas común, inductancia; las bobinas se llaman inductores.

Los inductores parecen carretes de alambre de cobre esmaltado — de ahí el nombre común de bobinas —eso puede enrollarse en una placa o en el centro de la ferrita. A menudo ellos no pueden contener ningún centro en absoluto, el tal caso se dice que ellos se enrollan en el aire. Las resistencias diferentes, ellos son componentes reactivo que oponen una elevada impedancia en señales de alta frecuencia, asimilándose a un corto circuito en frecuencias bajas.

La transición esta determinada por su valor, que se expresa en Henrios (H), la unidad de la inductancia. Para la misma inductancia, las de núcleo de ferrita requieren menos bobina (espiras), que las de núcleo de aire, son más pequeñas, pero tienden a saturar ante señales fuertes, introduciendo de esa forma distorsiones. En un esquema eléctrico los inductores son identificados por el siguiente símbolo:



Cuanto mayor sea el flujo, tanto mayor será la inductancia. Puesto que las bobinas de núcleo de hierro desarrollan más flujo, su inductancia es más alta que la de las bobinas de núcleo de aire.

Puesto que la cantidad de flujo en el hierro se determina por la región del lazo de histéresis que se atraviesa, la inductancia de las bobinas de núcleo magnético depende de muchos factores y es variable.

Cuando dos bobinas se enlazan mediante un campo magnético común (transformador), la medida de la interacción de flujo magnético entre las dos bobinas se denomina inductancia mutua. La unidad de inductancia (L) es el henry (H); son muy comunes inductores de milihenry (mH) y microhenry (μ H).

En el comercio existen inductores de muchos tipos y diversas formas. Los valores pequeños de inductancia se pueden conseguir en componentes de la forma y el tamaño aproximado de los resistores de composición de 1 W. Su inductancia en microhenrys se indica por medio de un código de colores idéntico al utilizado para los resistores de composición. Para valores elevados de inductancia, existen bobinas de núcleo de hierro en polvo. Para valores todavía más altos de inductancia, empleados en las líneas de potencia a frecuencias bajas, se utilizan bobinas con núcleos laminados de acero.

Los inductores variables tienen núcleos móviles de hierro en polvo que se pueden desplazar mediante un instrumento o un brazo de ajuste.

Elección de Inductores

Al escoger inductores, es preciso tomar en consideración los factores siguientes:

1. Valor de inductancia
2. Tamaño y requisitos de montaje
3. Q, Factor de calidad de una bobina
4. Gama de frecuencias
5. Composición del núcleo (aire o hierro)
6. Nivel de corriente continua y magnitud de corriente alterna en bobinas de hierro
7. Efectos de capacitancia parásita y frecuencia autorresonante
8. Para bobinas acopladas razón de vueltas, inductancia mutua y acoplamiento capacitivo entre devanados
9. Factores ambientales: temperatura, humedad, choques, vibraciones, aislamiento, altitud y ciclos térmicos
10. Disipación de potencia
11. Protección
12. Fijos o variables

Aplicaciones de la inducción o inductores

Generador eléctrico

Cuando un conductor, como por ejemplo un cable metálico, se mueve a través del espacio libre entre los dos polos de un imán, los electrones del cable, con carga negativa, experimentan una fuerza a lo largo de él y se acumulan en uno de sus extremos, dejando en el otro extremo núcleos atómicos con carga positiva, parcialmente despojados de electrones. Esto crea una diferencia de potencial, o voltaje, entre los dos extremos del cable; si estos extremos se conectan con un conductor, fluirá una corriente alrededor del circuito. Éste es el principio que da base a los generadores eléctricos rotatorios, en los que un bucle de hilo conductor gira dentro de un campo magnético para producir un voltaje y generar una corriente en un circuito cerrado.

Transformador eléctrico

La inducción ocurre solamente cuando el conductor se mueve en ángulo recto con respecto a la dirección del campo magnético. Este movimiento es necesario para que se produzca la inducción, pero es un movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético. De esta forma, un campo magnético en expansión y compresión puede crearse con una corriente a través de un cable o un electroimán. Dado que la corriente del electroimán aumenta y se reduce, su campo magnético se expande y se comprime (las líneas de fuerza se mueven hacia adelante y hacia atrás). El campo en movimiento puede inducir una corriente en un hilo fijo cercano. Esta inducción sin movimiento mecánico es la base de los transformadores eléctricos.

Un transformador consta normalmente de dos bobinas de hilo conductor adyacentes, enrolladas alrededor de un solo núcleo de material magnético. Se utiliza para acoplar dos o más circuitos de corriente alterna empleando la inducción existente entre las bobinas.

La autoinducción

Cuando varía la corriente de un conductor, el campo magnético resultante varía a lo ancho del propio conductor e induce en él un voltaje. Este voltaje autoinducido se opone al voltaje aplicado y tiende a limitar o invertir el voltaje original. La autoinducción eléctrica es, por lo tanto, análoga a la inercia mecánica. Una bobina de inductancia, o estrangulador, tiende a suavizar la corriente variante, de la misma

forma que un volante suaviza la rotación de un motor. La cantidad de autoinducción de una bobina, su inductancia, se mide por una unidad eléctrica denominada henrio, en honor al físico estadounidense Joseph Henry, quien descubrió el efecto. La autoinductancia es independiente del voltaje o la intensidad de corriente. Está determinada por la geometría de la bobina y las propiedades magnéticas del núcleo.

Algunos Efectos en los Inductores

Capacitancia distribuida en una bobina y sus efectos

En una bobina, la capacitancia se desarrolla entre las vueltas individuales y los contactos terminales. Los alambres (conductores), separados por un aislador (dieléctrico), producen capacitancia entre las vueltas. Además, hay capacitancia a tierra. El efecto total de las diversas capacitancias se denomina capacitancia distribuida.

Reactores de radiofrecuencias (chokes)

Los reactores de radiofrecuencias (rf) son bobinas devanadas de tal modo que se minimiza la capacitancia distribuida. La finalidad es obtener la frecuencia autorresonante más elevada que sea posible, independientemente del factor de calidad. Esto se logra, devanando la bobina en una serie de secciones en forma de pastel.

Bobinas con núcleo de hierro

Es difícil obtener valores elevados de inductancia en las bobinas con núcleo de aire y

mantener el tamaño físico dentro de dimensiones razonables. La inductancia de una bobina se determina por el flujo, y este último se puede incrementar mediante la utilización de núcleos magnéticos. En las frecuencias bajas se usan láminas de acero. Al incrementarse la frecuencia, las pérdidas se hacen mayores y se emplean núcleo de ferrita o polvo de hierro. Además, el uso de núcleos móviles proporciona bobinas de inductancia ajustable.

Efectos de alta frecuencia

En las bajas frecuencias se usan alambres de cobre. Al aumentar la frecuencia, comienza a producir el efecto superficial y la corriente en un conductor sólido fluye en su capa externa; de ese modo aumenta resistencia efectiva.

Para vencer esto, se rompe el alambre en pequeños conductores trenzados, esmaltados y aislados. Esto es eficaz en la gama de la banda de radiodifusión de frecuencias intermedias de aproximadamente 450 KHz. Por encima de esto, el efecto superficial sigue incrementándose y, por ende, se vuelve a utilizar alambre sólido en las frecuencias más altas.

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia lógica.**
 - ❖ Resolver problemas que involucren el razonamiento lógico, que manejen inductores.
 - **Competencia de calidad.**
 - ❖ Respetar lo establecido en normas y estándares de calidad, referido a la
-

utilización de inductores.

- **Competencia Tecnológica.**
 - ❖ Identificar las actividades productivas que existen en relación al uso de inductores.
 - **Competencia de información.**
 - ❖ Buscar innovaciones tecnológicas relativas a la construcción de circuitos con inductores.
-

2.2 Dispositivos utilizados en sistemas electrónicos



2.2.1. Fuentes

Fuentes de poder

Muchas de las fuentes de poder que en algunos casos son utilizadas para transmisores usados en transmisión de baja potencia, u otras aplicaciones que necesiten este tipo de fuentes requieren un voltaje de entrada de corriente directa (DC) de 12 a 14 voltios. Amplificadores para potencias mayores (sobre 40 vatios) requieren 24-28 voltios DC. En nuestro caso en una estación fija el voltaje es provisto por una fuente de poder, que transforma el voltaje casero de 110 voltios de corriente alterna (AC) al voltaje adecuado DC.

Las fuentes de poder no se miden sólo por su voltaje, sino también por la intensidad de corriente. Un amplificador de alta potencia requerirá una mayor cantidad de corriente de entrada, en comparación con uno de menor potencia. La corriente de salida se mide en amperios (A). Una fuente de poder adecuada debe proveer un flujo continuo de corriente de salida más alto que la requerida por el

amplificador. Las fuentes de poder que operan en su salida máxima en forma continua tienden a sobrecalentarse.

Cualquier fuente de poder que se use debe tener una salida de voltaje regulada y circuitería de protección. Algunas marcas de precios razonables son Pyramid, Triplite y Astron. Para aplicaciones móviles, el voltaje puede ser sacado del contacto del encendedor de cigarrillos de un carro, con el conector correcto y cableado grueso. Esto puede no funcionar bien con algunos vehículos nuevos que tengan algún tipo de protector o limitador de corriente en el encendedor de cigarrillos. Uno debe revisar este aspecto con un mecánico si surgen dudas. Los sistemas eléctricos de los carros nuevos son bastante sensibles y pueden dañarse si no son entendidos y utilizados propiamente.

Otro problema con la operación móvil es el agotamiento de la batería. Un transmisor de 20-40 vatios funcionando por 4-5 horas puede descargar la batería hasta el punto en el que el vehículo no arrancará de nuevo. Es mejor tener otra batería conectada en paralelo con el sistema de carga a través de un aislante.

Otro tipo de fuente de poder es la popularmente conocida como UPS pero ¿Qué es una UPS...?

Se puede plantear en este punto una definición de UPS, una traducción literal del termino aceptado mundialmente, UPS (Ininterrumpible Power Supply) sería, **Fuente de poder ininterrumpido.**

Este es un equipo o dispositivo capaz de suministrar potencia o energía frente a alguna interrupción de lo que sería el suministro normal de la misma. Además puede agregar otras funciones que terminan mejorando el suministro de energía eléctrica a los equipos sofisticados o de alto riesgo eléctrico que tiene conectados a ella. Entre las cosas que agrega puede contarse un estabilizado de la energía eléctrica entrante, aislación de la fuente de energía de eléctrica normal, filtrado de la energía entrante, corrección de la forma de onda, corrección de la frecuencia de línea, protección a periféricos de las CPU o incluso sus partes, como placas de red o modem's, monitoreo de la energía de línea, para optimizar la protección, etc. Puede darse que el agregado de funciones genere distintos tipos o topología de construcción de estos equipos.

Ahora preguntémonos ¿Para que nos sirve una UPS y porque protegerse con ella?

Una UPS nos protege, de todos los problemas eléctricos conocidos, pero no lo hace en el 100% en todos los casos. Con mayor precisión, esto quiere decir que nos protegerá de una caída de voltaje, pero no de todas las caídas. Para que quede más claro, una caída de voltaje tiene parámetros que la identifican, podríamos citar dos uno la profundidad de la misma y otra el tiempo de duración de esta.

Una caída de voltaje puede llegar por ejemplo hasta 172 Voltios, pero puede durar 4 segundos o 4 milésimas de segundos, de acuerdo al tipo de UPS que estemos usando, tendremos distintas respuestas. Lo mismo ocurre con los otros fenómenos eléctricos. El caso más visto es el de pensar que una UPS,

instalada en una zona rural, soluciona todos los problemas que se presentan, esta es otra mentira, de la cual hay que cuidarse de no cometer, existen estrategias de protección para estos casos y nos es tan sencillo de solucionar, como sería el caso de la instalación de una UPS. Pero no todo es tan poco objetivo, se puede afirmar que una UPS soluciona un porcentaje muy importante de los problemas eléctricos que se presentan, fundamentalmente los cortes repentinos, los voltajes fuera de rango, las caídas de voltaje, en gran medida las sobre tensiones.

Uno puede preguntarse porque protegerse con un equipo que no brinda el 100% de seguridad, bueno a continuación se detallan algunos argumentos.

- ❖ Una buena UPS soluciona el problema crónico de todas las instalaciones eléctricas, las caídas de voltaje, y el otro tan común en nuestro país, los voltajes fuera del especificado por norma. Obviamente lo hace sin necesidad de usar sus baterías internas.
- ❖ Otro fuerte argumento es la pérdida de datos, o rotura de hardware producidos por un corte de energía o una gran caída de voltaje.
- ❖ El otro argumento importante, es la necesidad de continuar o terminar, con el trabajo iniciado después de haberse producido el apagón, y quizás dicho trabajo deba continuarse por horas, dependerá de la situación.
- ❖ El último argumento es el costo, una UPS de una autonomía media y para una

computadora media, como ser una Pentium con sus periféricos, difícilmente cueste el 20% de lo que vale el equipo que protege.

- ❖ Otro argumento importante es que con la tecnología actual se pueden instalar UPS con Software que permiten monitorear tanto a la UPS como el lugar donde están instalados.

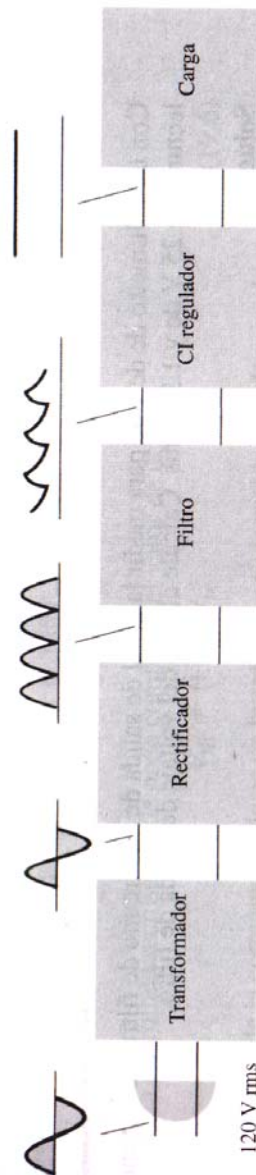
Fuentes de alimentación

La operación de circuitos construidos como fuentes de alimentación en los que se usan filtros, rectificadores, y reguladores de voltaje, son sencillos de describir y utilizar; primero se inicia con un voltaje AC se obtiene un voltaje de DC establece rectificando el voltaje de AC luego se filtra a un nivel de DC y por ultimo se regula para obtener el voltaje de DC fijo deseado, la regulación se obtiene, por lo general, mediante un CI(circuito integrado) regulador de voltaje que toma un voltaje de DC y proporciona un voltaje de DC un poco inferior que permanece constante, aunque el voltaje de entrada varíe o la carga conectada a la salida del voltaje de DC cambie.

En la figura siguiente se muestra el diagrama de bloques que contiene las partes de una fuente de alimentación típica y el voltaje en diversos puntos de la unidad el voltaje de AC es por lo general de 120 Vrms y se conecta a un transformador que disminuye ese voltaje al nivel de la salida de DC deseada. luego un rectificador de diodos proporciona un voltaje rectificado de onda completa y es filtrado inicialmente por un filtro de condensador simple para producir un voltaje de DC.

Este voltaje de DC resultante tiene, por lo general, algo de rizo o variación de voltaje de AC, un circuito regulador puede usar esta entrada de DC para proporcionar un voltaje de DC que tiene no solamente mucho menos voltaje de rizo, sino que también permanece en el mismo valor de DC, aunque el voltaje de entrada varíe un poco o cambie la carga conectada al voltaje de DC de salida.

Esta regulación de voltaje se obtiene generalmente, usando un CI regulador de voltaje popular.



A continuación se describen partes importantes para la formación de una fuente:

Transformadores

Durante el transporte de la energía eléctrica se originan pérdidas que dependen de su intensidad. Para reducir estas pérdidas se utilizan tensiones elevadas, con las que, para la

misma potencia, resultan menores intensidades. Por otra parte es necesario que en el lugar donde se aplica la energía eléctrica, la distribución se efectúe a tensiones más bajas y además se adapten las tensiones de distribución a los diversos casos de aplicación.

La preferencia que tiene la corriente alterna frente a la continua radica en que la corriente alterna se puede transformar con facilidad. La utilización de corriente continua queda limitada a ciertas aplicaciones, por ejemplo, para la regulación de motores. Sin embargo, la corriente continua adquiere en los últimos tiempos una significación creciente, por ejemplo para el transporte de energía a tensiones muy altas.

Para transportar energía eléctrica de sistemas que trabajan a una tensión dada a sistemas que lo hacen a una tensión deseada se utilizan los transformadores. A este proceso de cambio de tensión se le "llama **transformación**".

El transformador es un dispositivo que convierte energía eléctrica de un cierto nivel de voltaje, en energía eléctrica de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Esta constituido por dos o más bobinas de alambre, aisladas entre si eléctricamente por lo general y enrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético.

El enrollamiento que recibe la energía eléctrica se denomina enrollamiento de entrada, con independencia si se trata del mayor (alta

tensión) o menor tensión (baja tensión). El enrollamiento del que se toma la energía eléctrica a la tensión transformada se denomina enrollamiento de salida.

En concordancia con ello, los lados del transformador se denominan lado de entrada y lado de salida.

El enrollamiento de entrada y el de salida envuelven la misma columna del núcleo de hierro. El núcleo se construye de hierro por que tiene una gran permeabilidad, o sea, conduce muy bien el flujo magnético. En un transformador, el núcleo tiene dos misiones fundamentales:

- Desde el punto de vista eléctrico es la vía por que discurre el flujo magnético. A través de las partes de la culata conduce el flujo magnético siguiendo un circuito prescrito, de una columna a otra.
- Desde el punto de vista mecánico es el soporte de los enrollamientos que en él se apoyan. Para generar el flujo magnético, es decir, para magnetizar el núcleo de hierro hay que gastar energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se toma del enrollamiento de entrada. El constante cambio de magnetización del núcleo de hierro origina pérdidas. Estas pérdidas pueden minimizarse eligiendo tipos de chapa con un bajo coeficiente de pérdidas.

Además, como el campo magnético varía respecto al tiempo, en el hierro se originan tensiones que dan orígenes a corrientes parásitas, también llamadas de Foucault. Estas

corrientes, asociadas con la resistencia óhmica del hierro, motivan pérdidas que pueden reducirse empleando chapas especialmente finas, de unos 0.3 mm de espesor, aisladas entre sí (apiladas) En cambio, en un núcleo de hierro macizo se producirían pérdidas por corrientes parásitas excesivamente grandes que motivarían altas temperaturas. Una vez descritos los dos principales componentes, va a tomar conocimiento del principio de la transformación:

El flujo magnético, periódicamente variable en el tiempo, originado por la corriente que pasa a través del arrollamiento de entrada induce en el enrollamiento de salida una tensión que varía con la misma frecuencia.

Fuentes conmutadas

En esta parte describiremos el funcionamiento de una fuente de alimentación conmutada con la cual trabajan la gran mayoría de los ordenadores hasta el momento.

Debido a la continua integración de componentes y el afán de "empequeñecer todo" lo mas posible, los transformadores de tensión siempre han sido los componentes pasivos más difíciles de acomodar dentro de los equipos electrónicos. Si se tiene alguna noción de electromagnetismo, se podrá comprender fácilmente el funcionamiento de uno de estos "monstruos de cobre y acero".

Básicamente constan de dos bobinas totalmente aisladas entre sí a través del cuerpo de hierro dulce, una llamada primaria y otra

llamada secundaria. La primaria es la que recibe la corriente de entrada que proviene de la red y la induce electromagnéticamente a la secundaria que es la que entrega la tensión reducida y la intensidad aumentada al equipo eléctrico. Pues bien, en este fenómeno, interviene la frecuencia de entrada de la red, que por supuesto sabemos que estamos hablando de corriente alterna.

Esta frecuencia en nuestro país es de 60 Hercios(hz). Como la frecuencia de entrada es directamente proporcional a la intensidad de salida, se llegó a la conclusión de que aumentando la frecuencia de entrada de un transformador, este podía dar más intensidad de la nominal, con la consiguiente reducción de tamaño del mismo y así comenzaron a fabricarse las llamadas **fuentes conmutadas**.

La fuente conmutada consta de cinco bloques fundamentales:



1º El circuito rectificador de entrada, que consta de un convertor de alterna a continua básico (puente de diodos, filtro) y es el encargado de preparar la tensión al oscilador principal.



2° El circuito oscilador de frecuencia, que transforma los 60hz de la red en aproximadamente 18.000hz para entregárselos al transformador de corriente también llamado chopper.



3° El transformador Chopper, un transformador con varios bobinados para generar las diferentes tensiones de la fuente de alimentación.



4° Un circuito de rectificación por salida de cada bobinado del chopper, porque si recordamos, la corriente de entrada se rectifica para entregársela al oscilador de entrada, pero este le vuelve a entregar al chopper una onda que si bien no es senoidal, es parecida al diente de sierra con lo que no es válida para su uso sin volver a convertirla en continua.



5° Estabilizadores de tensión en cada salida para evitar que repercutan en el equipo las fluctuaciones de la red.

Pues bien, todo esto en conjunto y siguiendo ese mismo orden, forman una **fuentes de alimentación conmutada** con diferentes salidas dependiendo del tipo que sea y cuyas tensiones en el caso de los ordenadores son:

- **Cable Negro** - GROUND
- **Cable Amarillo** - +12v. 10 Amperes
- **Cable Rojo** - +5V. 25 Amperes
- **Cable Blanco** - -5v. 0.5 Amperes
- **Cable Azul** - -1.2v. 0.5 Amperes

División de voltaje

Quando se tiene varias resistencias en serie y estas son alimentadas por una sola fuente, se puede calcular cual es el voltaje que hay a través de cada resistencia con ayuda de una simple fórmula:

$$V_R = R \times E / R_T$$

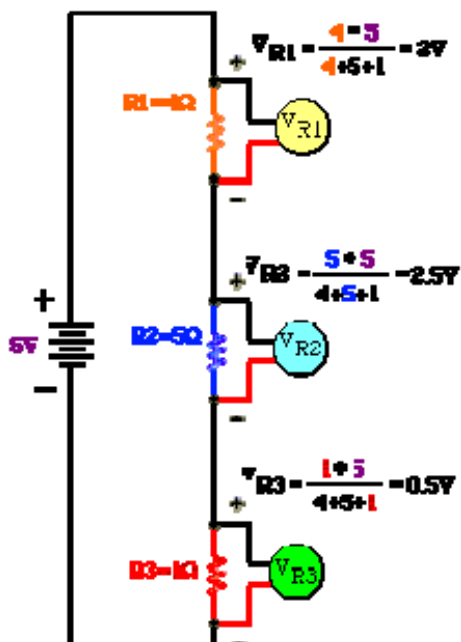
Donde:

V_R : Es el voltaje en la resistencia de interés

R : Es la resistencia donde voy a medir el voltaje

E : Voltaje que alimenta el circuito serie de las resistencias

R_T : Resistencia total (suma de las resistencias en serie)



En el gráfico anterior, se presentan 3 resistencias en serie alimentadas por un voltaje E. Los voltajes en cada una de ellas se representan por V_{R1} , V_{R2} , V_{R3} .

Aplicando la fórmula para cada una de las resistencias, se obtiene:

$$V_{R1} = 4 \cdot 5 / (4 + 5 + 1) = 2 \text{ Voltios}$$

$$V_{R2} = 5 \cdot 5 / (4 + 5 + 1) = 2.5 \text{ Voltios}$$

$$V_{R3} = 1 \cdot 5 / (4 + 5 + 1) = 0.5 \text{ Voltios}$$

Para comprobar se suman los voltajes en las resistencias y se debe de obtener el voltaje total.

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = E$$

$$2 \text{ V.} + 2.5 \text{ V.} + 0.5 \text{ V.} = 5 \text{ V.}$$

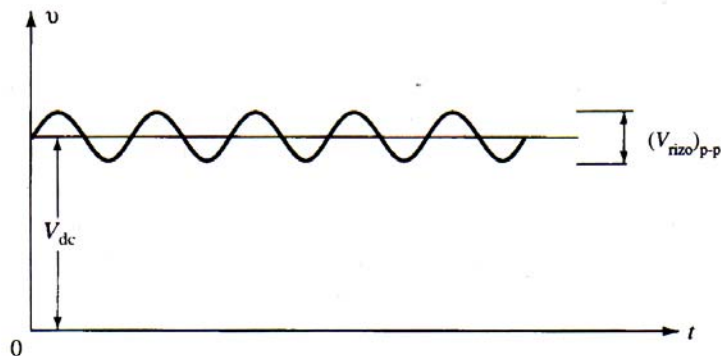
Filtros

Se necesita un circuito rectificador para convertir una señal que tenga un valor promedio cero en otra que tenga un promedio diferente de cero. La salida resultante de un rectificador es un voltaje de DC pulsante y todavía no es adecuado para reemplazar una batería. Este voltaje se puede aplicar a un cargador de baterías por ejemplo donde el voltaje promedio es lo suficiente para proporcionar una corriente de carga para la batería.



Regulación de voltaje y voltaje de rizo

La figura muestra un voltaje típico de salida de filtro que será usado para definir algunos de los factores de la señal. Esta señal tiene un voltaje de DC y un voltaje de rizo de AC. Aunque en esencia una batería tiene un voltaje de salida de DC constante, el voltaje de DC derivado de una fuente de señal de AC mediante rectificación y filtrado tendrá alguna variación de AC, donde entre mas pequeña sea esa variación mejor será la operación del circuito de filtro.



Donde el *factor de rizo* estará dado por:

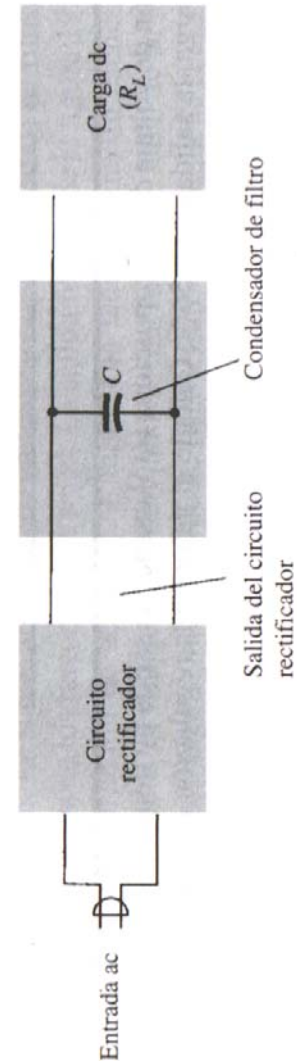
$$r = \frac{\text{voltaje_rizo}(rms)}{\text{voltaje_dc}} \times 100$$

Ahora veamos otro factor importante en una fuente de alimentación es la cantidad en que cambia el voltaje de salida sobre un rango de operación del circuito. El voltaje proporcionado en la salida bajo condiciones sin carga se reduce cuando la carga consume corriente de la alimentación. La cantidad en que cambia el voltaje entre las condiciones de sin carga y con carga se describe por un factor llamado *regulación de voltaje*.

$$\%R.V. = \frac{V_{SINCARGA} - V_{APLENACARGA}}{V_{APLENACARGA}} \times 100\%$$

Filtro capacitor

Un circuito de filtro muy popular es el circuito de filtro de condensador mostrado en la figura 1, se conectan un condensador a la señal rectificada y se obtiene un voltaje de DC a través del condensador. En la figura (a) se muestra el voltaje de salida de un rectificador de onda completa antes de que la señal sea filtrada; en cambio en la figura (b) muestra la forma de onda resultante después de conectarse el condensador de filtro a la salida del rectificador, obsérvese que el voltaje resultante es un voltaje de DC con algo de rizo.



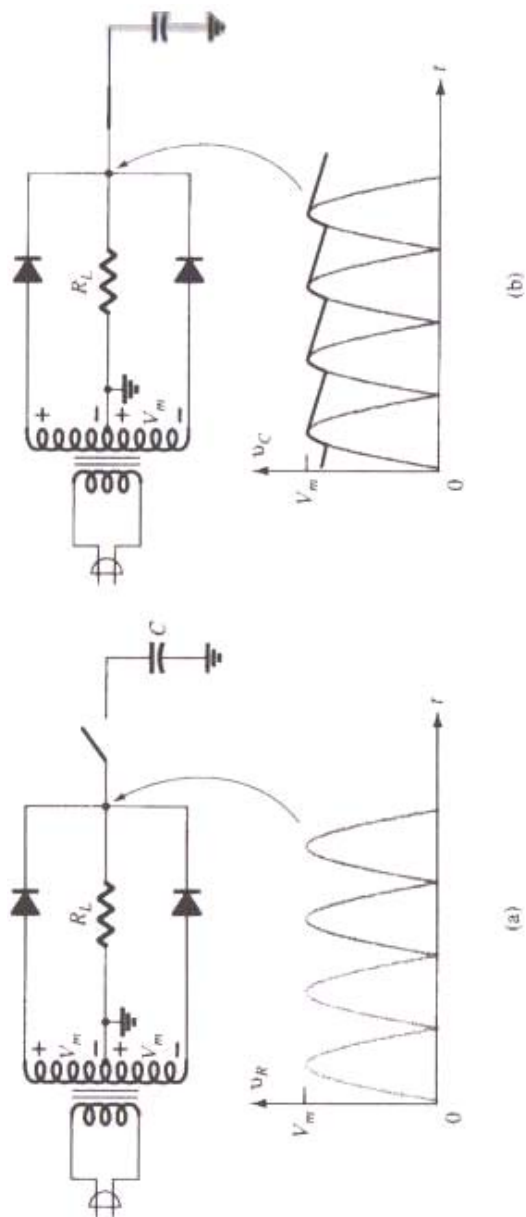


Figura 1

Obsérvese que el voltaje de salida que se obtuvo del circuito cuando se conecta una carga R_L , si no estuviera conectada una carga a través del condensador, la forma de onda de salida sería idealmente un nivel de DC constante igual al valor del voltaje pico del circuito rectificador.

Filtro RC

Es posible reducir todavía mas la cantidad de rizo a través de un condensador de filtro usando una sección de filtro RC adicional, como se muestra en la figura 1. El propósito de añadir la sección RC es pasar la mayoría del componente de DC, mientras se atenúa la mayor parte posible de la componente de AC

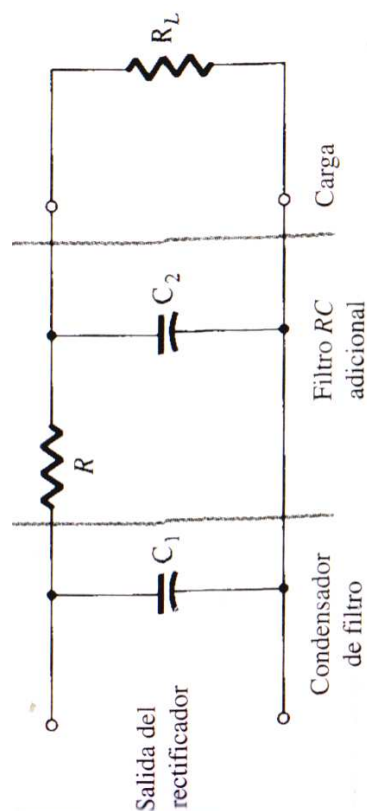
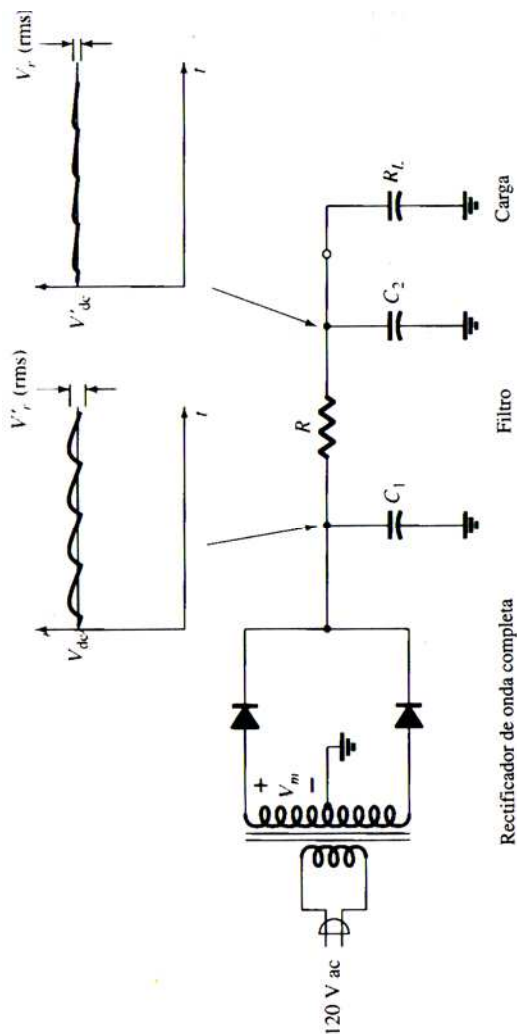


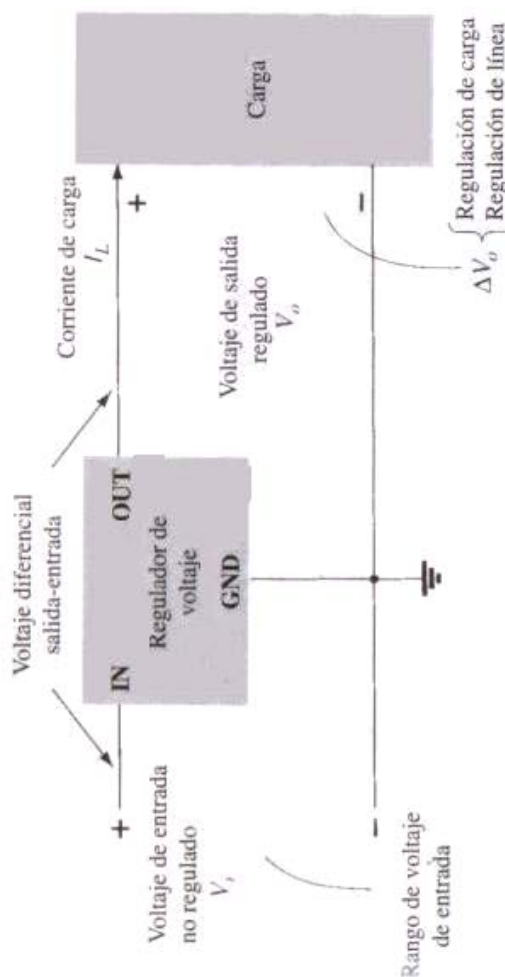
Figura 2

En la figura 2 se muestra un rectificador de onda completa con un filtro de condensador seguido de una sección de filtro RC



Reguladores de Voltaje de tres terminales

En la figura siguiente se muestra la conexión básica de un CI regulador de voltaje de tres terminales con una carga. El regulador de voltaje fijo tiene un voltaje de entrada DC sin regular, V_i , aplicado a una terminal de entrada, un voltaje DC salida regulado, V_o , en una segunda terminal y estando la tercera terminal conectada a tierra, mas adelante se muestra una tabla de alguno reguladores utilizados popularmente.



Reguladores de voltaje de CI

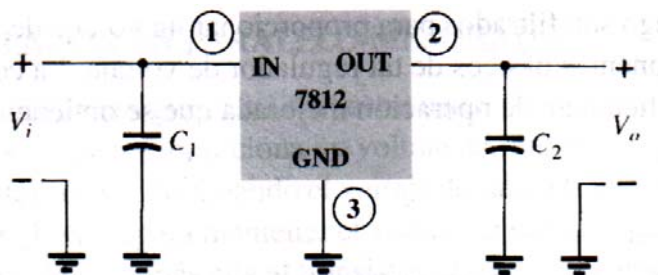
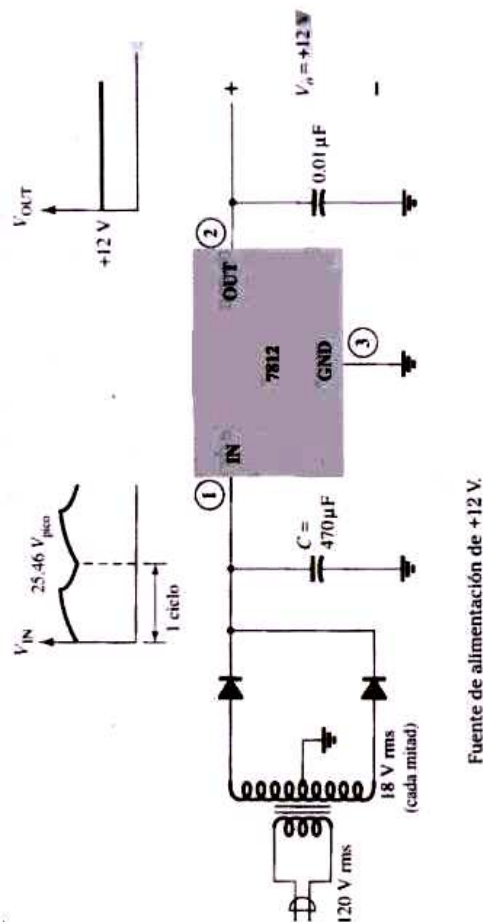
Los reguladores de voltaje comprenden una clase de CI ampliamente usados. Los CI reguladores contienen la circuitería de la fuente referenciada, el amplificador comparador, el dispositivo de control y la protección de sobrecarga todo en un solo CI, aunque la construcción interna del CI es muy diferente de la descrita la operación es la misma, estos pueden ofrecer la regulación para un voltaje positivo fijo y uno negativo o un voltaje ajustable.

Reguladores de voltaje positivos en la serie 7800		
Parte CI	Voltaje de salida (V)	V_i mínimo (V)
7805	+5	7.3
7806	+6	8.3
7808	+8	10.5
7810	+10	12.5
7812	+12	14.6
7815	+15	17.7
7818	+18	21.0
7824	+24	27.1

18V(rms) a través de cada mitad de transformador con derivación central, luego se conecta un rectificador de onda completa y un filtro de condensador proporciona un voltaje de DC no regulado, que se muestra como un DC cercano a los 22V con un rizo de unos cuantos volts que van a la entrada del regulador y a la salida de este nos proporciona los 12 volts regulados.

Reguladores de voltaje positivo fijo

Los reguladores de serie 78 proporcionan voltajes fijos desde 5 a 25 volts, la siguiente figura muestra la configuración de un 7812, este conectado a un circuito para proporcionar un voltaje de +12 volts, donde existe un V_i no regulado que es filtrado por el condensador C_1 y que se conecta a la terminal IN del CI. La terminal OUT del CI proporciona +12V regulados que son filtrados por un condensador C_2 . La tercera terminal del CI se conecta a tierra(GND), Aunque el voltaje de entrada puede variar a lo largo de un rango de voltaje permisible y la carga de salida puede variar sobre un rango aceptable, el voltaje de salida permanece constante dentro de los límites de variación de voltajes especificados.



La conexión de un 7812 a una fuente completa se muestra en la figura, donde el voltaje de línea de 120V(rms) se reduce a

Reguladores de voltaje negativo fijo

Los reguladores de voltaje negativo fijo trabajan de manera similar aquí lo único que cambian es que estos trabajan en el rango de voltajes negativos, a continuación se muestran algunos reguladores mas utilizados.

Reguladores de voltaje positivos en la serie 7800		
Parte CI	Voltaje de salida (V)	V_i mínimo (V)
7905	-5	-7.3
7906	-6	-8.4
7908	-8	-10.5
7910	-10	-11.5
7912	-12	-14.6
7915	-15	-17.7
7918	-18	-20.8
7924	-24	-27.1

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia analítica.**
 - ❖ Aplicar los procedimientos de matemáticas básicas, para realizar el cálculo del número de bobinas en transformadores eléctricos.
- **Competencia ambiental.**
 - ❖ Fomentar actitudes que promuevan el respeto al medio ambiente, al utilizar transformadores eléctricos húmedos.
- **Competencia Tecnológica.**
 - ❖ Buscar innovaciones tecnológicas relativas a la construcción de circuitos de fuentes de poder.



2.2.2. Amplificadores de potencia.

Introducción

Un amplificador recibe una señal de algún transductor de captación u otra fuente de entrada y proporciona una versión mas grande de la señal para algún dispositivo de salida u otra etapa de amplificación, por lo general la señal de un transductor de entrada es pequeña

y necesita amplificarse lo suficiente para operar un dispositivo de salida. En los amplificadores de pequeña señal los principales factores son por lo general; la linealidad de la amplificación y la magnitud de la ganancia.

Debido a que el voltaje y la corriente de la señal son pequeños en un amplificador de pequeña señal, la cantidad de capacidad de manejo de potencia y la eficiencia de la potencia resultan poco interesantes.

Un amplificador de voltaje proporciona un amplificación de voltaje principalmente para incrementar el voltaje de la señal de entrada y los de potencia para el manejo de un dispositivo o una gran carga como una bocina que por lo regular son de unos cuantos watts a una cuantas decenas.

Las características principales de un amplificador de gran señal son la potencia, la cantidad máxima de potencia que es capaz de manejar un circuito y el acoplamiento de impedancias con el dispositivo de salida.

Básicamente la clasificación de este tipo de amplificadores se da por la cantidad que varía la señal de salida a lo largo de un ciclo de operación para un ciclo completo de una señal de entrada, esta clasificación esta dada por:

- Clase A
- Clase B
- Clase AB
- Clase C
- Clase D

De estas 5 clases solo nos enfocaremos en las primeras 2 clases. Ahora se muestra una tabla comparativa de las clases de amplificadores.

Comparación de clases de amplificadores					
	clase				
	A	AB	B	C	D
Ciclo de operación	360°	180° a 360°	180°	Menos de 180°	Operación en pulso
Eficiencia de potencia	25% a 50%	Entre 25% (50%) y 78.5%	78.5%		Típicamente superior al 90%

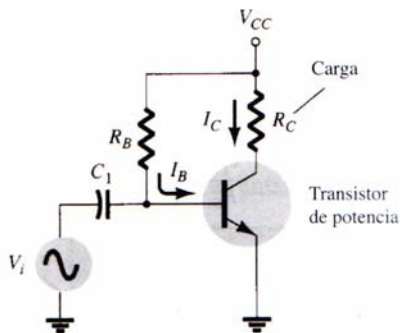
La clase C no es usada, por lo general, para proporcionar gran cantidad de potencia y por eso no se da aquí la eficiencia



Amplificadores Clase A

Alimentado en serie

Este tipo de circuito que se muestra en la figura no es el mejor para usarse como amplificador de gran señal debido a su pobre eficiencia de potencia ya que la beta del transistor es menor a 100 y los circuitos amplificación que utilizan transistores de potencia son capaces de manejar una gran potencia o corriente, aunque no proporciona mucha ganancia de voltaje.



Operación de la polarización

La polarización que maneja V_{CC} y R_B fija la corriente de polarización de la base en:

$$I_B = \frac{V_{CC} - 0.7V}{R_B} \quad \text{ec.1}$$

Siendo entonces la corriente del colector

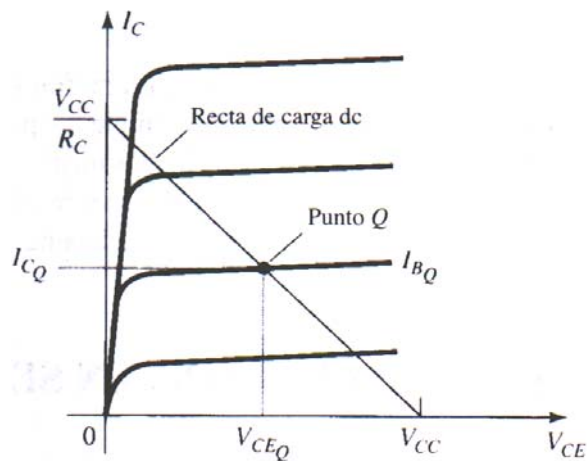
$$I_C = \beta I_B \quad \text{ec.2}$$

Y siendo el voltaje colector-emisor

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \quad \text{ec.3}$$

Para apreciar la importancia de la polarización en la operación del amplificador de potencia, considere las características de colector que se muestran en la figura. Se traza una recta de carga usando los valores de V_{CC} y R_C . La intersección del valor de polarización de I_B con la recta de carga determina el punto de operación (punto Q) del circuito, estos puntos son calculados por las ecuaciones 1 y 3. Si la corriente de polarización del colector esta a la mitad de la posible excursión de la señal, será posible la excursión de corriente de colector mas grande.

Además si el voltaje colector-emisor esta a la mitad del voltaje de alimentación, será posible la mayor excursión de voltaje. Con el punto Q en este punto de polarización óptima, las consideraciones de potencia para el circuito

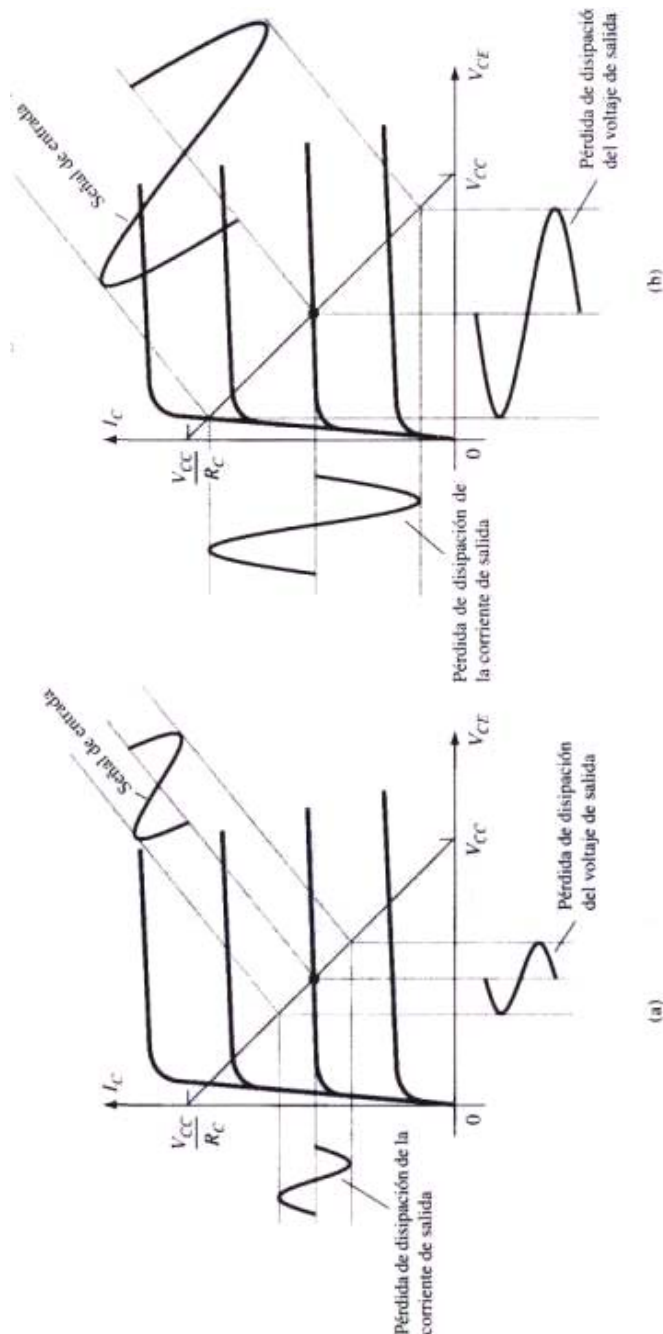


Operación en AC

Cuando se aplica la señal de entrada al amplificador, la salida varía desde su voltaje y corriente de operación de DC.

Una pequeña señal de entrada que se muestra en la figura (a) causará que la corriente de base varíe por arriba y abajo del punto de polarización, que a su vez causará que la corriente del colector se modifique desde el punto de polarización, así como varía el voltaje colector-emisor alrededor de su valor de polarización.

Conforme la señal de entrada se amplia, la salida variará más allá del punto de polarización hasta que la corriente o el voltaje llegue a una condición limitante. Para la corriente esta condición es la corriente cero al nivel inferior, o V_{CC}/R_C , en extremo alto de su excursión. Para el voltaje colector-emisor el límite es 0 o el voltaje de alimentación V_{CC} .



Consideraciones de Potencia

La potencia de un amplificador es proporcional por la alimentación. Cuando no hay señal de entrada, el consumo de corriente de polarización del colector, I_{CQ} . Por tanto el consumo de potencia de la alimentación es:

$$P_i(DC) = V_{cc}I_{CQ} \quad \text{ec.4}$$

Incluso cuando se aplica una señal de AC el consumo promedio de corriente de la alimentación permanece igual, por lo que la ecuación anterior representa la potencia de entrada proporcionada al amplificador clase A.

Potencia de salida

El voltaje y la potencia de salida varían alrededor del punto de polarización proporcionando potencia a la carga. Esta potencia se entrega a la carga R_C que esta en el circuito. La señal de AC, V_i , causa que la corriente de base varíe alrededor de la corriente de polarización y la corriente de colector alrededor de su nivel, I_{CQ} . Como se indica anterior, la señal de entrada da como resultado señales de corriente y voltaje. Entre mayor sea la señal de entrada, mayor será la excursión de la salida, hasta el máximo que fija el circuito. La potencia de AC entregada a la carga (R_C) puede expresarse en diversas formas.

Uso de señales rms: La potencia AC entregada a la carga (R_C) puede expresarse con

$$P_o(AC) = V_{CE}(rms)I_C(rms) \quad \text{ec.5}$$

$$P_o(AC) = I_C^2(rms)R_C \quad \text{ec.6}$$

$$P_o(AC) = \frac{V_C^2(rms)}{R_C} \quad \text{ec.7}$$

Uso de señales pico: La potencia de AC entregada a la carga puede expresarse con

$$P_o(AC) = \frac{V_{CE}(p)I_C(p)}{2} \quad \text{ec.8}$$

$$P_o(AC) = \frac{I_C^2(p)}{2} R_C \quad \text{ec.9}$$

$$P_o(AC) = \frac{V_{CE}^2(p)}{2R_C} \quad \text{ec.10}$$

Uso de señales Pico a Pico: La potencia AC entregada a la carga puede expresarse con

$$P_o(AC) = \frac{V_{CE}(p-p)I_C(p-p)}{8} \quad \text{ec.11}$$

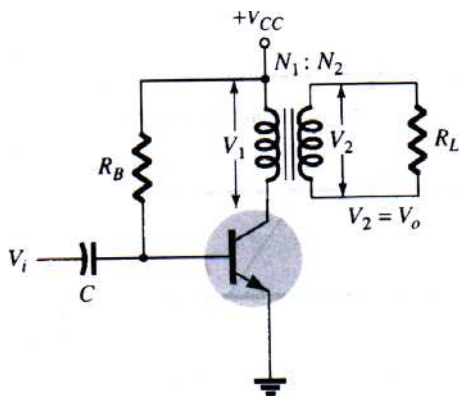
$$P_o(AC) = \frac{I_C^2(p-p)}{8} R_C \quad \text{ec.12}$$

$$P_o(AC) = \frac{V_{CE}^2(p-p)}{8R_C} \quad \text{ec.13}$$

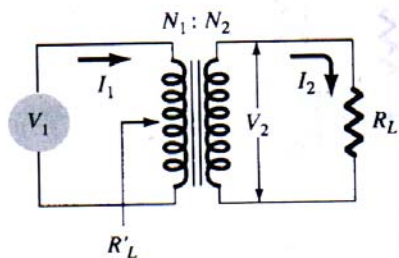


Acoplado con transformador

Una forma de amplificador clase A que tiene una eficiencia máxima del 50% usa un transformador para acoplarla señal de salida a la carga, como se muestra en la figura 1.



(a)



(b)

Acción de transformador

Un transformador puede aumentar o disminuir los niveles de voltaje o corriente de acuerdo con su relación de vueltas. Además la impedancia conectada a un lado del transformador puede hacerse mayor o menor en el otro lado del transformador, dependiendo del cuadrado de la relación de vueltas del embobinado del transformador. La siguiente discusión supone una transferencia de potencia ideal desde el primario al secundario, esto es, no se consideran pérdidas de potencia.

Transformación de voltaje

Como se muestra en la figura(a) el transformador puede elevar o disminuir un voltaje aplicado a uno de sus lados directamente con la relación a las vueltas de

cada lado. La transformación de voltaje esta dada por:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

La ecuación anterior muestra que si la cantidad de vueltas en el secundario es mayor que en el primario el voltaje del secundario es más grande que el voltaje del primario.

Transformación de corriente

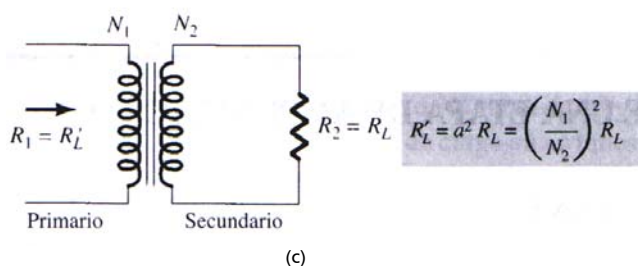
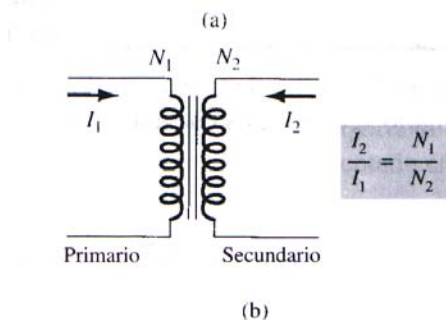
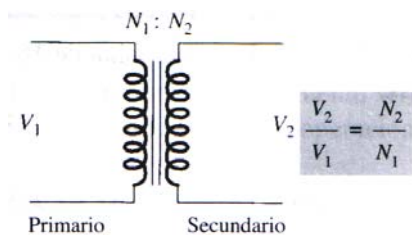
La corriente en el embobinado secundario es inversamente proporcional a la cantidad de vueltas de los embobinados. La transformación de corriente se proporciona por:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Esta relación se muestra en la figura (b). Si el numero de vueltas en el secundario es mayor que las del primario, la corriente del secundario será menor que la corriente del primario.

Transformación de impedancia

Debido a que el voltaje y la corriente pueden ser cambiados por un transformador, también se puede modificar la impedancia "vista" en cualquier lado (primario o secundario). Como se muestra en la figura (c), esta conectada una impedancia R_L a través del secundario del transformador.



Esta impedancia la modifica el transformador cuando se ve en el lado del primario (R_L'), esto se puede mostrar de la manera siguiente:

$$\frac{R_L}{R_L'} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{V_2 / I_2}{V_1 / I_1} = \frac{V_2 I_1}{I_2 V_1} = \frac{N_2}{N_1} \frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2$$

donde por simplicidad definimos "a" como:

$$a = \frac{N_1}{N_2}$$

por lo tanto

$$\frac{R_L'}{R_L} = \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 = a^2$$

Por lo que podemos expresar la resistencia de carga reflejada en el primario como:

$$R_1 = a^2 R_2$$

ó

$$R_L' = a^2 R_L \quad \text{ec.(a)}$$

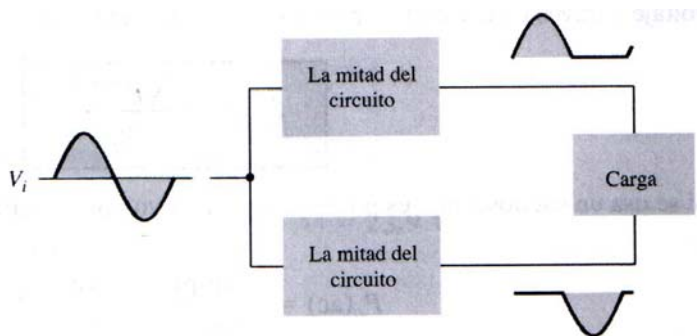
donde R_L' es la impedancia reflejada. Como se muestra en la ecuación anterior la impedancia reflejada está relacionada directamente con el cuadrado de la relación de vueltas. Si la cantidad de vueltas del secundario es menor que las del primario, la impedancia que ve el primario es más grande que la del secundario por el cuadrado de la relación de vueltas.



Operación del amplificador clase B

Se proporciona operación clase B cuando la polarización deja al transistor casi apagado, encendiéndose el transistor cuando se aplica la señal AC. Esto es esencialmente sin polarización, y el transistor conduce corriente solamente la mitad del ciclo de la señal. Para obtener salida, el ciclo de señal completo necesita usar dos transistores y hacer que cada uno conduzca en medios ciclos opuestos, para proporcionar con la operación combinada un ciclo completo de la señal de salida.

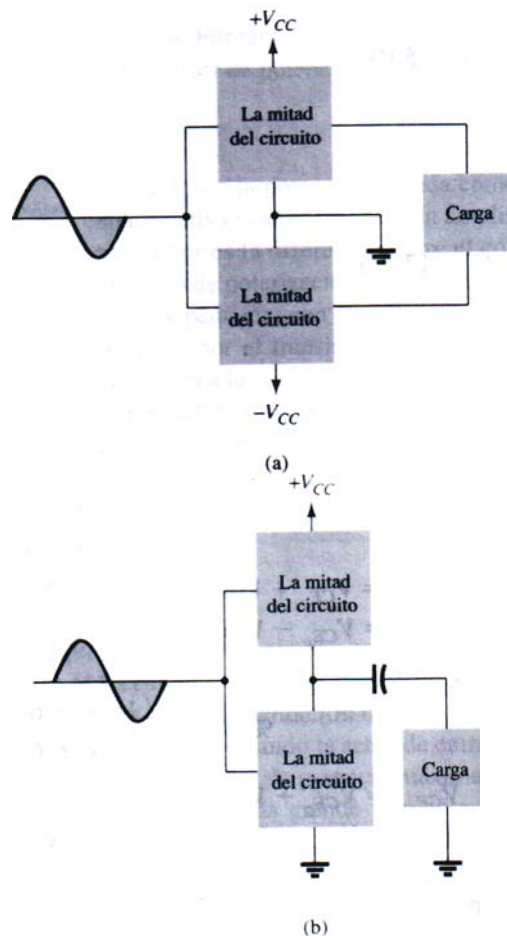
Debido a que una parte del circuito “empuja” la señal hacia arriba durante medio ciclo y la otra parte “jala” la señal hacia abajo durante la otra mitad del ciclo, al circuito, se le llama circuito en contratasa. La siguiente figura muestra el diagrama de la operación en contrafase, donde se aplica una señal de entrada al circuito, donde la mitad opera en medios ciclos alternos, de modo que la carga recibe un ciclo completo de la señal. Los transistores de potencia usados en el circuito en contratasa son capaces de proporcionar la potencia deseada a la carga, y la operación en clase B de estos transistores proporciona una mayor eficiencia de la que es posible con un solo transistor en operación de clase A.



Potencia de entrada (DC)

La potencia proporcionada a la carga por un amplificador se toma de la fuente de alimentación la cual proporciona la entrada o potencia de DC (véase la siguiente figura). La cantidad de esta potencia de entrada se puede calcular con:

$$P_i(DC) = V_{cc} I_{dc}$$



Donde I_{dc} es la corriente promedio de DC que se consume de las fuentes de alimentación. En operación clase B el consumo de corriente de una sola fuente de alimentación tiene la forma de una señal rectificada de onda completa, mientras que la extraída de dos fuentes de alimentación tiene la forma de una señal rectificada de media onda de cada una de las fuentes de alimentación. En cualquier caso, el valor del consumo de promedio de corriente extraída puede expresarse como:

$$I_{dc} = \frac{2}{\pi} I(p)$$

donde $I(p)$ es el valor pico de la forma de onda de la corriente de salida. Por medio de la ecuación anterior en la ecuación de la potencia entrada P_i da como resultado.

$$P_i(DC) = V_{cc} \left(\frac{2}{\pi} I(p) \right)$$

Finalizando con este tema recordemos que existen además otros arreglos para obtener amplificadores clase B como son:

1. Circuitos en contrafase acoplados por transformador
2. Circuitos simétricos complementarios
3. Amplificador en contratase cuasicomplementario

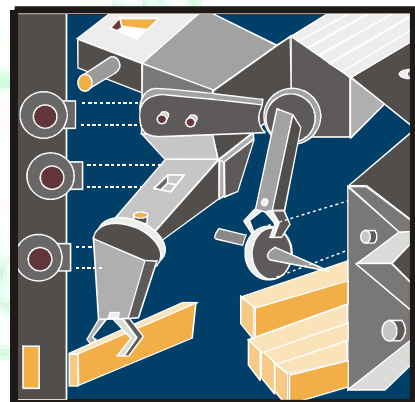
PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia científico teórica.**
 - ❖ Aplicar los principios de la electrónica, enfocada al uso de amplificadores de potencia.
 - **Competencia de información.**
 - ❖ Buscar información en bibliografía y páginas Web de Internet relativa a amplificadores de potencia.
-

■ Unidad III

Manejo de Circuitos Eléctricos y Magnéticos

Módulo Autocontenido Optativo-Transversal
Norma Técnica de Institución Educativa
Segundo Semestre



QPRAEB01

Modulo de Estudios de la carrera de Profesional Técnico-Bachiller en **Mantenimiento de Sistemas Automáticos**



UNIDAD III Manejo de Circuitos Eléctricos y Magnéticos.

Propósito de la Unidad

Al finalizar la unidad, el alumno manejará circuitos eléctricos y magnéticos, aplicándolos a los sistemas automáticos para la solución de problemas de instalación, operación y mantenimiento.

Además conocerá otros fenómenos que afectan el manejo de los circuitos eléctricos y magnéticos, como son la ley de coulomb, el electromagnetismo en general, corrientes, impedancias, inductancias, capacitancias, y otros circuitos que en general sirven como filtros de señales eléctricas que se aplican en señales de audio, video, etcétera; y que se ocupan en la vida cotidiana.

Cabe señalar que uno de los propósitos mas importantes es que el alumno conozca como cada fenómeno afecta la vida de todo ser humano y como los fenómenos físicos tanto eléctricos y magnéticos están presentes en la naturaleza y como estos ayudan al equilibrio de esta misma.

3.1. Manejar circuitos eléctricos y magnéticos, identificando la Teoría Electromagnética.

3.1.1. Circuitos electromagnéticos.

Teoría electromagnética

A finales del siglo XVIII y principios del XIX se investigaron simultáneamente las teorías de la electricidad y el magnetismo. En 1819, el físico danés Hans Christian Oersted llevó a cabo un importante descubrimiento al observar que una aguja magnética podía ser desviada por una corriente eléctrica. Este descubrimiento, que mostraba una conexión entre la electricidad y el magnetismo, fue desarrollado por el científico francés André Marie Ampère, que estudió las fuerzas entre cables por los que circulan corrientes eléctricas, y por el físico francés Dominique François Arago, que magnetizó un pedazo de hierro colocándolo cerca de un cable recorrido por una corriente. En 1831, el científico británico Michael Faraday descubrió que el movimiento de un imán en las proximidades de un cable induce en éste una corriente eléctrica; este efecto era inverso al hallado por Oersted. Así, Oersted demostró que una corriente eléctrica crea un campo magnético, mientras que Faraday demostró que puede emplearse un campo magnético para crear una corriente eléctrica. La unificación plena de las teorías de la electricidad y el magnetismo se debió al físico británico James Clerk Maxwell, que predijo la existencia de ondas electromagnéticas e identificó la luz como un fenómeno electromagnético.

Los estudios posteriores sobre el magnetismo se centraron cada vez más en la comprensión del origen atómico y molecular de las propiedades magnéticas de la materia. En 1905, el físico francés Paul Langevin desarrolló una teoría sobre la variación con la temperatura de las propiedades magnéticas de las sustancias paramagnéticas, basada en la estructura atómica de la materia. Esta teoría es uno de los primeros ejemplos de la descripción de propiedades macroscópicas a partir de las propiedades de los electrones y los átomos. Posteriormente, la teoría de Langevin fue ampliada por el físico francés Pierre Ernst Weiss, que postuló la existencia de un campo magnético interno, molecular, en los materiales como el hierro. Este concepto, combinado con la teoría de Langevin, sirvió para explicar las propiedades de los materiales fuertemente magnéticos como la piedra imán.

Después de que Weiss presentara su teoría, las propiedades magnéticas se estudiaron de forma cada vez más detallada. La teoría del físico danés Niels Bohr sobre la estructura atómica, por ejemplo, hizo que se comprendiera la tabla periódica y mostró por qué el magnetismo aparece en los elementos de transición, como el hierro, en los lantánidos o en compuestos que incluyen estos elementos.

Los físicos estadounidenses Samuel Abraham Goudsmit y George Eugene Uhlenbeck demostraron en 1925 que los electrones tienen espín y se comportan como pequeños imanes con un 'momento magnético' definido. El momento magnético de un objeto es una magnitud vectorial que expresa la intensidad y orientación del campo magnético del objeto. El

físico alemán Werner Heisenberg dio una explicación detallada del campo molecular de Weiss en 1927, basada en la recientemente desarrollada mecánica cuántica. Más tarde, otros científicos predijeron muchas estructuras atómicas del momento magnético más complejas, con diferentes propiedades magnéticas.

Electromagnetismo

El movimiento de la aguja de una brújula en las proximidades de un conductor por el que circula una corriente indica la presencia de un campo magnético alrededor del conductor. Cuando dos conductores paralelos son recorridos cada uno por una corriente, los conductores se atraen si ambas corrientes fluyen en el mismo sentido y se repelen cuando fluyen en sentidos opuestos. El campo magnético creado por la corriente que fluye en una espira de alambre es tal que si se suspende la espira cerca de la Tierra se comporta como un imán o una brújula, y oscila hasta que la espira forma un ángulo recto con la línea que une los dos polos magnéticos terrestres.

Puede considerarse que el campo magnético en torno a un conductor rectilíneo por el que fluye una corriente se extiende desde el conductor igual que las ondas creadas cuando se tira una piedra al agua. Las líneas de fuerza del campo magnético tienen sentido antihorario cuando se observa el conductor en el mismo sentido en que se desplazan los electrones. El campo en torno al conductor es estacionario mientras la corriente fluya por él de forma uniforme.

Cuando un conductor se mueve de forma que atraviesa las líneas de fuerza de un campo magnético, este campo actúa sobre los electrones libres del conductor desplazándolos y creando una diferencia de potencial y un flujo de corriente en el mismo. Se produce el mismo efecto si el campo magnético es estacionario y el cable se mueve que si el campo se mueve y el cable permanece estacionario. Cuando una corriente empieza a circular por un conductor, se genera un campo magnético que parte del conductor. Este campo atraviesa el propio conductor e induce en él una corriente en sentido opuesto a la corriente que lo causó (según la llamada regla de Lenz). En un cable recto este efecto es muy pequeño, pero si el cable se enrolla para formar una bobina, el efecto se amplía ya que los campos generados por cada espira de la bobina cortan las espiras vecinas e inducen también una corriente en ellas.

El resultado es que cuando se conecta una bobina así a una fuente de diferencia de potencial, impide el flujo de corriente cuando empieza a aplicarse la diferencia de potencial. De forma similar, cuando se elimina la diferencia de potencial, el campo magnético se desvanece, y las líneas de fuerza vuelven a cortar las espiras de la bobina. La corriente inducida en estas circunstancias tiene el mismo sentido que la corriente original, y la bobina tiende a mantener el flujo de corriente. Debido a estas propiedades, una bobina se resiste a los cambios en el flujo de corriente, por lo que se dice que posee inercia eléctrica o autoinducción. Esta inercia tiene poca importancia en circuitos de corriente continua, ya que no se observa cuando la corriente fluye

de forma continuada, pero es muy importante en los circuitos de corriente alterna.



Ley de Coulomb

Una manifestación habitual de la electricidad es la fuerza de atracción o repulsión entre dos cuerpos estacionarios que, de acuerdo con el principio de acción y reacción, ejercen la misma fuerza eléctrica uno sobre otro. La carga eléctrica de cada cuerpo puede medirse en culombios. La fuerza entre dos partículas con cargas q_1 y q_2 puede calcularse a partir de la ley de Coulomb

$$F_{\text{eléc}} = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

según la cual la fuerza es proporcional al producto de las cargas dividido entre el cuadrado de la distancia que las separa. La constante de proporcionalidad K depende del medio que rodea a las cargas. La ley se llama así en honor al físico francés Charles de Coulomb.

Toda partícula eléctricamente cargada crea a su alrededor un campo de fuerzas. Este campo puede representarse mediante líneas de fuerza que indican la dirección de la fuerza eléctrica en cada punto. Para mover otra partícula cargada de un punto a otro del campo hay que realizar trabajo. La cantidad de energía necesaria para efectuar ese trabajo sobre una partícula de carga unidad se conoce como diferencia de potencial entre ambos puntos. Esta magnitud se mide en voltios. La Tierra, un conductor de gran tamaño que puede suponerse

sustancialmente uniforme a efectos eléctricos, suele emplearse como nivel de referencia cero para la energía potencial. Así, se dice que el potencial de un cuerpo cargado positivamente es de tantos voltios por encima del potencial de tierra, y el potencial de un cuerpo cargado negativamente es de tantos voltios por debajo del potencial de tierra.

Propiedades eléctricas de los sólidos

El primer fenómeno eléctrico artificial que se observó fue la propiedad que presentan algunas sustancias resinosas como el ámbar, que adquieren una carga negativa al ser frotadas con una piel o un trapo de lana, tras lo cual atraen objetos pequeños. Un cuerpo así tiene un exceso de electrones. Una varilla de vidrio frotada con seda tiene una capacidad similar para atraer objetos no cargados, y atrae los cuerpos cargados negativamente con una fuerza aún mayor. El vidrio tiene una carga positiva, que puede describirse como un defecto de electrones o un exceso de protones.

Cuando algunos átomos se combinan para formar sólidos, frecuentemente quedan libres uno o más electrones, que pueden moverse con facilidad a través del material. En algunos materiales, llamados conductores, ciertos electrones se liberan fácilmente. Los metales, en particular el cobre y la plata, son buenos conductores.

Los materiales en los que los electrones están fuertemente ligados a los átomos se conocen como aislantes, no conductores o dieléctricos. Algunos ejemplos son el vidrio, la goma o la madera seca.

Existe un tercer tipo de materiales en los que un número relativamente pequeño de

electrones puede liberarse de sus átomos de forma que dejan un 'hueco' en el lugar del electrón. El hueco, que representa la ausencia de un electrón negativo, se comporta como si fuera una unidad de carga positiva. Un campo eléctrico hace que tanto los electrones negativos como los huecos positivos se desplacen a través del material, con lo que se produce una corriente eléctrica. Generalmente, un sólido de este tipo, denominado semiconductor, tiene una resistencia mayor al paso de corriente que un conductor como el cobre, pero menor que un aislante como el vidrio. Si la mayoría de la corriente es transportada por los electrones negativos, se dice que es un semiconductor de tipo *n*. Si la mayoría de la corriente corresponde a los huecos positivos, se dice que es de tipo *p*.

Si un material fuera un conductor perfecto, las cargas circularían por él sin ninguna resistencia; por su parte, un aislante perfecto no permitiría que se movieran las cargas por él. No se conoce ninguna sustancia que presente alguno de estos comportamientos extremos a temperatura ambiente. A esta temperatura, los mejores conductores ofrecen una resistencia muy baja (pero no nula) al paso de la corriente y los mejores aislantes ofrecen una resistencia alta (pero no infinita). Sin embargo, la mayoría de los metales pierden toda su resistencia a temperaturas próximas al cero absoluto; este fenómeno se conoce como superconductividad.

Cargas eléctricas

El electroscope es un instrumento cualitativo empleado para demostrar la presencia de cargas eléctricas. En la figura 1 se muestra el instrumento tal como lo utilizó por primera vez el físico y químico británico Michael

Faraday. El electroscopio está compuesto por dos láminas de metal muy finas (a, a_+) colgadas de un soporte metálico (b) en el interior de un recipiente de vidrio u otro material no conductor (c). Una esfera (d) recoge las cargas eléctricas del cuerpo cargado que se quiere observar; las cargas, positivas o negativas, pasan a través del soporte metálico y llegan a ambas láminas. Al ser iguales, las cargas se repelen y las láminas se separan. La distancia entre éstas depende de la cantidad de carga.

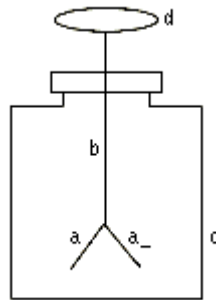


Figura 1

Pueden utilizarse tres métodos para cargar eléctricamente un objeto: 1) contacto con otro objeto de distinto material (como por ejemplo, ámbar y piel) seguido por separación; 2) contacto con otro cuerpo cargado; 3) inducción.

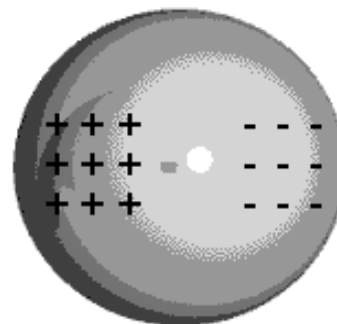
El efecto de las cargas eléctricas sobre conductores y no conductores se muestra en la figura 2. Un cuerpo cargado negativamente, A, está situado entre un conductor neutro, B, y un no conductor neutro, C. Los electrones libres del conductor son repelidos hacia la zona del conductor alejada de A, mientras que las cargas positivas se ven atraídas hacia la zona próxima.

El cuerpo B en su conjunto es atraído hacia A, porque la atracción de las cargas distintas más próximas entre sí es mayor que la repulsión de las cargas iguales más separadas (las fuerzas entre las cargas eléctricas son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia entre las cargas). En el no conductor, C, los electrones no pueden moverse libremente, pero los átomos o moléculas del mismo se reorientan de forma que sus electrones constituyentes estén lo más lejos posible de A; el no conductor también es atraído por A, pero en menor medida que el conductor.

A. Cuerpo cargado negativamente (varilla de plástico)



B. Conductor neutro (bola metálica)



C. No conductor neutro (papel)

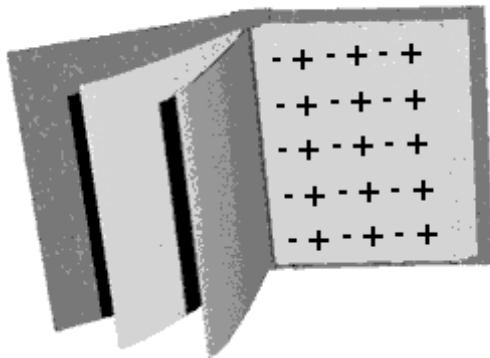


Figura2

El movimiento de los electrones en el conductor B de la figura 2 y la reorientación de los átomos del no conductor C proporciona a esos cuerpos cargas positivas en los lados más próximos a A y negativas en los lados más distantes de A. Las cargas generadas de esta forma se denominan cargas inducidas.

Pasos para desarrollar teorías electromagnéticas

Ahora prosigamos a ver como es que un modelo simple, es capaz de explicar uno o varios de los fenómenos que estamos estudiando en este modulo; primero empecemos con el campo eléctrico y prosigamos con el campo magnético que son los factores más importantes de la teoría electromagnética:

El campo Eléctrico es la región del espacio situada en las proximidades de un cuerpo cargado posee unas propiedades especiales. Si se coloca en cualquier punto de dicha región una carga eléctrica de prueba, se observa que se encuentra sometida a la acción de una fuerza. Este hecho se expresa diciendo

que el cuerpo cargado ha creado un campo eléctrico. La intensidad de campo eléctrico en un punto se define como la fuerza que actúa sobre la unidad de carga situada en él. Si E es la intensidad de campo, sobre una carga Q actuará una fuerza

$$F = Q \cdot E$$

La dirección del campo eléctrico en cualquier punto viene dada por la de la fuerza que actúa sobre una carga positiva unidad colocada en dicho punto.

Las líneas de fuerza en un campo eléctrico están trazadas de modo que son, en todos sus puntos, tangentes a la dirección del campo, y su sentido positivo se considera que es el que partiendo de las cargas positivas termina en las negativas.

La intensidad de un campo eléctrico creado por varias cargas se obtiene sumando vectorialmente las intensidades de los campos creados por cada carga de forma individual.

Recordemos que las líneas de fuerza son líneas continuas asociadas a un campo vectorial y trazado de modo que, en todo punto, la línea de fuerza sea tangente a la dirección del campo en dicho punto. Cada línea de fuerza está orientada positivamente en el sentido del campo.

Como en cada punto el campo sólo puede tener una dirección, sólo puede pasar una línea de fuerza por cada punto del espacio, es decir, las líneas de fuerza no se pueden cortar. Es evidente que si se dibujaran todas las

líneas de fuerza para todos los puntos del campo, no se podrían distinguir. Por este motivo se suelen espaciar de manera que el número de ellas que atraviese la unidad de superficie colocada perpendicularmente a la dirección del campo, sea proporcional a la intensidad de éste. Así, las líneas se concentran en aquellas regiones del espacio donde el campo es más intenso e, inversamente, están más separadas en las regiones donde el campo es más débil.

Estudiemos el caso de **campo magnético** en el que actúa una fuerza sobre una carga eléctrica:

Ahora si regresamos a la definición de **Campo magnético** recordemos que es la región del espacio donde se ponen de manifiesto los fenómenos magnéticos. Se representa por el vector B .

La región del espacio situada en las proximidades de un imán o de una carga eléctrica en movimiento posee unas propiedades especiales. Se observa experimentalmente que cuando una carga tiene una velocidad v en las proximidades de un imán o de otra carga eléctrica en movimiento, existe una fuerza adicional sobre ella que es proporcional al valor de la carga, Q , al módulo de la velocidad, v , y al módulo de la inducción magnética, B . La dirección y sentido de la fuerza dependen de la dirección y sentido relativos de los vectores velocidad e inducción magnética. Así, se dice que en un punto de una región del espacio existe un campo magnético B , si al situar en dicho punto una carga que se mueve con velocidad v , aparece sobre ella una fuerza que viene dada por la expresión:

$$F = Q (v \times B)$$

Por convenio se admite que la dirección del campo magnético es aquella en que la fuerza que actúa sobre la carga resulta ser nula.

La unidad de inducción magnética en el Sistema Internacional de unidades es el tesla, T . Una carga de un culombio que se mueve con una velocidad de un metro por segundo perpendicular a un campo magnético de un tesla experimenta la fuerza de un newton.

Veamos este mismo análisis de forma que supongamos que existe una fuerza sobre una carga de prueba en reposo en varios puntos restándole a esta la fuerza eléctrica a la fuerza total quedando solo la fuerza magnética, enseguida proyectamos a un punto P la carga de prueba q a una velocidad v considerando que la fuerza magnética F siempre actúa de forma lateral, esto es a un ángulo recto, donde la dirección de v no importa si es que la carga la proyectamos en diferentes puntos, vemos que conforme se varia esta dirección y se llega a un punto máximo en ángulo recto con esta misma dirección la F varia nótese que en ángulos intermedios la F varia con respecto al seno del Φ , además si variamos la magnitud de la velocidad vemos que la F varia de forma proporcional directa. A fin de cuentas podemos decir que al hallar la fuerza magnética F es proporcional a la magnitud de la carga de prueba q y que F invierte su dirección cuando q cambia de signo.

Basándonos en las siguientes observaciones definimos la dirección de **B** en el punto P es la misma que una de las direcciones de **v**, donde la fuerza es cero y la magnitud de **B** se determina apartir de la magnitud de $F_{\perp}$ de la fuerza máxima ejercida cuando la carga en reposo se proyecta perpendicularmente a la dirección de **B** es decir:

$$B = \frac{F_{\perp}}{qv}$$

Y para ángulos arbitrarios **F** se define como:

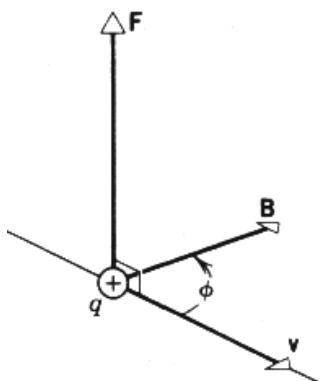
$$F = q v B \sin \phi$$

Donde ϕ es el ángulo mas pequeño entre **v** y **B**. A causa de que **F**, **v** y **B** son vectores esta se puede escribir como un producto vectorial:

$$\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

Que es la ecuación vista anteriormente...

Veamos que en la figura siguiente se muestra la relación geométrica entre estos vectores.



Obsérvese que **F** es perpendicular a **v**, nótese que **F** es cero cuando **v** es o bien paralela o bien antiparalela a la dirección de **B** es decir cuando $\phi = 0^\circ$ ó $\phi = 180^\circ$ y $\mathbf{v} \times \mathbf{B} = 0$ y que **F** tiene su magnitud máxima igual a qvB cuando **v** forma un ángulo recto con **B**.

Hay que hacer notar que **F** siempre es perpendicular a **v** y que no puede cambiar la magnitud de **v** únicamente la dirección, además de que no ejerce trabajo sobre la partícula que se esta desplazando, así pues un campo magnético constante no puede cambiar le energía cinética de una partícula cargada en movimiento.

Los campos magnéticos no pueden determinarse tan fácilmente con una simple medición, ya que ,medir a **F** para una sola **v** no es suficiente para determinar **B**. Debemos hallar primero la dirección de **B** hallando las direcciones de **v** para las que no exista una fuerza, y entonces con una sola medición mas puede determinarse su magnitud.

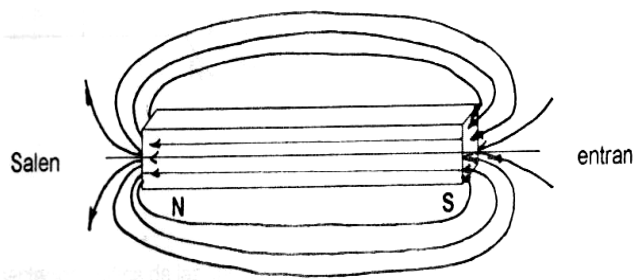
La unidad de **B** en el Sistema Internacional (SI) es el Tesla (T) que se deduce de:

$$1 \text{ tesla} = 1 \frac{\text{newton}}{\text{coulomb} \cdot \text{metro/segundo}} = 1 \frac{\text{newton}}{\text{ampere} \cdot \text{metro}}$$

Aunque existe una unidad más antigua que es el *gauss* relacionada con el tesla de la siguiente forma:

$$1 \text{ tesla} = 10^4 \text{ gauss}$$

A continuación se muestra las líneas de campo magnético de un imán donde se observa que estas líneas forman anillos cerrados que empiezan en uno de los extremos del imán llamados polos; norte y sur respectivamente, ya que se atraen mutuamente; ahora si recordamos la ley que rige este comportamiento magnético que nos dice: "polos diferentes se atraen y polos iguales se repelen".



PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia científico teórica.**
 - ❖ Aplicar los principios de la electrónica, enfocada al uso de amplificadores de potencia.
- **Competencia para la vida.**
 - ❖ Realizar sus labores escolares con orden y responsabilidad

3.1.2 Modelo electromagnético.

- Construcción de un modelo.
- Enfoque inductivo y deductivo

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia analítica.**
 - ❖ Aplicar los procedimientos para la construcción de un modelo electromagnético.

• Competencia emprendedora.

- ❖ Planear sus actividades antes de realizar la construcción de un modelo electromagnético.

3.1.3. Cantidades básicas del modelo electromagnético.

Un poco de Historia

Hace varios años muchas de las unidades que ahora conocemos por lo general se han denominado así gracias a grandes investigadores, científicos y personas que trataron de darle explicación a los fenómenos físicos que nos rodean en nuestro caso el modelo electromagnético entre ellos están:

Wilhelm Eduard Weber (1804-1891), físico alemán especializado en electrodinámica. Nació en Wittenberg en el seno de una familia numerosa. Su padre era profesor de Teología en la universidad. La familia tenía relaciones con el famoso experto en acústica E. F. F. Chladni. Weber escribió en 1824 un tratado sobre el movimiento ondulatorio junto con su hermano mayor, Ernst Heinrich Weber, un anatomista sobresaliente. En 1828 se trasladó a la Universidad de Halle, donde fue profesor de física, y en 1831 a la universidad de Gotinga, de la que tuvo que marcharse en 1837 debido a problemas políticos. Después de un retiro temporal fue elegido para la cátedra de física en Leipzig en 1843, pero volvió a la universidad de Gotinga a su antiguo cargo en 1849, y allí también se convirtió en el director del observatorio astronómico. En Gotinga colaboró con Carl Friedrich Gauss en el estudio del geomagnetismo; durante ese tiempo conectó con dos laboratorios mediante el telégrafo eléctrico (uno de los primeros usos de la comunicación telegráfica que ha quedado

registrado). En Leipzig desarrolló varios instrumentos para medir la corriente eléctrica, en especial el electrodinamómetro para mediciones absolutas. Su trabajo más importante lo hizo en Leipzig, en donde determinó, junto con F. W. G. Kohlrausch, la relación entre las unidades de carga electrostáticas y electromagnéticas (**constante de Weber**). Esta relación resultó ser igual a la velocidad de la luz, y fue utilizada más tarde por James Clerk Maxwell para defender su teoría electromagnética. La unidad SI del flujo magnético se denominó **weber**.

Anteriormente se mencionó otro colaborador "Gauss" que a parte de la investigación y colaboración con Weber hizo grandes descubrimientos en otros campos de la ciencia.

Carl Friedrich Gauss (1777-1855), matemático alemán conocido por sus muy diversas contribuciones al campo de la física, especialmente por sus estudios del electromagnetismo.

Nació en Braunschweig el 30 de abril de 1777 y estudió lenguas antiguas, pero a los 17 años comenzó a interesarse por las matemáticas e intentó dar una solución al problema clásico de la construcción de un heptágono regular, o figura de siete lados, con una regla y un compás. No solamente consiguió probar que esto era imposible, sino que siguió aportando métodos para construir figuras de 17, 257 y 65.537 lados. Durante estos estudios, probó que la construcción, con regla y compás, de un polígono regular con un número de lados impar sólo era posible cuando el número de lados era un número primo de la serie 3, 5, 17, 257 y 65.537 o un producto de dos o más de estos números. A raíz de este descubrimiento

abandonó sus estudios de lenguas y se dedicó a las matemáticas. Estudió en la Universidad de Gotinga desde 1795 hasta 1798; para su tesis doctoral presentó una prueba de que cada ecuación algebraica tiene al menos una raíz o solución. Este teorema, que ha sido un desafío para los matemáticos durante siglos, se sigue denominando teorema fundamental de álgebra. Su tratado sobre la teoría de números, *Disquisitiones arithmeticae* (1801), es una obra clásica en el campo de las matemáticas.

Más tarde, Gauss dirigió su atención hacia la astronomía. El asteroide Ceres había sido descubierto en 1801, y puesto que los astrónomos pensaban que era un planeta, lo observaron con mucho interés hasta que lo perdieron de vista. Desde sus primeras observaciones, Gauss calculó su posición exacta, de forma que fue fácil su redescubrimiento. También planeó un nuevo método para calcular las órbitas de los cuerpos celestes. En 1807 fue nombrado profesor de matemáticas y director del observatorio de Gotinga, ocupando los dos cargos hasta el 23 de febrero de 1855, fecha de su muerte.

Aunque Gauss hizo valiosas contribuciones tanto a la astronomía teórica como práctica, trabajó sobre todo en matemáticas y en física matemática, abarcando prácticamente todas sus ramas. En la teoría de números desarrolló el importante teorema de los números primos. Gauss fue el primero en desarrollar una geometría no euclídea, pero no publicó estos importantes descubrimientos ya que deseaba evitar todo tipo de publicidad. En la teoría de la probabilidad, desarrolló el importante método de los mínimos cuadrados y las leyes fundamentales de la distribución de la probabilidad. El diagrama normal de la probabilidad se sigue llamando curva de Gauss.

Realizó estudios geodésicos y aplicó las matemáticas a la geodesia. Junto con el físico alemán Wilhelm Eduard Weber, Gauss realizó una intensa investigación sobre el magnetismo. Entre sus más importantes trabajos están los de la aplicación de las matemáticas al magnetismo y a la electricidad; una unidad de inducción magnética recibe su nombre. También llevó a cabo investigaciones en el campo de la óptica, especialmente en los sistemas de lentes

Uno de los más importantes investigadores en el campo del electromagnetismo fue Maxwell:

James Clerk Maxwell (1831-1879), físico británico cuyas investigaciones y escritos explican las propiedades del electromagnetismo. Estos trabajos le convirtieron en uno de los científicos más importantes del siglo XIX. También elaboró la teoría cinética de los gases, que explica las propiedades físicas de los gases y su naturaleza. Entre otros logros hay que destacar la investigación de la visión de los colores y los principios de la termodinámica.

Nació en Edimburgo y estudió en las universidades de Edimburgo y Cambridge. Fue profesor de física en la Universidad de Aberdeen desde 1856 hasta 1860. En 1871 fue el profesor más destacado de física experimental en Cambridge, donde supervisó la construcción del Laboratorio Cavendish. Maxwell amplió la investigación de Michael Faraday sobre los campos electromagnéticos, demostrando la relación matemática entre los campos eléctricos y magnéticos. También mostró que la luz está compuesta de ondas electromagnéticas. Su obra más importante es el *Treatise on Electricity and Magnetism* (Tratado sobre electricidad y magnetismo,

1873), en donde, por primera vez, publicó su conjunto de cuatro ecuaciones diferenciales en las que describe la naturaleza de los campos electromagnéticos en términos de espacio y tiempo.

El trabajo de Maxwell preparó el terreno para las investigaciones de Heinrich Rudolf Hertz, que realizó experimentos para apoyar sus teorías electromagnéticas. Posteriormente, el trabajo de Maxwell ayudó a los científicos a determinar la igualdad numérica de la velocidad de la luz en las unidades del sistema cegesimal y la relación de las unidades electromagnéticas con las electrostáticas. La unidad de flujo magnético en el sistema cegesimal se denominó maxwell en su honor. Entre sus obras importantes destacan *Theory of Heat* (Teoría del calor, 1877) y *Matter and motion* (Materia y movimiento, 1876).

Existen muchos más investigadores que dedicaron su vida a estudiar a tan importante fenómeno y que gracias a ellos conocemos el mundo como lo vemos hoy en día.

Unidades en el SI para el modelo electromagnético

Cantidad	Nombre de la unidad	Símbolo	Equivalente
Cantidad de electricidad	Coulomb	C	A·s
Diferencial de potencial, fuerza electromotriz	Volt	V	N·m/C
Campo eléctrico	Volt/metro	V/m	N/C
Flujo magnético	Weber	Wb	V·s
Campo	Tesla	T	Wb/m ² ,

magnetico			N/A·m
-----------	--	--	-------

Flujo Magnético

	Maxwell	Weber
1 maxwell	1	10^{-8}
1 weber	10^8	1

Campo magnético

	Gauss	Tesla	miligauss
1 gauss	1	10^{-4}	1000
1 tesla	10^4	1	10^7
1 miligauss	0.001	10^{-7}	1

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia de información.**
 - ❖ Consultar información bibliográfica y en páginas Web de Internet para apoyar la determinación de las cantidades básicas del modelo electromagnético.
- **Competencia de calidad.**
 - ❖ Respetar lo establecido en normas y estándares de calidad en las cantidades básicas del modelo electromagnético.

3.2. Aplicar diagramas fasoriales para análisis de circuitos.



3.2.1. Aplicación de la corriente alterna.

Introducción

Cuando se hace oscilar un conductor en un campo magnético, el flujo de corriente en el conductor cambia de sentido tantas veces como lo hace el movimiento físico del conductor.

Varios sistemas de generación de electricidad se basan en este principio, y producen una forma de corriente oscilante llamada corriente alterna. Esta corriente tiene una serie de características ventajosas en comparación con la corriente continua, y suele utilizarse como fuente de energía eléctrica tanto en aplicaciones industriales como en el hogar. La característica práctica más importante de la corriente alterna es que su voltaje puede cambiarse mediante un sencillo dispositivo electromagnético denominado transformador. Cuando una corriente alterna pasa por una bobina de alambre, el campo magnético alrededor de la bobina se intensifica, se anula, se vuelve a intensificar con sentido opuesto y se vuelve a anular. Si se sitúa otra bobina en el campo magnético de la primera bobina, sin estar directamente conectada a ella, el movimiento del campo magnético induce una corriente alterna en la segunda bobina. Si esta segunda bobina tiene un número de espiras mayor que la primera, la tensión inducida en ella será mayor que la tensión de la primera, ya que el campo actúa sobre un número mayor de conductores individuales. Al contrario, si el número de espiras de la segunda bobina es menor, la tensión será más baja que la de la primera.

La acción de un transformador hace posible la transmisión rentable de energía eléctrica a lo largo de grandes distancias. Si se quieren suministrar 200.000 watts de potencia a una línea eléctrica, puede hacerse con un voltaje de 200.000 volts y una corriente de 1 amper o con un voltaje de 2.000 volts y una corriente de 100 ampers, ya que la potencia es igual al producto de tensión y corriente. La potencia perdida en la línea por calentamiento es igual al cuadrado de la intensidad de la

corriente multiplicado por la resistencia. Por ejemplo, si la resistencia de la línea es de 10 ohmios, la pérdida de potencia con 200.000 volts será de 10 watts, mientras que con 2.000 volts será de 100.000 watts, o sea, la mitad de la potencia disponible.

En un circuito de corriente alterna, el campo magnético en torno a una bobina varía constantemente, y la bobina obstaculiza continuamente el flujo de corriente en el circuito debido a la autoinducción. La relación entre el voltaje aplicado a una bobina ideal (es decir, sin resistencia) y la intensidad que fluye por dicha bobina es tal que la intensidad es nula cuando el voltaje es máximo, y es máxima cuando el voltaje es nulo. Además, el campo magnético variable induce una diferencia de potencial en la bobina de igual magnitud y sentido opuesto a la diferencia de potencial aplicada. En la práctica, las bobinas siempre presentan resistencia y capacidad además de autoinducción.

Si en un circuito de corriente alterna se coloca un condensador (también llamado capacitor) la intensidad de corriente es proporcional al tamaño del condensador y a la velocidad de variación del voltaje en el mismo. Por tanto, por un condensador cuya capacidad es de 2 faradios pasará el doble de intensidad que por uno de 1 faradio. En un condensador ideal, el voltaje está totalmente desfasado con la intensidad. Cuando el voltaje es máximo no fluye intensidad, porque la velocidad de cambio de voltaje es nula. La intensidad es máxima cuando el voltaje es nulo, porque en ese punto la velocidad de variación del voltaje es máxima. A través de un condensador circula intensidad —aunque no existe una conexión eléctrica

directa entre sus placas— porque el voltaje de una placa induce una carga opuesta en la otra.

De los efectos indicados se deduce que si se aplica un voltaje alterno a una bobina o condensador ideales, no se consume potencia. No obstante, en todos los casos prácticos los circuitos de corriente alterna presentan resistencia además de autoinducción y capacidad, y se consume potencia. Esta potencia consumida depende de la proporción relativa de las tres magnitudes en el circuito.

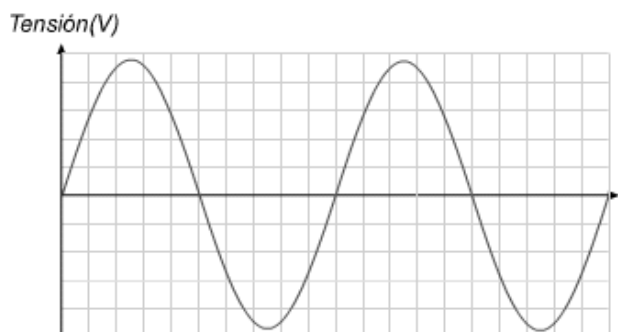
Normalmente la tensión presente en las instalaciones eléctricas no tiene siempre el mismo valor, sino que varía con el tiempo, siendo en la mayoría de los casos alterna senoidal. En el suministro de corriente a aparatos de consumo eléctricos se utilizan principalmente dos tipos de tensión: tensión continua y tensión alterna.

La tensión continua tiene la característica es de que siempre se mantiene un valor constante y su representación gráfica con respecto al tiempo es una línea recta paralela al eje de las abscisas; el valor de la tensión en cada instante, es decir, el *valor instantáneo* u , tiene siempre la misma magnitud y el mismo signo para cada valor de tiempo.

La tensión alterna repite periódicamente su *valor instantáneo* u , tanto en magnitud como en signo (+ o -), es decir, el trazado de su curva con respecto al tiempo se va repitiendo de forma regular, transcurrido un determinado tiempo T . El valor medio + es igual al valor medio -.

Ahora si tenemos una corriente o tensión alterna senoidal que como describimos es aquella que cambia de sentido en el tiempo y que toma valores según la función matemática seno, repitiéndose de forma periódica.

Representando la tensión senoidal en el tiempo:



Características de la señal alterna

Una señal alterna queda definida por las siguientes características:

- **Frecuencia:** Uno de los valores característicos de la tensión o corriente alterna es la frecuencia que es el número de veces que se repite un ciclo en un segundo. Se mide en Hertzios [Hz]; a este se le dio el nombre en honor al físico Heinrich Hertz, en España y el resto de Europa es de 50Hz, en otros países es 60 Hz. Como ejemplo veamos que si el periodo es de T segundos, la tensión alterna tendrá:

en t segundos t/T periodos,

y

en 1 segundo $1/T$ periodos.

El número de periodos es la frecuencia, o sea $f = 1/T$, y como se mencionó la unidad de frecuencia es el hertz (Hz) y se mide en:

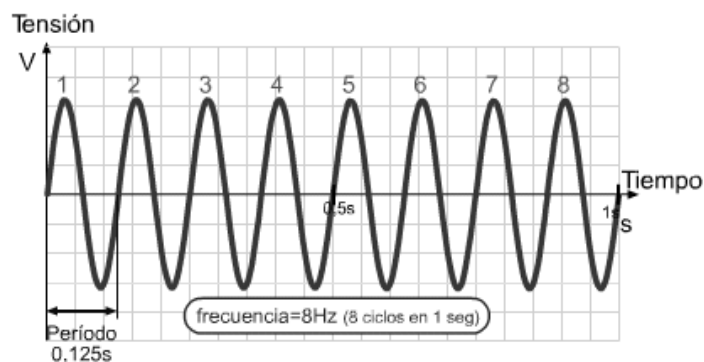
$$s^{-1} = 1/s$$

que como múltiplos de esta tenemos:

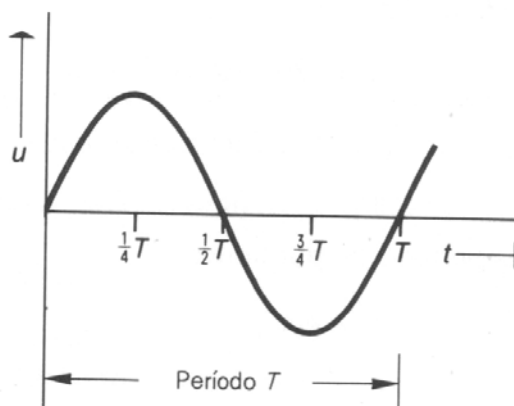
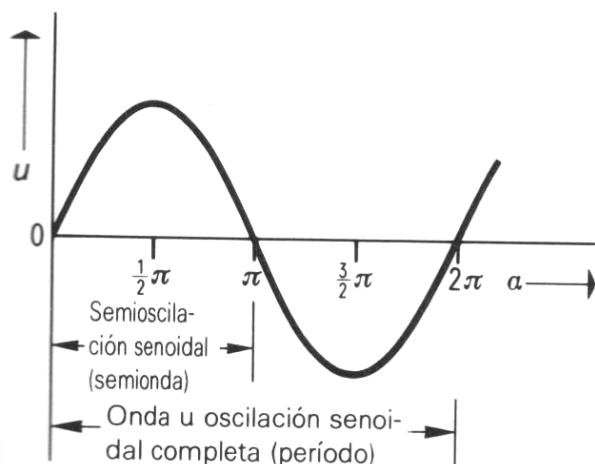
$$10^3 = 1 \text{ KHz}, 10^6 = 1 \text{ Mhz}, 10^9 = 1 \text{ Ghz}$$

En la práctica se tienen ciertos márgenes de frecuencia correspondientes a diversos campos de aplicación:

Suministro de corriente 16 2/3 hasta 60Hz
Calentamiento inductivo 50Hz hasta 4MHz
Transmisión por cable 25Hz hasta 12MHz
Transmisión inalámbrica 10KHz hasta 40Ghz



- **Período o Ciclo:** La representación grafica mediante sistema de coordenadas de la siguiente figura nos permite deducir los valores característicos de una corriente alterna de curva senoidal.



$$T = \frac{1}{f} \text{ [s]}$$

Al ciclo completo de la tensión se le denomina *oscilación senoidal completa* y *onda* a su representación grafica; al recorrido entre dos puntos cero, *semioscilación senoidal*. Tras una oscilación senoidal completa, se va repitiendo el mismo ciclo periódicamente, correspondiendo cada ciclo a un periodo de la tensión alterna. Un periodo se extiende desde un ángulo de 0° hasta uno de 360° o 2π radianes.

El tiempo que requiere la tensión alterna para realizar un ciclo equivalente al tiempo que tarda la espira en realizar un giro completo en el interior del campo magnético. Por tanto, una tensión alterna puede ser representada también en el sistema de coordenadas en función del tiempo t , por lo que concluimos que el tiempo correspondiente a un ciclo se denomina *periodo* T , siendo su unidad el segundo (s).

- Valor máximo o amplitud: Es el máximo valor instantáneo de la tensión, tanto si el sentido es positivo como si es negativo. Es el máximo valor que toma la señal en un periodo, coincide con el valor en las crestas o picos de la señal senoidal. Se representa por letras mayúsculas con el subíndice máx.

- Valor instantáneo: Es el que toma la señal en un momento dado, es decir es aquel que varía en función de la velocidad del ángulo de giro " w ". Este se representa con la letra minúscula " v ". Para determinarlo, conocida la función de la señal tratada, basta con sustituir el tiempo por su valor. La ecuación de una función senoidal que es:

$$v = V_{\text{max}} \cdot \text{sen}(wt)$$

Donde w es la velocidad angular o pulsación, medida en radianes por segundo:

$$w = 2 \cdot \pi \cdot f \text{ [rad/s]}$$

- **Valor eficaz:** La unidad de tensión o corriente alterna es el volt. La tensión alterna varía constantemente de magnitud y periódicamente de sentido. Para determinar el valor de una tensión alterna, en volt, se recurre a un valor nominal que permita una comparación con otros valores de tensión continua, a dicho valor se le conoce como *valor eficaz* de la corriente alterna y se denomina así porque es una porque en una resistencia óhmica provoca el mismo efecto térmico que el que provocaría una corriente continua de la misma magnitud.

Este es el valor más importante pues con él se obtiene matemáticamente los mismos resultados que operando con valores instantáneos, realizando operaciones mucho más sencillas. Se representa con letras mayúsculas sin subíndices. Y su valor es igual a:

$$V = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}}$$

donde a la relación amplitud / valor eficaz $=\sqrt{2}$ se le conoce como **factor de amplitud**.

Ventajas de la señal alterna

Frente a la corriente continua, la alterna presenta las siguientes ventajas:

- Los generadores de CA (alternadores) son más eficaces y sencillos que los de CC (dinamos).
- La tecnología necesaria para el transporte de energía a grandes distancias es mucho más económica

y accesible en alterna que en continua.

- Los receptores de CA son más numerosos y utilizables en casi todas las aplicaciones.
- La conversión de CA en CC no presenta complicaciones.

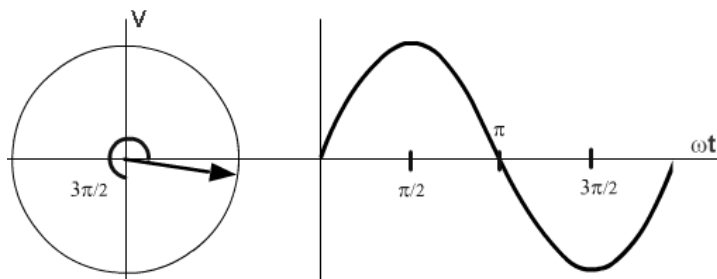
Además, frente a otros tipos de onda, la señal senoidal tiene las siguientes propiedades:

- La función seno se define perfectamente mediante su expresión matemática.
- Es fácil de operar.
- Se genera en los alternadores sin grandes dificultades.
- Su elevación y reducción, necesarias para reducir las pérdidas de energía, se realiza con altos rendimientos y bajo coste mediante los transformadores.

Generación de la corriente alterna

Actualmente, casi toda la electricidad fabricada por el hombre se crea mediante generadores eléctricos capaces de transformar energía mecánica en energía eléctrica. La energía mecánica que acciona el generador puede proceder de saltos de agua como en las centrales hidroeléctricas, o ser transmitida por el vapor en el caso de centrales termoeléctricas o nucleares. Los generadores de CA se basan en la ley de Faraday, que establece que se puede inducir una FEM o fuerza electromotriz en un

circuito variando el flujo del campo magnético que lo atraviesa. Si suponemos un circuito plano e indeformable en un campo magnético uniforme esto solo se puede lograr variando el ángulo que forma el campo magnético y la superficie del circuito. Las compañías eléctricas generadoras producen energía eléctrica; transforman algún tipo de energía (hidráulica, nuclear, térmica, etc) en movimiento rotatorio que aplicado a un alternador produce energía eléctrica alterna. Veamos como se realiza esa transformación de energía.



Si hacemos girar una bobina de N espiras en el interior de un campo magnético, se encontrará atravesada por un flujo de valor:

$$\varphi = N \cdot B \cdot S \cos(\omega t)$$

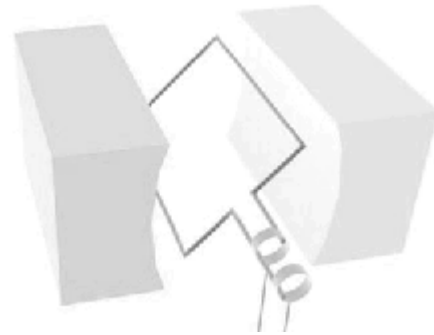
Donde:

- B : campo magnético.
- S : superficie de la espira.
- $\omega \cdot t = \alpha$: ángulo entre la perpendicular a la superficie y el campo.
- N : número de espiras.

Ese flujo generará en la bobina, según la ley de Faraday, una fem igual a la variación del flujo en el tiempo, es decir:

$$e = -\frac{d\varphi}{dt} = -N \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) = -E_{\max} \cdot \sin(\omega t)$$

De esto se deduce que la fem generada en una bobina que gira en el interior de un campo magnético es proporcional al seno, o sea, es una señal alterna senoidal.



Como podemos observar, la generación de energía eléctrica alterna a partir del movimiento producido por otras energías es relativamente sencilla, y se puede realizar en grandes cantidades. No ocurre lo mismo con la energía eléctrica continua en la que, además de generadores más costosos, la cantidad de energía producida es muy inferior a la que se puede generar en alterna.

Aplicaciones

Una de las aplicaciones y beneficio que proporciona la corriente alterna es la generación y transporte de electricidad, que es un conjunto de instalaciones que se utilizan

para transformar otros tipos de energía en electricidad y transportarla hasta los lugares donde se consume. La generación y transporte de energía en forma de electricidad tiene importantes ventajas económicas debido al coste por unidad generada. Las instalaciones eléctricas también permiten utilizar la energía hidroeléctrica a mucha distancia del lugar donde se genera. Estas instalaciones suelen utilizar corriente alterna, ya que es fácil reducir o elevar el voltaje con transformadores. De esta manera, cada parte del sistema puede funcionar con el voltaje apropiado. Las instalaciones eléctricas tienen seis elementos principales: la central eléctrica, los transformadores, que elevan el voltaje de la energía eléctrica generada a las altas tensiones utilizadas en las líneas de transporte, las líneas de transporte, las subestaciones donde la señal baja su voltaje para adecuarse a las líneas de distribución, las líneas de distribución y los transformadores que bajan el voltaje al valor utilizado por los consumidores.

En una instalación normal, los generadores de la central eléctrica suministran voltajes de 26.000 voltios; voltajes superiores no son adecuados por las dificultades que presenta su aislamiento y por el riesgo de cortocircuitos y sus consecuencias. Este voltaje se eleva mediante transformadores a tensiones entre 138.000 y 765.000 volts para la línea de transporte primaria (cuanto más alta es la tensión en la línea, menor es la corriente y menores son las pérdidas, ya que éstas son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente). En la subestación, el voltaje se transforma en tensiones entre 69.000 y 138.000 voltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de distribución. La tensión se baja de nuevo con transformadores

en cada punto de distribución. La industria pesada suele trabajar a 33.000 voltios (33 kilovoltios), y los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. Para su suministro a los consumidores se baja más la tensión: la industria suele trabajar a tensiones entre 380 y 415 voltios, y las viviendas reciben entre 220 y 240 voltios en algunos países y entre 110 y 125 en otros.

El desarrollo actual de los rectificadores de estado sólido para alta tensión hace posible una conversión económica de alta tensión de corriente alterna a alta tensión de corriente continua para la distribución de electricidad. Esto evita las pérdidas inductivas y capacitivas que se producen en la transmisión de corriente alterna.

La estación central de una instalación eléctrica consta de una máquina motriz, como una turbina de combustión, que mueve un generador eléctrico. La mayor parte de la energía eléctrica del mundo se genera en centrales térmicas alimentadas con carbón, aceite, energía nuclear o gas; una pequeña parte se genera en centrales hidroeléctricas, diesel o provistas de otros sistemas de combustión interna.

Las líneas de conducción se pueden diferenciar según su función secundaria en líneas de transporte (altos voltajes) y líneas de distribución (bajos voltajes). Las primeras se identifican a primera vista por el tamaño de las torres o apoyos, la distancia entre conductores, las largas series de platillos de que constan los aisladores y la existencia de una línea superior de cable más fino que es la línea de tierra. Las

líneas de distribución, también denominadas terciarias, son las últimas existentes antes de llegar la electricidad al usuario, y reciben aquella denominación por tratarse de las que distribuyen la electricidad al último eslabón de la cadena.

Las líneas de conducción de alta tensión suelen estar formadas por cables de cobre, aluminio o acero recubierto de aluminio o cobre. Estos cables están suspendidos de postes o pilones, altas torres de acero, mediante una sucesión de aislantes de porcelana. Gracias a la utilización de cables de acero recubierto y altas torres, la distancia entre éstas puede ser mayor, lo que reduce el coste del tendido de las líneas de conducción; las más modernas, con tendido en línea recta, se construyen con menos de cuatro torres por kilómetro. En algunas zonas, las líneas de alta tensión se cuelgan de postes de madera; para las líneas de distribución, a menor tensión, suelen ser postes de madera, más adecuados que las torres de acero. En las ciudades y otras áreas donde los cables aéreos son peligrosos se utilizan cables aislados subterráneos. Algunos cables tienen el centro hueco para que circule aceite a baja presión. El aceite proporciona una protección temporal contra el agua, que podría producir fugas en el cable. Se utilizan con frecuencia tubos rellenos con muchos cables y aceite a alta presión (unas 15 atmósferas) para la transmisión de tensiones de hasta 345 kilovoltios.

Cualquier sistema de distribución de electricidad requiere una serie de equipos suplementarios para proteger los generadores, transformadores y las propias líneas de conducción. Suelen incluir dispositivos diseñados para regular la tensión que se

proporciona a los usuarios y corregir el factor de potencia del sistema.

Los cortacircuitos se utilizan para proteger todos los elementos de la instalación contra cortocircuitos, sobrecargas y para realizar las operaciones de conmutación ordinarias. Estos cortacircuitos son grandes interruptores que se activan de modo automático cuando ocurre un cortocircuito o cuando una circunstancia anómala produce una subida repentina de la corriente. En el momento en el que este dispositivo interrumpe la corriente se forma un arco eléctrico entre sus terminales. Para evitar este arco, los grandes cortacircuitos, como los utilizados para proteger los generadores y las secciones de las líneas de conducción primarias, están sumergidos en un líquido aislante, por lo general aceite. También se utilizan campos magnéticos para romper el arco. En tiendas, fábricas y viviendas se utilizan pequeños cortacircuitos diferenciales. Los aparatos eléctricos también incorporan unos cortacircuitos llamados fusibles, consistentes en un alambre de una aleación de bajo punto de fusión; el fusible se introduce en el circuito y se funde si la corriente aumenta por encima de un valor predeterminado



Ejercicios

- 1.-Calcule la frecuencia de una onda senoidal que tiene un periodo de 5 segundos.
- 2.-Si una antena de radio transmite a una frecuencia de 1KHz cual será el periodo de la onda transmitida.
- 3.- Si una espira gira a una velocidad de $n = 120$ revoluciones/minuto. ¿Cuál será el

periodo de la tensión alterna inducida en la espira?

4.- ¿Cuál será la velocidad angular de una tensión alterna cuya frecuencia sea de 50Hz?

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia científico teórica.**
 - ❖ Explicar los principios de carga eléctrica de física y referirlos a la corriente alterna.
 - **Competencia lógica.**
 - ❖ Resolver problemas que involucren el razonamiento lógico y matemático, relativo a la onda senoidal.
-



3.2.2. Representación de ondas senoidales mediante factores.

Representación matemática y operaciones

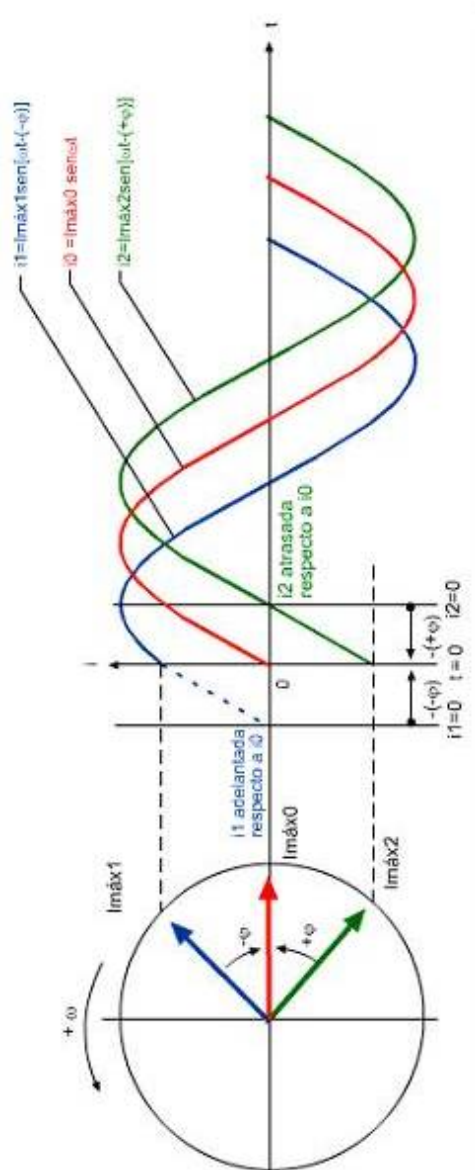
La energía eléctrica alterna se genera, como hemos visto, en alternadores que son máquinas formadas por bobinas que giran dentro de un campo magnético. Para representar cómo varía la tensión a lo largo del tiempo supondremos un punto P que gira alrededor de un eje, si se proyecta sobre el eje de ordenadas el vector que une en cada momento el origen con la posición del punto y se lleva en el de abscisas al instante que le corresponde, tendremos una señal senoidal. Cuanto más rápido gire el alternador (o sea, a mayor velocidad angular w), mayor será la

frecuencia de la señal (f) y más veces se repetirá en un segundo.

Se llama fase a cada una de las posiciones angulares que va ocupando el punto P en su recorrido circular. El ángulo de fase es el que forma el vector de posición del punto P en un instante determinado con el semieje positivo de abscisas. Esta magnitud es fundamental a la hora de estudiar la relación entre distintas señales senoidales, como la tensión y la corriente que circulan por un circuito o las tensiones de fase de un circuito trifásico.

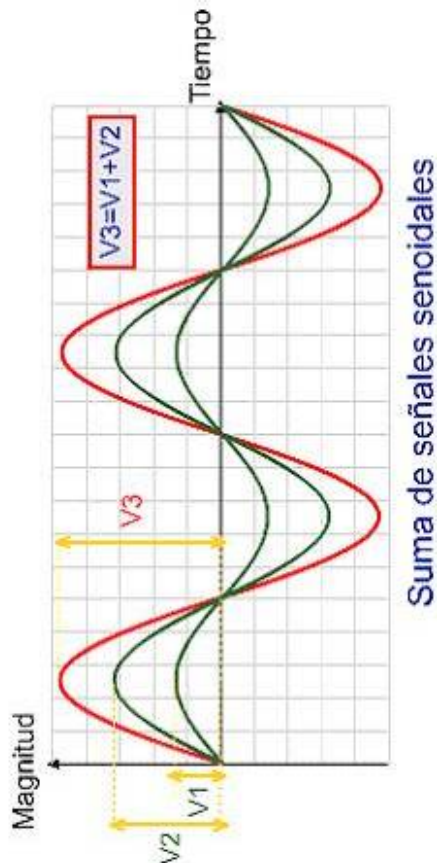
Si en el momento inicial ($t = 0$) el vector del punto P en ese momento no es horizontal se dice que la señal tiene un desfase de valor el ángulo que forma el vector con el eje X.

Veamos un ejemplo de señales desfasadas para comprender mejor lo que significa:



Suma y resta gráfica de señales alternas

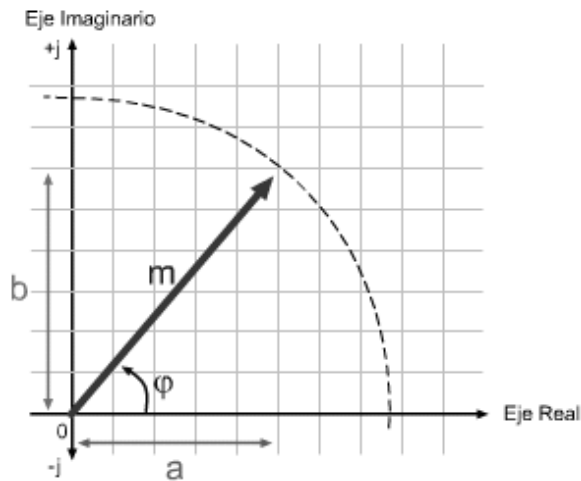
La suma o la resta de dos señales senoidales es otra señal senoidal, cuyo valor es en cada instante igual a la suma o la resta de ambas. Para representarla se realiza la suma algebraica en varios puntos significativos de las señales.



Representación matemática de señales senoidales

Las operaciones matemáticas con señales alternas es bastante compleja ya que se trata de señales que varían constantemente. Por eso se recurre a herramientas matemáticas que faciliten las operaciones. Por su simplicidad, se suele emplear la representación vectorial de las magnitudes senoidales (o sea, identificar una función senoidal con un vector) mediante el uso de números complejos.

Un número complejo está formado por un par de números reales (positivos o negativos), el primero se llama parte real y el segundo parte imaginaria. Los números complejos permiten definir cualquier vector respecto a su origen de coordenadas. La parte real será la magnitud según el eje X y la parte imaginaria será la del eje Y.



El número complejo Z se expresa $Z=a+bj$ donde a es su parte real y b la imaginaria (para distinguirla se le añade una "j" o una "i"), y define al vector OZ mediante las coordenadas del extremo del vector respecto al origen (a,b) . De ese número podemos obtener el módulo y el argumento del vector mediante las siguientes operaciones:
Módulo (o longitud) del vector OZ :

$$m = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

Argumento (o ángulo respecto al eje X):

$$\varphi = \arctg\left(\frac{b}{a}\right)$$

Esta forma de representar un número complejo recibe el nombre de forma binómica, existiendo otras formas como:

Forma trigonométrica:

$$Z = m(\cos \varphi + \text{sen}(\varphi \cdot j))$$

Forma exponencial:

$$Z = m \cdot e^{\varphi \cdot j}$$

Forma polar:

$$Z = m\varphi$$

Cada una de estas formas tiene métodos de operar distintos y resulta más cómoda de utilizar según para qué operación matemática. Normalmente usaremos la forma binómica y la polar, pudiendo pasar de una a otra sustituyendo en las ecuaciones vistas para el argumento y el módulo.



Operaciones con números complejos

Suma y resta

Para realizar estas operaciones pasamos los números complejos a la forma binómica si no lo están. El resultado es otro número complejo cuya parte real es la suma algebraica de las partes reales y la imaginaria la de las partes imaginarias.

$$[(a+bj)+-(c+dj)=(a+-c)+(b+-d)j]$$

Producto

Se pasan los números a su forma polar y el número resultante es otro cuyo módulo es el producto de los módulos y su argumento la suma de los argumentos.

$$(m \mid \varphi_1) \cdot (n \mid \varphi_2) = (m \cdot n) \mid (\varphi_1 + \varphi_2)$$

Producto de un complejo por una constante

Se pasan el número complejo a su forma polar y el número resultante es el producto del módulo por la constante y su argumento es el mismo.

$$r \cdot (m \mid \varphi) = (r \cdot m) \mid \varphi$$

Cociente

Se pasan los números a su forma polar y el número resultante es otro cuyo módulo es el cociente de los módulos y su argumento la resta de los argumentos.

$$(m \mid \varphi_1) / (n \mid \varphi_2) = (m / n) \mid (\varphi_1 - \varphi_2)$$



Ejercicios

1.- Convierta los siguientes números complejos a su forma trigonométrica, exponencial y polar.

- | | |
|-------------------|----------------|
| a) $2 + 5j$ | b) $32 - 60j$ |
| c) $45 \angle 90$ | d) $30e^{45j}$ |

2.- Realiza las siguientes operaciones de números complejos.

- $(3 + 5j) + (5 - 43j)$
- $10 \cdot (3 + 6j)$
- $(6 + 3j) / (3 - 1j)$
- $\{(12 + 10j) + (2 - 7j)\} \cdot \{(1 + 6j) - (4 + 4j)\}$

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia analítica.**

- ❖ Determinar los procedimientos antes de realizar el cálculo de ondas senoidales utilizando números complejos.

- **Competencia de información.**

- ❖ Buscar información en bibliografía y páginas Web de Internet relativa al concepto de fasor.

- **Competencia para la vida.**

- ❖ Fomentar el respeto y la comunicación entre los compañeros del grupo y las personas con las que se relacione en sus actividades escolares y de la vida diaria.



3.2.3. Impedancia, inductancia y capacitancia

Componentes en C.A. Resistencia, Condensador y Bobina

En corriente alterna existen componentes cuya oposición al paso de corriente es proporcional a la frecuencia de la corriente, de forma que al variar esta presentan un valor de resistencia distinto.

A esa resistencia, que es variable con la frecuencia, se le llama impedancia Z y suele estar constituida por dos términos: la resistencia, que no varía con la frecuencia y la reactancia X que es el término que indica la resistencia que presenta un determinado componente para una frecuencia. Se cuantifica mediante un número complejo:

$$Z = R + jX$$

En el que:

Z : es la impedancia del elemento

R : es la resistencia del elemento

X : es la reactancia del elemento

La reactancia del elemento recibe el nombre de inductancia X_L cuando es producida por una bobina y capacitancia X_C cuando produce un condensador. Ambas reactancias dependen de un valor característico del elemento (el coeficiente de autoinducción L en las bobinas y la capacidad C en los condensadores) y de la frecuencia, valiendo:

$$X_L = \omega \cdot L$$

$$X_C = \frac{a}{\omega \cdot C}$$

A continuación veremos la diferencia entre ambas.

Circuito con resistencia pura

En este caso tomemos como ejemplo un circuito de corriente alterna, el valor y el sentido de la intensidad de corriente con respecto al voltaje de la línea V ante una resistencia ohmica R , por la cual sobre dicha resistencia R pasa una corriente alterna con valor instantáneo i , donde esa intensidad provocará en cada instante sobre la resistencia una diferencia de potencial V_R .

Que por la 2da ley de Kirchhoff, para la suma algebraica del voltaje de línea V y la diferencia de potencial V_R será valido que:

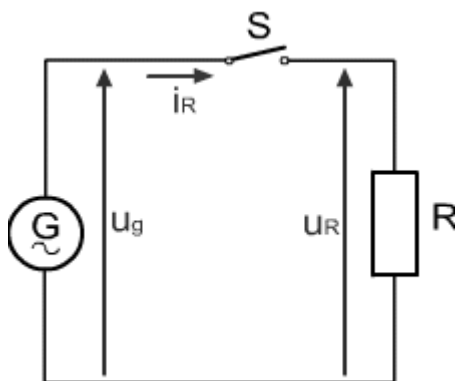
$$V - V_R = 0 \text{ donde } V = V_R$$

Puesto que los valores instantáneos son iguales, y según la ley de Ohm la intensidad de corriente i en la resistencia R es:

$$i = \frac{V_R}{R}$$

El voltaje V y la intensidad de corriente i tendrán para un mismo instante t el mismo ángulo de fase ωt y pasarán simultáneamente por el origen 0 del sistema de coordenadas, es decir, están en fase

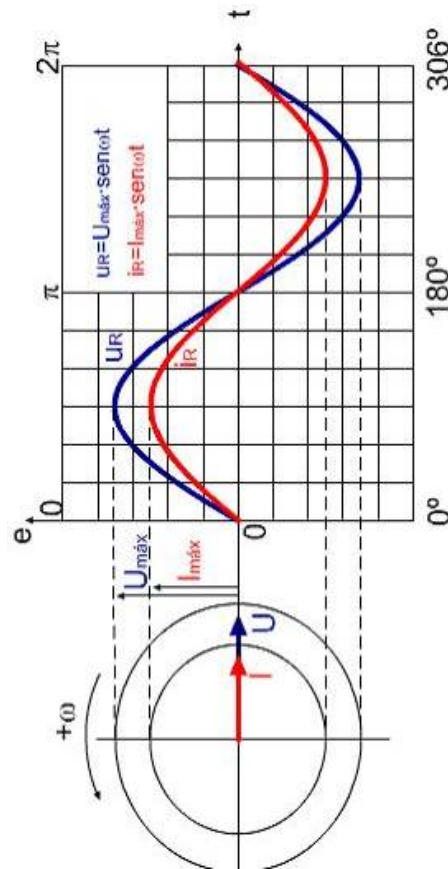
Por lo que la resistencia en tales circuitos de CA en los que la intensidad de corriente y voltaje están en fase se denomina también *resistencia pura* o *resistencia ohmica virtual*. Un ejemplo de circuitos que contienen este tipo de resistencia pura son los radiadores o una plancha eléctrica.



$$Z = R$$

Otra cosa que hay que tomar en cuenta sobre este tipo de resistencia es que como su comportamiento es independiente de la frecuencia, una resistencia se comporta igual en continua que en alterna. Para determinar la intensidad que fluye por la misma basta con aplicar la ley de Ohm que en alterna será con los valores eficaces de voltaje e intensidad de corriente i .

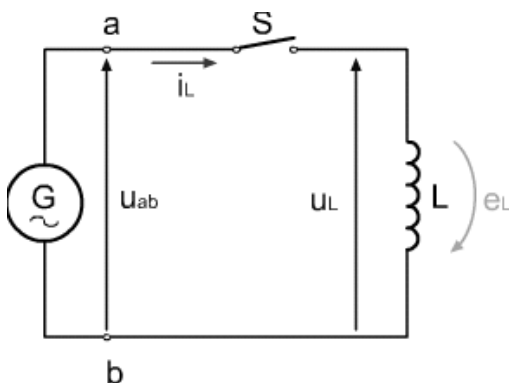
Se deduce que la onda de corriente alterna que atraviesa una resistencia pura es igual y en fase con la de tensión pero dividida por el valor de la resistencia, como se muestra en la figura.



Circuito con bobina pura

La mayor parte de los receptores están formados por bobinas, especialmente en aquellos en los que sea necesaria la producción de un campo magnético, como es el caso de motores, transformadores, tubos fluorescentes, electroimanes, etc. Aunque en la mayoría de los casos estos receptores presentan una impedancia formada por una parte resistiva y otra inductiva (XL), veremos el caso más sencillo, es decir el formado por una inductancia pura de resistencia cero.

Sea una bobina ideal en serie con una fuente de tensión, su impedancia es puramente inductiva, con resistencia nula.



$$Z = j \cdot \omega \cdot L$$

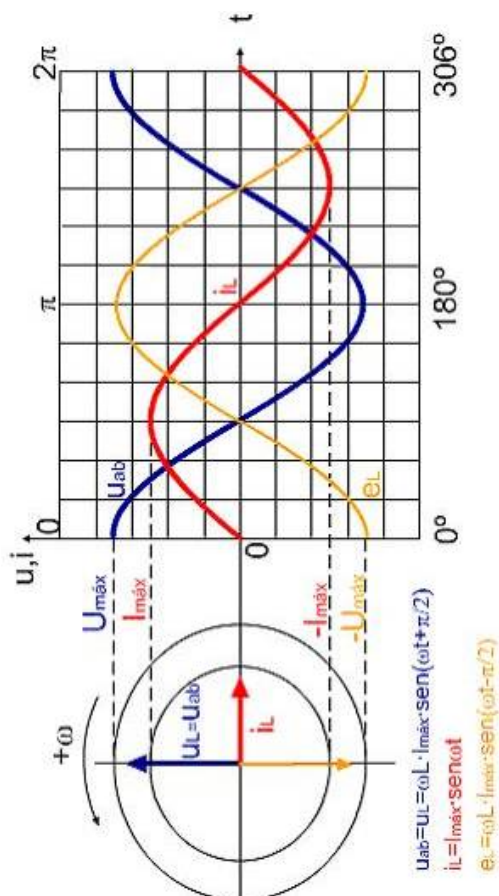
En continua la bobina se comporta como un conductor de muy baja resistencia (recordemos que al no existir variación de flujo por tratarse de una tensión continua no se produce fuerza contraelectromotriz que se oponga a la intensidad), desprendiendo gran cantidad de calor que puede llegar a fundir la bobina.

En alterna sí aparece una fuerza contraelectromotriz debida al campo variable provocado por la corriente alterna que atraviesa a la bobina. Para determinar la intensidad que circula aplicamos la ley de Ohm con valores eficaces.

$$I = \left(\frac{V}{XL} \right) \angle -90$$

Tomando la tensión como eje de referencia (0°), la inductancia XL es imaginaria, o sea está a 90° de la tensión. Haciendo la división de los números complejos polares se obtiene que:

La corriente que atraviesa una bobina está retrasada 90° respecto a la tensión, es decir que cuando la tensión alcanza su pico, la corriente vale 0.

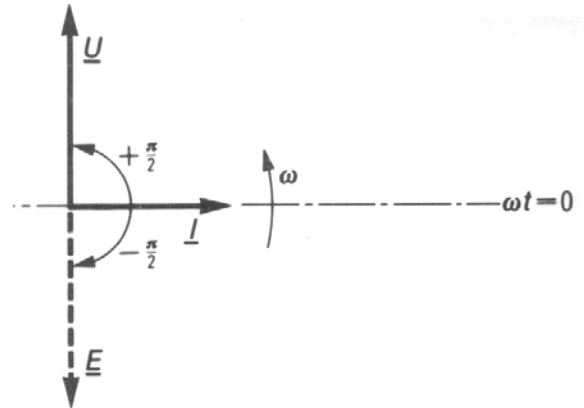
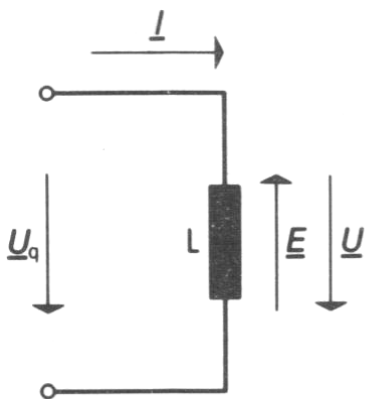


Veamos ahora un circuito inductivo donde los modos de actuar de la tensión y de la intensidad en un circuito de CA inductivo, es decir, en un circuito que lleva una reactancia inductiva como la bobina L , donde quedan bien patentes en la representación vectorial. Estamos de nuevo en el supuesto de que la I de CA tiene su paso a positiva cuando $t = 0$. El vector I que representa la intensidad de corriente está sobre el eje $\omega t = 0$.

El vector $\underline{E}$ que representa la FEM inducida por la bobina tiene su paso por 0 a positivo con un retraso de 90° con respecto a la intensidad. En el diagrama vectorial, por tanto, el vector $\underline{E}$ representa un desfase de $-\pi/2$ con respecto al vector intensidad.

La tensión de línea, que es la aplicada a los extremos de la bobina, está orientada en sentido opuesto a la FEM. En el diagrama, el vector $\underline{U}$ que representa la tensión esta desplazado en 180° con respecto al vector $\underline{E}$ que representa la FEM y presenta, por tanto, un adelanto de $+\pi/2$ con respecto al vector $\underline{I}$ que representa la intensidad.

El vector intensidad y el vector tensión van girando a la velocidad angular ω , manteniendo un ángulo constante de separación entre sí de $\pi/2$.



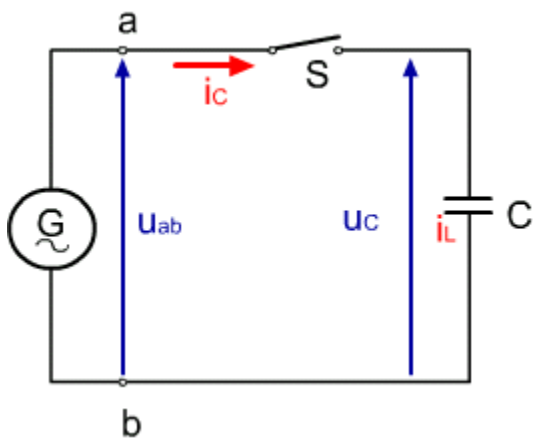
Circuito con condensador puro

Recordemos primero que un condensador en su versión mas simple, esta formado por dos placas contrapuestas que son capaces de retener una carga eléctrica, que aunque no tan habituales como las resistencias y las bobinas, los condensadores se emplean ampliamente como compensadores de energía reactiva para disminuir las pérdidas, como filtros de frecuencia y como almacenadores de energía eléctrica como se mencionó. Además sus efectos se presentan en las líneas e instalaciones eléctricas en las que existen conductores de gran longitud aislados entre sí. Cómo en los receptores inductivos, lo normal es que su impedancia tenga parte resistiva y parte capacitiva, sin embargo por simplificar vamos a considerar un receptor únicamente capacitivo.

Si alimentamos un condensador mediante tensión continua, este éste ira recibiendo la fuente de alimentación determinada carga eléctrica, la cual crea a su vez un campo eléctrico y, por lo tanto, una tensión continua entre ambas placas.

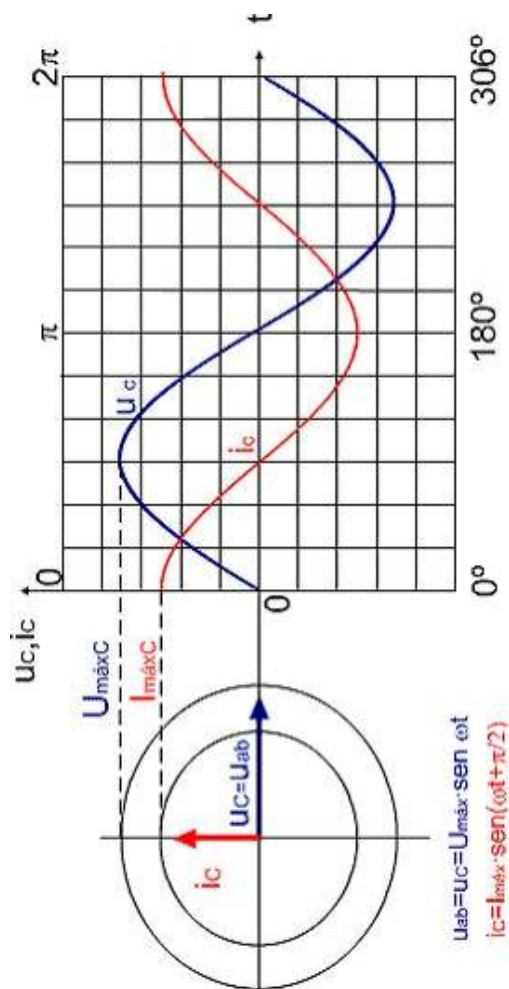
El transporte de carga, la intensidad de carga, serán nulos cuando el condensador se haya cargado a la tensión de línea. Si invertimos la polaridad de la fuente de alimentación, se invierte también el sentido de la corriente y la carga será conducida hacia fuera de nuevo. El condensador se irá descargando hasta llegar a una tensión = 0, y en caso de mantener la misma dirección de la corriente, empezará a cargarse otra vez hasta alcanzar la tensión de polaridad invertida. Si al condensador le aplicamos una tensión alterna, la carga irá entrando y saliendo periódicamente. Transporte de carga con sentido variable se traduce en los conductores en una corriente de sentido variable, es decir, en una corriente alterna. Por eso podemos considerar que el condensador es una *reactancia* o *resistencia de corriente alterna*.

Sea un condensador ideal en serie con una fuente de tensión, su impedancia es puramente capacitiva, con resistencia nula



$$Z = -j \frac{1}{\omega \cdot C}$$

En continua el condensador cargado se comporta como una resistencia infinita, no permitiendo el paso de corriente entre sus terminales.



En alterna sí circula corriente; cuando la tensión crece desde cero la corriente que al principio es máxima va disminuyendo hasta que se hace cero al alcanzar la tensión su máximo valor.

Para determinar la intensidad que circula aplicamos la ley de Ohm con valores eficaces.

$$I = \left(\frac{V}{XC} \right) \angle 90^\circ$$

Tomando la tensión como eje de referencia (0°), la capacitancia X_C es imaginaria negativa, o sea está a -90° de la tensión. Haciendo la división de los números complejos polares se obtiene que:

La corriente que atraviesa un condensador está adelantada 90° respecto a la tensión, es decir que cuando la tensión vale 0, la corriente alcanza su pico.

Potencia en sistemas alternos. El factor de potencia

En corriente alterna la potencia entregada depende de la naturaleza de la carga conectada al circuito y más concretamente del desfase que provoque la carga entre la tensión y la corriente que circula por el circuito.

Si la carga es resistiva pura, la tensión y la corriente están en fase, en este caso la potencia es siempre de signo positivo (ya que tensión y corriente tienen el mismo signo en cada instante) y su valor es el producto de los valores eficaces de la tensión por la corriente.

Si la tensión y la corriente no están en fase (debido a que la carga no es resistiva pura), habrá momentos en los que tengan distinto signo, por ello la potencia será menor que en el caso anterior.

La potencia en este caso es igual al producto de la tensión por la corriente eficaces multiplicados por un factor reductor llamado factor de potencia o $\cos \phi$ (coseno del ángulo que forman la tensión y la corriente en un circuito). Éste, que siempre es menor o igual a la unidad, representa la relación entre la potencia entregada a la carga y la potencia consumida (y por tanto aprovechada) por la misma. Cuanto más pequeño sea el factor de potencia menor será la potencia aprovechada.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Esa potencia aprovechada es la potencia activa (P). Se mide en vatios [W].

La potencia aparente (S) es la que circula por los conductores y se mide en voltamperios [VA].

$$S = V \cdot I$$

La potencia reactiva (Q) es una potencia que no es consumida por la carga sino que está continuamente circulando entre la carga y el generador. Provoca pérdidas al hacer circular más corriente de la necesaria por los conductores y hace que deban sobredimensionarse. Se mide en voltioamperios reactivos [Var].

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

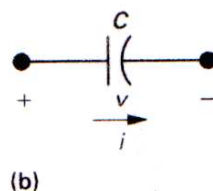
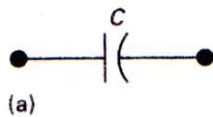
PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia científico teórica.**
- ❖ Determinar los valores de período y frecuencia de la impedancia, aplicando las matemáticas.
- **Competencia de información.**
- ❖ Consultar información en páginas Web de Internet referente a impedancia.



3.2.4. Impedancia, Reactancia capacitiva e inductiva.

Recordando los temas anteriores regresemos a la capacitores que se representan por medio de la letra C, esta se mide en farads(F) y se simboliza gráficamente por medio de dos placas cortas conductoras paralelas como las de la figura siguiente. Debido a que el farad es una cantidad de capacitancia extremadamente grande, los valores prácticos de capacitores suelen encontrarse en el intervalo de pico farads (pF) a microfarads (μF).



El símbolo grafico de un capacitor es un recordatorio de que la capacitancia ocurre siempre que los conductores eléctricos están separados por un material dieléctrico o aislante. Esta condición implica que la carga eléctrica no se transporta por el capacitor. Aunque la aplicación de un voltaje en las terminales del capacitor no puede mover una carga a través de un dieléctrico, puede desplazar una carga dentro del mismo. Cuando el voltaje varía con el tiempo, el voltaje de carga también lo hace, provocando lo que se conoce como la **corriente de desplazamiento**.

En las terminales, la corriente de desplazamiento es indistinguible de una corriente de conducción. La corriente es proporcional a la tasa a la cual el voltaje en el capacitor varía con el tiempo o matemáticamente:

$$i = C \frac{dv}{dt}$$

donde i se mide en amperes ,C en farads ,v en volts y t en segundos.

La ecuación refleja la convención de signos pasiva que se muestra en la figura, esto es la corriente de referencia, esta en la dirección de la caída de voltaje en el capacitor. Si la corriente de referencia esta en dirección del aumento de voltaje, la ecuación se escribe con un signo menos.

Ahora si recordamos que la forma:

$$V = Z I$$

Constituye una formula para general para representa aquellos elementos pasivos en el dominio de la frecuencia como son la resistencia, inductores y capacitores donde Z representa la impedancia del elemento de circuito, resolviendo para Z en la ecuación puede verse que la impedancia es el cociente entre el fasor de voltaje y el fasor de corriente de un elemento de circuito. De modo que la impedancia de un resistor es R , la de inductor corresponde a un $j\omega L$, la de la inductancia mutua es igual a $j\omega M$ y la de un capacitor es igual a $1/j\omega C$. En todos los casos, la impedancia se mide en ohms. Cabe indicar que aunque la impedancia es un numero complejo, no es un fasor, reacuérdese que un fasor constituye un numero complejo que se representa como el coeficiente de $e^{j\omega t}$, así aunque todos los favores son números complejos, no todos los números complejos son fasores.

La impedancia en el dominio de la frecuencia es la cantidad análoga, a la resistencia, la capacitancia y la inductancia en el dominio del tiempo. La parte imaginaria de la impedancia se le conoce como **reactancia**. El valor de la impedancia y la reactancia para cada uno de los valores de los componentes se resume en la siguiente tabla.

Valores de impedancia		
ELEMENTO DE CIRCUITO	IMPEDANCIA	REACTANCIA
Resistor	R	-
Inductor	$j\omega L$	ωL
Capacitor	$1/j\omega C$	$-1/\omega C$

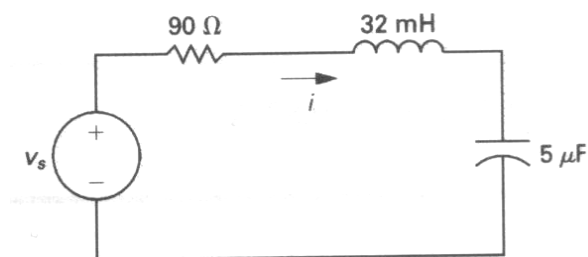
Por último si la dirección de referencia para la corriente en un elemento de circuito pasivo corresponde a la dirección del aumento

de voltaje a través del elemento, es necesario insertar un signo menos en la ecuación que relacione el voltaje con la corriente.



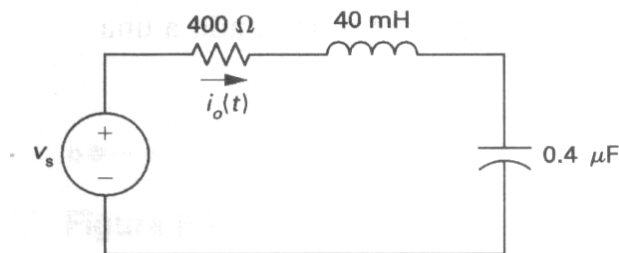
Aplicaciones y ejercicios

1.- Calcule la corriente i de estado permanente por métodos fasoriales del siguiente circuito.

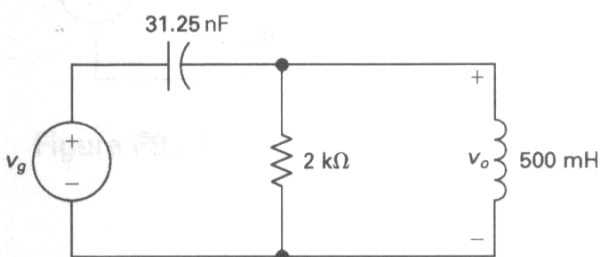


donde $V_s = 750 \cos(5000t + 30^\circ)$

2.- Determine la expresión de estado permanente para $i_o(t)$ en el circuito siguiente donde $V_s = 750\cos(5000t)$ mV.



3.- El circuito esta operando en el estado permanente senoidal, determine la expresión para $V_o(t)$ y $V_s = 64\cos(8000t)V$.



PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia científico teórica.**
 - ❖ Aplicar los principios de electrónica, enfocado al tema de capacitores.
- **Competencia de calidad.**
 - ❖ Respetar lo establecido en normas y estándares de calidad en el uso y aplicación de circuitos con reactancia inductiva.



3.2.5. Desarrollo de diagramas fasoriales para circuitos dinámicos.

Circuitos RC

Supongamos que cargamos al capacitor de la figura al poner el interruptor S en la posición a. ¿Qué corriente se crea en el circuito cerrado resultante? Apliquemos los principios de la conservación de la energía.

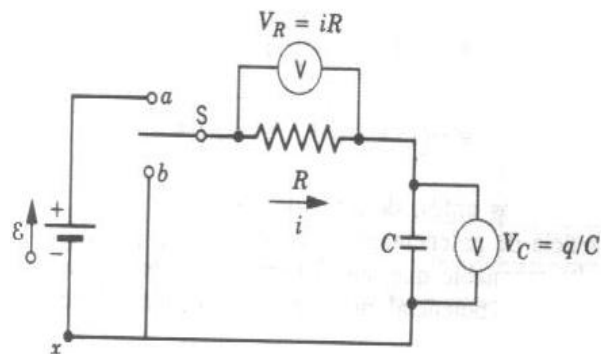


Figura 1

En el tiempo dt una carga $dq (= i dt)$ pasa a través de cualquier sección transversal del circuito. El trabajo $(= \int dq)$ efectuado por la fuente de fem debe ser igual a la energía interna $(= \int i^2 R dt)$ producida en el resistor durante el tiempo dt , mas el incrementado dU en la cantidad de energía $U (= q^2 / 2C)$ que esta almacenada en el capacitor. La conservación de la energía da

$$\xi dt = i^2 R dt + d\left(\frac{q^2}{2C}\right)$$

o sea

$$\xi dq = i^2 R dt + \frac{q}{C} dq$$

Al dividir entre dt se tiene

$$\xi \frac{dq}{dt} = i^2 R + \frac{q}{C} \frac{dq}{dt}$$

Puesto que q es la carga en la placa superior, la i positiva significa dq/dt positiva. Con $i = dq/dt$, esta ecuación se convierte en

	$\xi = iR + \frac{q}{C}$	(1)
--	--------------------------	-----

La ecuación anterior se deduce también del teorema del circuito cerrado, como debe ser, puesto que el teorema del circuito cerrado se obtuvo a partir del principio de conservación de la energía. Comenzando desde el punto xy rodeando al circuito en el sentido de las manecillas del reloj, experimentamos un aumento en potencial al pasar por la fuente fem y una disminución en potencial al pasar por la fuente fem y una disminución en potencial al pasar por el resistor y el capacitor, o sea

$$\xi - iR - \frac{q}{C} = 0$$

la cual es idéntica a la ecuación anterior.

Para resolver la ecuación anterior sustituimos primero i por dq/dt , lo cual da

	$\xi = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C}$	(2)
--	---------------------------------------	-----

Podemos describir la ecuación anterior así

	$\frac{dq}{q - \xi C} = - \frac{dt}{RC}$	(3)
--	--	-----

Si se integra este resultado para el caso en que $q = 0$ en $t = 0$, obtenemos (después de despejar q).

	$q = C\xi(1 - e^{-t/RC})$	(4)
--	---------------------------	-----

Podemos comprobar que esta función $q(t)$ es realmente una solución de la ecuación 2

sustituyéndola en dicha ecuación y viendo si se obtiene una identidad. Al derivar la ecuación 4 con respecto al tiempo da

	$i = \frac{dq}{dt} = \frac{\xi}{R} e^{-t/RC}$	(5)
--	---	-----

Sustituyendo q y dq/dt en la ecuación 2 se tiene una identidad. La ecuación 31 es, por lo tanto una solución de la ecuación 2.

En el laboratorio podemos determinar i y q convenientemente midiendo cantidades que sean proporcionales a ellas, por ejemplo, la diferencia de potencial $V_R (= iR)$ en el resistor y la diferencia del potencial $V_C (= q/C)$ en el capacitor. Tales mediciones pueden llevarse a cabo sin dificultad, como se ilustra en la figura en el capacitor. Tales mediciones pueden llevarse a cabo sin dificultad, como se mostró en la figura, conectando voltímetros (o las puntas de un osciloscopio) en el resistor y el capacitor. La siguiente

resultan Cuando potencial 0 (el ca $\rightarrow \infty$, complet para to requiere

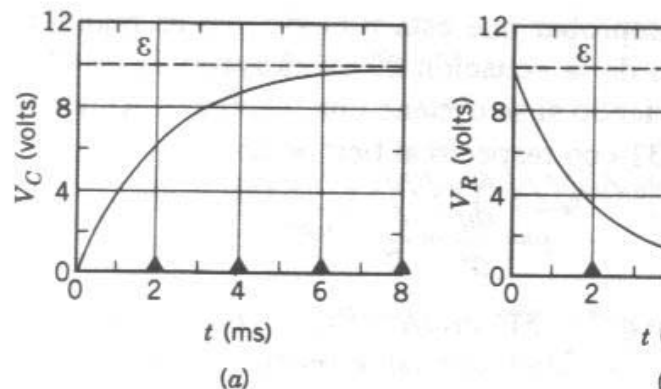


Figura 2

En las ecuaciones 4 y 5, la cantidad RC tienen las dimensiones de tiempo (por que el exponente debe ser adimensional) y se llama constante capacitiva de tiempo τ_c del circuito:

	$\tau_c = RC.$	(6)
--	----------------	-----

Es el tiempo en que ha aumentado la carga en el capacitor en un factor de $1 - e^{-1}$ ($\approx 63\%$) de su valor final C . Para demostrar eso, ponemos $t = \tau_c$ en la ecuación 4 para obtener

$$q = C(1 - e^{-1}) = 0.63C$$

La figura 2 a muestra que si en un circuito se incluye una resistencia junto con un capacitor que esta siendo cargado, el aumento de carga en el capacitor hacia su valor limite se retrasa durante un tiempo caracterizado por la constante de tiempo RC . Sin un resistor presente ($RC = 0$), la carga llegaría inmediatamente hasta su valor limite. Si bien hemos demostrado que este retraso de tiempo se deduce de la aplicación del teorema del circuito cerrado a los circuitos RC , es importante lograr una comprensión física de las causas del retraso.

Cuando en la figura 1, el interruptor S se cierra en a , la carga inicial en el capacitor es cero, de modo que la diferencia de potencial inicial en el capacitor es cero. En este momento, la ecuación 1 muestra que $\mathcal{E} = iR$, y así $i = \mathcal{E}/R$ en $t = 0$. A causa de esta corriente, la carga fluye hacia el capacitor y la diferencia de potencial en el capacitor aumento con el tiempo. La ecuación 1 muestra ahora que, a causa de que la fem $\mathcal{E}$ es una constante, cualquier aumento en la diferencia de potencial en el capacitor debe balancearse por una disminución similar en la correspondiente en la diferencia de potencial en el resistor, con una disminución similar en la corriente. Esta disminución en la corriente significa que la carga en el capacitor aumenta mas lentamente. Este proceso continua hasta que la corriente disminuye hasta cero, en cuyo momento no existe una caída de potencial en el resistor. Toda la diferencia de potencial de la fem aparece ahora en el

capacitor, el cual se carga totalmente ($q = C\mathcal{E}$). A no ser que se hagan cambios en el circuito, no existe un flujo de carga posterior.

Ejemplo

Un resistor R ($= 6.2 \text{ M}\Omega$) y un capacitor C ($= 2.4 \text{ }\mu\text{F}$) están conectados en serie, y a través de esta combinación se conecta una batería de 12 V de resistencia interna insignificante (a) ¿Cuál es la constante capacitiva de tiempo de este circuito? (b) ¿En que tiempo, después de haber conectado la batería, la diferencia de potencial en el capacitor es igual a 5.6 V ?

Solución

(a) de la ecuación 6

$$\tau_c = RC = (6.2 \times 10^6 \Omega)(2.4 \times 10^{-6} \text{ F}) = 15 \text{ s}$$

(b) De la diferencia de potencial en el capacitor es de $V_c = q/C$, lo cual, de acuerdo con la ecuación 4, puede escribirse

$$V_c = \frac{q}{C} = \mathcal{E}(1 - e^{-t/RC})$$

Al despejar t , obtenemos (usando $\tau_c = RC$)

$$\begin{aligned} t &= -\tau_c \ln\left(1 - \frac{V_c}{\mathcal{E}}\right) \\ &= -(15\text{s}) \ln\left(1 - \frac{5.6\text{V}}{12\text{V}}\right) = 9.4\text{s} \end{aligned}$$

Como vemos antes, después de un tiempo τ_c ($= 15 \text{ s}$), la diferencia de potencial en

el capacitor es de $0.63 \text{ V} = 7.6 \text{ V}$. Resulta razonable que, en el tiempo mas breve de 9.4 s , la diferencia de potencial en el capacitor alcance el menor valor de 5.6 V

Circuitos LR

En un circuito RC podemos ver que si introducimos súbitamente una fem $\mathcal{E}$, quizás usando una batería, en un circuito de una sola malla que contenga un resistor R y un capacitor C , la carga no aumenta inmediatamente a su valor de equilibrio $C\mathcal{E}$ final, sino que tiende a él exponencialmente como se describió con la siguiente ecuación:

$q = C\mathcal{E}(1 - e^{-t/RC})$	(7)
-----------------------------------	-----

La velocidad a la que crece la carga esta determinada por la constante capacitiva de tiempo τ_c , definida por

$\tau_c = RC$	(8)
---------------	-----

Si en este mismo circuito se retira súbitamente la fem $\mathcal{E}$ de la batería cuando el capacitor ha almacenado una carga q_0 , la carga no cae a cero inmediatamente si no que tiende a él exponencialmente, como se describe por medio de la ecuación

$q = q_0 e^{-t/\tau_c}$	(9)
-------------------------	-----

La misma constante de tiempo τ_c describe la subida y la caída de la carga en el capacitor.

Una elevación (o caída) similar de la corriente ocurre si introducimos súbitamente

una fem $\mathcal{E}$ en (o la retiramos de) un circuito de una sola malla que contenga un resistor R y un inductor L . Cuando el interruptor S en la figura 3 se cierra sobre a , la corriente del resistor comienza a elevarse. Si el inductor no estuviese presente, la corriente se elevaría rápidamente hasta un valor estacionario $\mathcal{E}/R$. Sin embargo a causa del inductor aparece una fem inducida $\mathcal{E}_L$ en el circuito y según la ley de Lenz, esta fem se opone a la elevación de la corriente, lo que significa que se opone a la fem $\mathcal{E}$ de la batería en la polaridad. Así, la corriente del resistor depende de la suma de dos fem, una $\mathcal{E}$ constante debido a la batería y una $\mathcal{E}_L$ variable de signo opuesto debida a la inductancia. En tanto este presente esta segunda fem, la corriente en el resistor es menor que $\mathcal{E}/R$

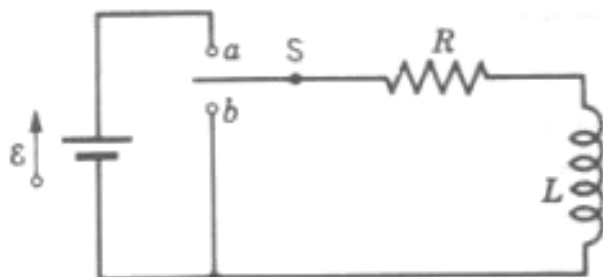


Figura 3

En el transcurso del tiempo, la corriente aumenta menos rápidamente, y la fem inducida $\mathcal{E}_L$, que es proporcional a di/dt , se vuelve menor. La corriente en el circuito tiende al valor $\mathcal{E}/R$ exponencialmente, como se proba en seguida.

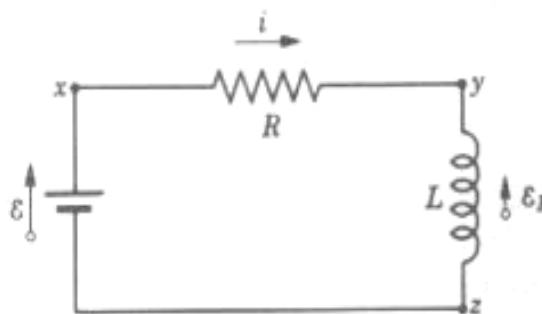


Figura 4

Analizando ahora este circuito cuantitativamente. Cuando el interruptor S de la figura 3 se conecta en a, el circuito se reduce al de la figura 4. Apliquemos el teorema del circuito cerrado comenzando en x en la figura 4 y circulando en el sentido de las manecillas del reloj alrededor de la malla. Para la dirección de la corriente que se muestra, x tiene un potencial mas elevado que y lo que significa que encontraremos un cambio en el potencial de $V_y - V_x = -iR$ al recorrer el resistor. El punto y tiene un potencial mas elevado que el punto z porque para una corriente creciente, la fem inducida se opone a la elevación de la corriente apuntando como se muestra. Así, al recorrer el inductor de y a z, encontramos un cambio en el potencial de $V_z - V_y = -L(di/dt)$. Finalmente encontramos una elevación de $+\xi$ en el potencial al atravesar a la batería de z a x. El teorema del circuito cerrado da

$$-iR - L \frac{di}{dt} + \xi = 0$$

o sea

	$L \frac{di}{dt} + iR = \xi$	(10)
--	------------------------------	------

Para resolver la ecuación 10 debemos hallar la función $i(t)$ de modo que cuando esta y su primera derivada se sustituyan en las ecuaciones en la ecuación 10 se satisfaga esa ecuación.

Si bien existen reglas formales para resolver ecuaciones como la ecuación 10, también es posible resolverla por integración directa. En este caso es aun mas sencillo tratar de intuir la solución guiado por el razonamiento físico y la experiencia previa. Podemos poner a prueba la solución propuesta al sustituirla en la

ecuación 10 y ver si la ecuación resultante se reduce a una identidad.

En este caso proponemos una solución parecida a la acumulación de cargas en un capacitor dentro de un circuito RC. Con bases físicas requerimos también que la solución $i(t)$ tenga dos propiedades matemáticas. (1) La corriente inicial debe ser cero; esto es, $i(0) = 0$. La corriente se acumula desde el valor de cero justo después de que se cierra el interruptor. (2) La corriente debe tener el valor ξ/R conforme t se va haciendo más grande. Este segundo requisito se sigue de la expectativa de que al cambio de corriente disminuya en forma gradual, y al desaparecer di/dt desaparece la influencia del inductor sobre el circuito. Por lo tanto, probaremos como una solución de la función

	$i(t) = \frac{\xi}{R} (1 - e^{-t/\tau_L})$	(1)
--	--	-----

Nótese que esta forma matemática tiene dos propiedades $i(0) = 0$ e $i \rightarrow \xi/R$ conforme $t \rightarrow \infty$. La constante de tiempo τ_L debe determinarse al sustituir $i(t)$ y su derivada di/dt en la ecuación 10. Al derivar la ecuación 11, obtenemos

	$\frac{di}{dt} = \frac{\xi}{R} \frac{1}{\tau_L} e^{-t/\tau_L}$	(2)
--	--	-----

Llevando a cabo las situaciones y el álgebra necesaria, hallamos que la ecuación 10 se satisface si

	$\tau_L = \frac{L}{R}$	(13)
--	------------------------	------

τ_L se llama constante inductiva de tiempo. En analogía con la constante capacitaba de tiempo $\tau_c = RC$, indica lo rápidamente que la corriente tiende al valor estacionario en un circuito LR.

Para demostrar que la cantidad $\tau_L = L/R$ tiene la dimensión de tiempos, tenemos

$$[\tau_L] = \frac{[L]}{[R]} = \frac{\text{Henry}}{\text{ohm}} = \frac{\text{volt} \cdot \text{segundo} / \text{ampere}}{\text{ohm}}$$

$$= \left(\frac{\text{volt}}{\text{ampere} \cdot \text{ohm}} \right) \text{segundo} = \text{segundo}$$

Donde la cantidad entre paréntesis es igual a 1 porque $1\text{ohm} = 1\text{ volt/ampere}$ (como en $R=V/i$).

La significación física τ_L se deduce de la ecuación 11. si ponemos $t = \tau_L$ en esta ecuacion, se reduce a

$$i = \frac{\xi}{R} (1 - e^{-1}) = (1 - 0.37) \frac{\xi}{R} = 0.63 \frac{\xi}{R}$$

la constante del tiempo τ_L es aquel tiempo en que la corriente en el circuito es menor que su valor estacionario final ξ/R por un factor de $1/e$ (alrededor del 37%).

La solución completa para la corriente en un circuito LR puede escribirse como

	$i(t) = \frac{\xi}{R} (1 - e^{-tR/L})$	(14)
--	--	------

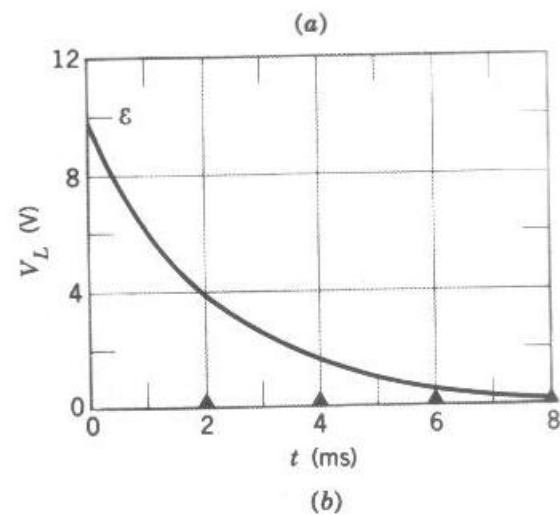
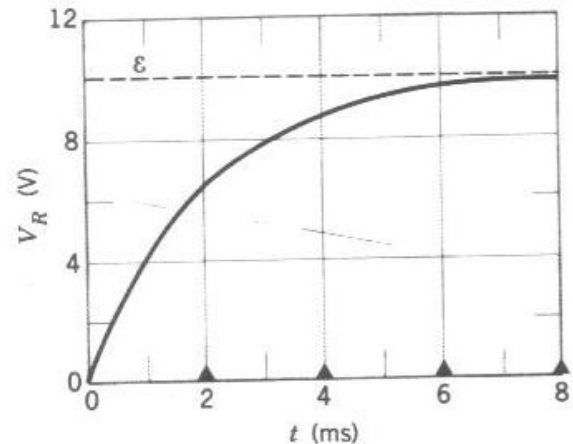


Figura 5

la figura 5 muestra la caída de potencial $V_R [=|V_y - V_x| = i(t)R]$ en el resistor R y la caída potencial $V_L [=|V_z - V_y| = L(di/dt)]$ en el inductor ideal.

Si el interruptor S en la figura 3 se conecta a b cuando la corriente en el circuito tiene algún valor i_0 , el efecto es el de retirar a la batería del circuito. La ecuación que regula el decaimiento subsiguiente de la corriente en el circuito puede hallarse al hacer $\xi = 0$ en la ecuación 20, lo cual da

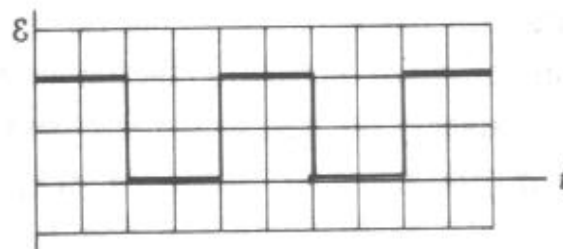
	$L \frac{di}{dt} + iR = 0$	(15)
--	----------------------------	------

Por sustitución directa o por integración, puede demostrarse que la solución esta ecuación es

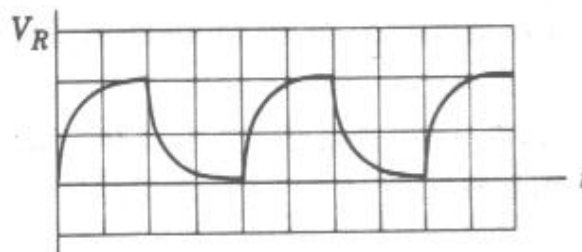
	$i(t) = i_0 e^{-t/\tau_L}$	(16)
--	----------------------------	------

Donde i_0 es la corriente cuando $t = 0$ (que significa el tiempo en el que se conecta el interruptor en b). El decaimiento de la corriente ocurre con la misma constante de tiempo exponencial $\tau_L = L/R$ como lo hace la elevación de la corriente. Nótesela semejanza con la ecuación 9 para el decaimiento de carga en un capacitor.

El movimiento del interruptor de la figura 3 alternativamente entre a y b puede llevarse a cabo electrónicamente retirando la batería de la figura 4 y reemplazándola con un generador que produzca una onda cuadrada, de la forma mostrada en la figura 6a. Esta forma de onda oscila en forma alternada entre los valores de ξ y 0 en un intervalo de tiempo fijo, el cual elegimos que sea mucho mayor que τ_L .



(a)



(b)

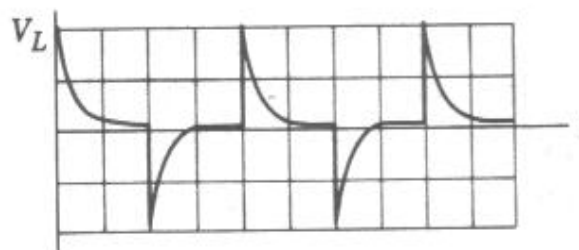


Figura 6

Si conectamos las terminales del osciloscopio entre los extremos del inductor (puntos y y z) la forma de onda que se exhibe es la derivada de la corriente, la cual tiene la misma forma que V_L , como se muestra en la figura 6c. De acuerdo con la ecuación 12, esta forma es

	$V_L = L \frac{di}{dt} = \xi e^{-t/\tau_L}$	(17)
--	---	------

cuando la fem aplicada tiene el valor ξ . Cuando la fem aplicada es cero, al derivar la ecuación 16 se demuestra que

$$V_L = L \frac{di}{dt} = -\xi e^{-t/\tau_L}$$

puesto que $\square = i_0 R$ en este caso. Vemos que este resultado es precisamente el negativo de la ecuación 17. Esto concuerda con la serie alternante de exponenciales positivas y negativas mostrada en la figura 6 c.

Nótese que la suma de las curvas de la figura 6b y 6c da la figura

6a. Esto es $V_R + V_L = \square$, lo cual debe ser cierto de acuerdo con el teorema del circuito cerrado.

Ejemplo

Un solenoide tiene una inductancia de 53 mH y una resistencia de 0.37 Ω . Si esta conectado a una batería, ¿Cuánto tiempo le tomara a la corriente alcanzar la mitad de su valor final de equilibrio?

Solución

El valor de equilibrio de la corriente, el cual se alcanza cuando $t \rightarrow \infty$, es ξ/R según la ecuación 14. si la corriente tiene la mitad de este valor en un tiempo t_0 en particular, esta ecuación es

$$\frac{1}{2} \frac{\xi}{R} = \frac{\xi}{R} (1 - e^{-t_0/\tau_L})$$

o sea

$$e^{-t_0/\tau_L} = \frac{1}{2}$$

resolviendo para t_0 al reordenar y considerar el logaritmo (natural) de cada lado, hallamos

$$t_0 = \tau_L \ln 2 = \frac{L}{R} \ln 2 = \frac{53 \times 10^{-3} H}{0.37 \Omega} \ln 2 = 0.10$$

Circuito RLC de una sola malla

Una vez concluido el análisis de los elementos R, L y C por separado, ahora en el análisis del circuito de la figura 7, en el cual están presentes los tres elementos. La fem esta dada por la ecuación

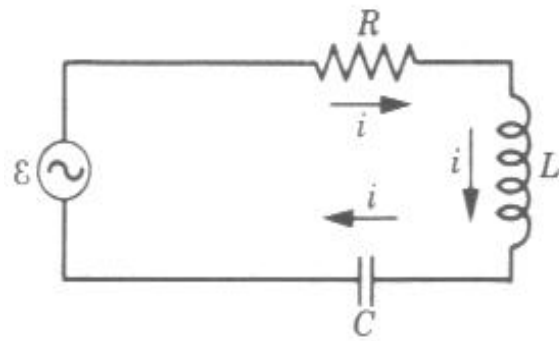


Figura 7

$\xi = \xi_m \sin(\omega t - \phi)$	(18)
-------------------------------------	------

y la corriente en el circuito tiene la forma de la ecuación

$i = i_m \sin(\omega t - \phi)$	(19)
---------------------------------	------

El objetivo es determinar i_m y ϕ .

Comenzando a aplicar el teorema del circuito cerrado al circuito de la figura 7, obteniendo $\square - V_R - V_L - V_C = 0$, o sea

$\xi = V_R + V_L + V_C$	(20)
-------------------------	------

La ecuación 20 puede resolverse para la amplitud de la corriente i_m y la fase ϕ usando una variedad de técnicas: análisis trigonométrico, análisis gráfico usando fasores y análisis diferencial.

Análisis trigonométrico

Ya hemos obtenido las relaciones entre la diferencia de potencial entre cada elemento y la corriente por cada elemento. Por lo tanto, sustituimos las ecuaciones

$$V_R = iR = i_m R \sin(\omega t - \phi)$$

$$V_L = i_m X_L \sin(\omega t - \phi + \pi/2)$$

$$V_C = i_m X_C \sin(\omega t - \phi - \pi/2)$$

en la ecuación 20 de lo cual obtenemos

$\begin{aligned} \xi_m \sin \omega t &= i_m R \sin(\omega t - \phi) \\ &+ i_m X_L \sin(\omega t - \phi + \pi/2) \\ &+ i_m X_C \sin(\omega t - \phi - \pi/2) \end{aligned}$	21)
--	-----

donde hemos sustituido la ecuación 18 para la fem. Si utilizamos identidades trigonométricas, la ecuación 21 puede escribirse

$\begin{aligned} \xi_m \sin \omega t &= i_m R \sin(\omega t - \phi) + i_m X_L \cos(\omega t - \phi) \\ &- i_m X_C \cos(\omega t - \phi) \\ &= i_m [R \sin(\omega t - \phi) \\ &\quad + (X_L - X_C) \cos(\omega t - \phi)] \end{aligned}$	(22)
--	------

Llevando a cabo algunos pasos trigonométricos mas la ecuación puede reducirse a

$\xi_m \sin \omega t = i_m \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	23)
--	-----

toda vez que se ha elegido

$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R}$	24)
---	-----

La amplitud de la corriente se determina directamente de la ecuación 23

$i_m = \frac{\xi_m}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{\xi_m}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}}$	25)
---	-----

Esto completa el análisis del circuito RLC en serie, por que hemos alcanzado nuestro objetivo de expresar la amplitud de la corriente i_m y la fase ϕ en términos de los parámetros del circuito (ξ_m , ϕ , R, L, C). Nótese que la fase ϕ no depende de la amplitud ξ_m cambia i_m pero no ϕ : la escala del resultado cambia pero no su naturaleza.

La cantidad en el denominador de la ecuación 25 se llama impedancia Z del circuito RLC en serie:

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	(	26)
----------------------------------	---	-----

y por lo tanto, la ecuación 25 puede escribirse

	$i_m = \frac{\xi_m}{Z}$	(27)
--	-------------------------	------

Lo que nos recuerda la relación $i = \mathcal{E}/R$ para redes resistivas de una sola malla con fem estacionaria. La unidad en el SI de la impedancia es, evidente, el ohm.

La corriente i_m tiene su valor máximo cuando la impedancia Z tiene su valor mínimo R , lo cual ocurre cuando $X_L = X_C$, o sea

$$\omega L = 1/\omega C$$

de modo que

	$\omega = 1/\sqrt{LC}$	(28)
--	------------------------	------

bien la
valido p
esta inc
un caso

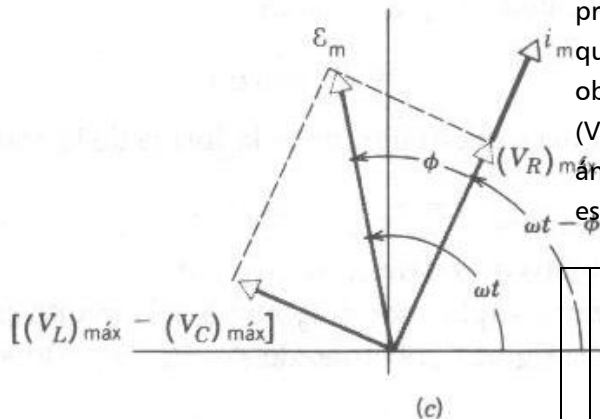


Figura 8

Es instructivo usar un diagrama de fasores para analizar el circuito RLC en serie. La figura 8a muestra un favor que representa a la corriente. Tiene la longitud $i_m \sin(\omega t - \phi)$, que es la corriente i variable con el tiempo. En la figura 8b se han dibujado fasores que representan a las diferencias de potencial individuales entre los extremos de R , L y C .

Nótese sus valores máximos y las proyecciones variables con el tiempo sobre el eje vertical. V_R esta en fase con la corriente, V_L se adelanta a la corriente en 90° , y V_C se atrasa de la corriente en 90° .

De acuerdo con la ecuación 20, la suma algebraica de las proyecciones (instantáneas) de V_R , V_L y V_C sobre el eje en que la suma vectorial de las amplitudes de los fasores $(V_R)_{\max}$, $(V_L)_{\max}$ y $(V_C)_{\max}$ da un fasor cuya amplitud es la $\mathcal{E}_m$. La proyección de $\mathcal{E}_m$ sobre el eje vertical es la $\mathcal{E}$ variable con el tiempo; esto es, es $V_R + V_L + V_C$ como lo asevera la ecuación 20. En las operaciones con vectores, la suma (algebraica) de las proyecciones de cualquier numero de vectores en una línea recta dad es igual a los proyección sobre esa línea de la suma (vectorial) de esos vectores.

En la figura 8c, hemos obtenido primero la suma vectorial de $(V_L)_{\max}$ y $(V_C)_{\max}$, que es el fasor $(V_L)_{\max} - (V_C)_{\max}$. En seguida obtenemos la suma vectorial de este fasor $(V_R)_{\max}$. Puesto que estos dos fasores están en ángulo recto, la amplitud de sus suma, la cual es la amplitud del fasor $\mathcal{E}_m$, es

$\begin{aligned} \xi_m &= \sqrt{[(V_R)_{\max}]^2 + [(V_L)_{\max} - (V_C)_{\max}]^2} \\ &= \sqrt{(i_m R)^2 + (i_m X_L - i_m X_C)^2} \\ &= i_m \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \end{aligned}$	(29)
--	------

Usando la ecuación 15 para reemplazar a las amplitudes de los fasores. La ecuación 29 es idéntica a la ecuación 25 que obtuvimos del análisis trigonométrico.

Como se muestra en la figura 8 c, ϕ es el ángulo entre los fasores i_m y v_m , y de la figura vemos que

	$\tan \phi = \frac{(V_L)_{\max} - (V_C)_{\max}}{(V_R)_{\max}} \quad (30)$ $= \frac{i_m(X_L - X_C)}{i_m R}$ $= \frac{X_L - X_C}{R}$	
--	--	--

la cual es idéntica a la ecuación 24

La figura 8b se dibujo arbitrariamente con $X_L > X_C$; esto es, supusimos que el circuito de la figura 7 es mas inductivo que capacitivo. En esta hipótesis, i_m se atrasa de v_m (si bien no tanto como un cuarto de ciclo como lo hizo en el elemento puramente inductivo). El angulo de fase ϕ en la ecuación 29 es positivo pero menor de $+90^\circ$.

Si, por otra parte, tenemos que $X_C > X_L$, el circuito seria mas capacitivo que inductivo e i_m se adelantaría a v_m (si bien no tanto como un cuarto de ciclo, como lo hizo en el elemento puramente capacitivo). Consiste con este cambio de atrasado a adelanto, el angulo ϕ en la ecuación 29 resultaría negativo automáticamente.

Otra manera de interpretar la condición de resonancia hace uso del diagrama de fasores de la figura 8. En la resonancia, $X_L = X_C$ y, de acuerdo con la ecuación 29, $\phi = 0$. En este caso, los fasores $(V_L)_{\max}$ y $(V_C)_{\max}$ en la figura 8 son iguales y opuestos, y así i_m esta en fase con v_m .

Una vez mas, téngase presente que, mientras que las técnicas que hemos demostrado aquí son validas para cualquier circuito de CA, los resultados son validos únicamente para el circuito RLC en serie. Además, reacuérdese que estamos examinando al circuito solo en la situación de estado estacionario, o sea una vez que hayan desaparecido las variaciones transitorias breves.

Ejemplo

En la figura 7, sea $R = 160 \Omega$, $C = 15 \mu F$, $L = 230 \text{ mH}$, $v = 60 \text{ Hz}$ y $v_m = 36 \text{ V}$. Halle (a) la reactancia inductiva X_L , (b) la reactancia capacitiva X_C , (c) la impedancia z del circuito, (d) la amplitud de la corriente i_m , y (e) la constante de fase.

Solución

(a) $X_L = 87 \Omega$

(b) $X_C = 177 \Omega$. Nótese que $X_C > X_L$ de modo que el circuito es mas capacitivo que inductivo.

(c) De la ecuación 26,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{(160\Omega)^2 + (87\Omega - 177\Omega)^2} = 184\Omega$$

(d) De la ecuación 27

$$i_m = \frac{\xi_m}{Z} = \frac{36V}{184\Omega} = 0.196A$$

(e) de la ecuación 24 tenemos

$$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{87\Omega - 177\Omega}{160\Omega} = -0.563$$

así pues, tenemos

$$\theta = \tan^{-1}(-0.563) = -29.4^\circ$$

PARA CONTEXTUALIZAR CON:

- **Competencia lógica.**
 - ❖ Resolver problemas que involucren el razonamiento lógico referido a diagramas fasoriales.
 - **Competencia ambiental.**
 - ❖ Fomentar la protección del medio ambiente durante el desarrollo de sus prácticas.
-

Prácticas y Listas de Cotejo

Unidad de aprendizaje:	1
-------------------------------	---

Práctica número:	1
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Cálculo de cargas eléctricas y electricidad estática.
-------------------------------	---

Propósito de la práctica:	Al finalizar la práctica, el alumno calculará la fuerza entre dos objetos cargados mediante la Ley de Coulomb, para la comprobación de la existencia de cargas, su naturaleza, así como la forma de producirlas.
----------------------------------	--

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	ramienta
-------------------	----------------------------	----------

- Dos soportes de 1.5 cm. de altura.
- Una barra de vidrio.
- Una barra de ebonita.
- Pedazos de papel de diferente tamaño.
- Un trozo de franela.
- Un vidrio de 3 mm. de 30 x 40 cm.
- Papel aluminio.

- Una botella de Leyden.
- Balanza de torsión.
- Electrómetro.
- Jaula de Faraday.
- Fuente de alimentación de 5 Kv.
- Esfera de carga (Idéntica a las de la balanza de torsión).
- Balanza de torsión.

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

De espacio:

- Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
- El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
- En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
- No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
- Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
- Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
- No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.

Personales:

- Lavarse las manos perfectamente.
- Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
- Evitar traer suelto el cabello largo.
- Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).

✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.

- Casco.
- Goggles o lentes.
- Guantes de algodón o carnaza, según sea la labor.
- Protección auditiva.
- Mascara antigases.



Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.

- Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
- Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
- Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
- Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
- No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.



Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.

✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:

- Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.

✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:

- La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
- La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.

✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:

- Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
- Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
- Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
- Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
- Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

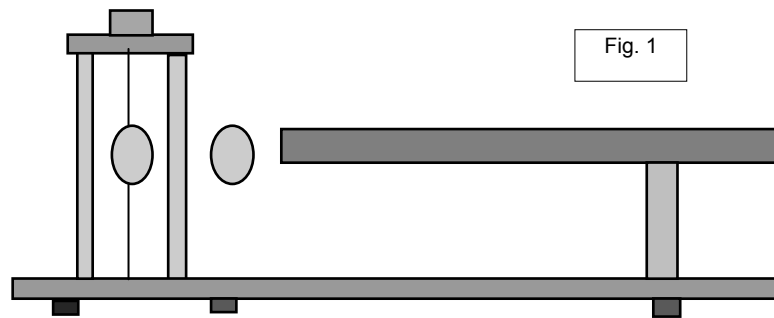
Procedimiento

Desarrollo de la práctica:

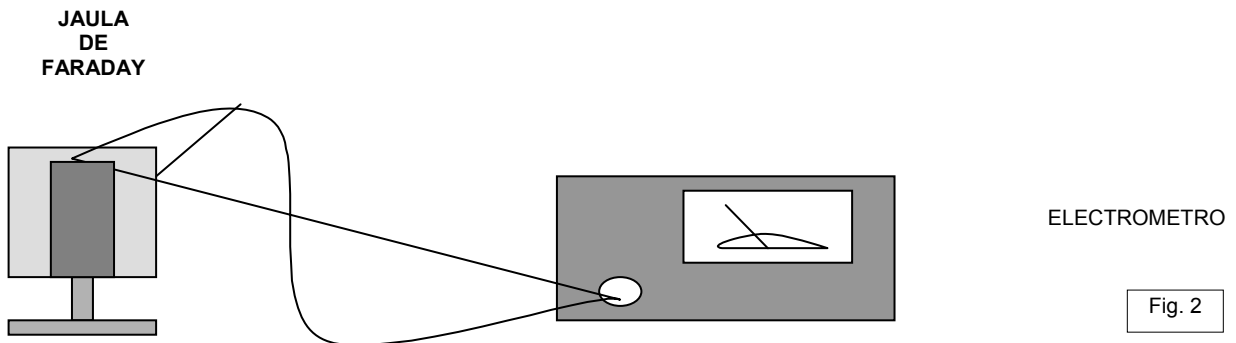
1. Organizar al grupo en equipos de trabajo con un mínimo de 3 y un máximo de 6 alumnos.
2. Preparar el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo, por equipo de alumnos.
3. Repasar las reglas de seguridad, con el cuidado necesario y determinar los puntos en los cuales se desea realizaran las observaciones.

Cargas eléctricas.

4. Frotar enérgicamente la barra de vidrio con franela.
5. Acercar la barra a trozos grandes de papel aluminio.
6. Observa lo que sucede y anota tus comentarios y observaciones
7. Acercar la barra a trozos pequeños de papel aluminio.
8. Observa lo que sucede y anota tus comentarios y observaciones
9. Resume lo que pass y explique el fenómeno con sus propias palabras
10. Colocar el vidrio de 30 x 40 cm. sobre soportes de 1.5 de altura.
11. Colocar 4 ó 5 piezas de papel de diferente tamaño, debajo del dispositivo.
12. Frotar el vidrio con franela.
13. Anotar que sucede.
14. Armar el dispositivo de la figura 1, utilizando la balanza de torsión.



15. Determinar la magnitud de la carga que se está transfiriendo a las esferas de la balanza de torsión, utilizando el electrómetro y jaula de Faraday conectados como lo muestra la figura 2.



Procedimiento

16. Ajustar la fuente de 5 kv. al máximo voltaje.
17. Tocar la esfera de carga con la punta de prueba de la fuente conectada en el positivo; asegurándose que la esfera de carga esté debidamente aislada del cuerpo para evitar la pérdida de carga y descargas electrostáticas desagradables.
18. Introducir la esfera de carga a la parte interna de la jaula de Faraday.
19. Anotar que sucede en el electrómetro.
20. Tocar la parte interna de la jaula de Faraday con la esfera de carga previamente cargada con la fuente de 5 KV.
21. Cargar varias veces la esfera de carga con la fuente de 5 Kv.
22. Determinar la magnitud de la carga transferida a la balanza de torsión, tocando la parte interna de la jaula de Faraday
23. Registrar en cada toque, el nivel de voltaje que reporte el instrumento, en la tabla siguiente:

No	Voltaje
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
Prom.	

TABLA 1

24. Realizar por lo menos 10 veces la lectura, para asegurar que sea confiable.
25. Aplicar la siguiente ecuación: $q = C \cdot V$: donde q = Carga en la esfera, C = capacitancia del arreglo electrométrico de la jaula de Faraday, V = promedio de voltaje de las lecturas en el instrumento.

Fuerza vs. Distancia.

26. Aplicar la Ley de Coulomb con los siguientes valores $K = \frac{1}{4}$.
27. Tocar las esferas con su punta conectada a tierra del electrómetro.
28. Tocar las esferas a su máxima separación, con la punta de prueba de la fuente de 5 kv.
29. Acercar la esfera deslizable de la balanza de torsión a una distancia de 5 cm.
30. Medir el ángulo de torsión de la esfera suspendida.
31. Registrar los datos de R y de ϕ en la siguiente tabla:

ϕ	R	ϕ_{med}	B	ϕ_{cor}	$1/R^2$

32. Repetir el procedimiento, para separaciones de 4.5, 4.0, 3.5, 3.0, 2.5, 2.0, 1.5, 1.0, 0.5 cm.
33. Determinar la relación funcional entre la fuerza, y el ángulo de torsión ϕ
34. Graficar $\text{Log } \phi$ contra $\text{Log } R$

Procedimiento

35. Graficar ϕ contra R

36. Corregir el ángulo ϕ , empleado la siguiente fórmula:

$$B = 1 - \frac{4a^3}{R^3}$$

Fuerza vs. Carga

37. Repetir el proceso anterior, variando el voltaje de fuente a 1, 1.5, 2, 2.5 KV, manteniendo las esferas a 2 ó 3 cm. de distancia.

38. Realizará los cálculos necesarios.

39. Registrar los resultados obtenidos en la siguiente tabla.

ϕ	Q

40. Comentar grupalmente las conclusiones de cada equipo para obtener consenso en el análisis y completar los reportes correspondientes.

41. Realizar la desconexión de los equipos e instrumentos empleados.

42. Guardar los instrumentos y herramientas utilizados en la práctica.

43. Limpiar el área de trabajo.

44. Elaborar un informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.

**Lista de cotejo de la práctica
número: 1**

Cálculo de cargas eléctricas y electricidad estática.

Nombre del alumno:
Instrucciones:

A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo.

De la siguiente lista marque con una **✓** aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño

Desarrollo	Si	No	No Aplica
✚ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
✚ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.			
↻ Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.			
Cargas eléctricas			
1. Frotó enérgicamente la barra de vidrio con franela			
2. Acercó la barra a trozos grandes de papel aluminio			
3. Acercó la barra a trozos pequeños de papel aluminio			
4. Anotó que sucede en cada caso			
5. Colocó el vidrio de 30 x 40 cm. sobre soportes de 1.5 de altura			
6. Colocó 4 ó 5 piezas de papel de diferente tamaño, debajo del dispositivo			
7. Frotó el vidrio con franela			
8. Anotó que sucede			
9. Armó el dispositivo de la figura 1, utilizando la balanza de torsión			
10. Determinó la magnitud de la carga que se está transfiriendo a las esferas de la balanza de torsión, utilizando el electrómetro y jaula de Faraday conectados como lo muestra la figura 2			
11. Ajustó la fuente de 5 KV. al máximo voltaje			
12. Tocó la esfera de carga con la punta de prueba de la fuente conectada en el positivo; asegurándose que la esfera de carga esté debidamente aislada del cuerpo para evitar la pérdida de carga y descargas electrostáticas desagradables			
13. Introdujo la esfera de carga a la parte interna de la jaula de Faraday			
14. Anotó que sucede en el electrómetro			
15. Tocó la parte interna de la jaula de Faraday con la esfera de carga previamente cargada con la fuente de 5 KV.			
16. Cargó varias veces la esfera de carga con la fuente de 5 KV.			
17. Determinó la magnitud de la carga transferida a la balanza de torsión, tocando la parte interna de la jaula de Faraday			

Desarrollo	Si	No	No Aplica
18. Registró en cada toque, el nivel de voltaje que reporte el instrumento, en la tabla siguiente:			
19. Aplicó la siguiente ecuación: $q = C \cdot V$: donde q = Carga en la esfera, C = capacitancia del arreglo electrométrico de la jaula de Faraday, V = promedio de voltaje de las lecturas en el instrumento.			
Fuerza vs. Distancia.			
20. Aplicó la Ley de Coulomb con los siguientes valores $K = 1/4$			
21. Tocó las esferas con su punta conectada a tierra del electrómetro			
22. Tocó las esferas a su máxima separación, con la punta de prueba de la fuente de 5 kv.			
23. Acercó la esfera deslizable de la balanza de torsión a una distancia de 5 cm.			
24. Midió el ángulo de torsión de la esfera suspendida			
25. Registró los datos de R y de ϕ en la siguiente tabla:			
26. Repitió el procedimiento, para separaciones de 4.5, 4.0, 3.5, 3.0, 2.5, 2.0, 1.5, 1.0, 0.5 cm.			
27. Determinó la relación funcional entre la fuerza, y el ángulo de torsión ϕ			
28. Graficó Log ϕ contra Log R			
29. Graficó ϕ contra R			
30. Corrigió el ángulo ϕ , empleado la fórmula dada			
Fuerza vs. carga			
31. Repitió el proceso anterior, variando el voltaje de fuente a 1, 1.5, 2, 2.5 KV, manteniendo las esferas a 2 ó 3 cm. de distancia			
32. Realizó los cálculos necesarios			
33. Registró los resultados obtenidos en la tabla dada			
34. Realizó la desconexión de los equipos e instrumentos empleados, de manera apropiada.			
35. Comentó al grupo sus conclusiones y obtuvo el consenso en el análisis para completar los reportes correspondientes.			
36. Guardó apropiadamente los instrumentos, herramientas y materiales utilizados en la práctica.			
37. Limpió su área de trabajo.			
38. Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizo la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:

PSA:

**Hora de
inicio:**

**Hora de
término:**

Evaluación:

Unidad de aprendizaje:	1
-------------------------------	---

Práctica número:	2
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Compuertas Lógicas.
-------------------------------	---------------------

Propósito de la práctica:	El alumno se familiarizara con los circuitos integrados que se encuentran en el mercado fácilmente como son las compuertas AND, OR, NOT, etc. Asi como poner en práctica sus conocimientos de electrónica para verificar las tablas de verdad de cada compuerta.
----------------------------------	--

Escenario:	Taller
-------------------	--------

Duración:	2 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	herramienta
- Compuertas lógicas: AND, OR, NOT,NAND,NOR,XOR, XNOR - Leds - Protoboard - Hojas de especificaciones de cada compuerta	- Fuentes de alimentación 1 - Multímetro digital.	- Pinzas de punta y corte. - Multímetro.

Lista de cotejo de la práctica número: 2	Compuertas Lógicas.
---	---------------------

Nombre del alumno:	
---------------------------	--

Instrucciones:	A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo. De la siguiente lista marque con una ✓ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño
-----------------------	---

Desarrollo	Si	No	No Aplica
+ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
+ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.			
↻ Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.			
1. El alumno cumplió con el material solicitado..			
2. El alumno leyó la practica antes de comenzar a realizarla			
3. Se tiene por echo que el alumno conoce el material y la herramienta necesaria para realizar la practica			
4. El alumno siguió las instrucciones de la practica			
5. El alumno analizó los circuitos propuestos			
6. El alumno pudo identificar las compuertas que se utilizaron para esta practica			
7. El interés del alumno se observó en la practica			
8. El Alumno resolvió sus dudas preguntando al profesor			
9. El alumno entrego reporte de análisis de compuertas			
10. El alumno reporto sus hojas de especificaciones	•		
 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizo la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:	
-----------------------	--

PSA:

Hora de inicio:	
------------------------	--

Hora de término:	
-------------------------	--

Evaluación:	
--------------------	--

Unidad de aprendizaje:	1
-------------------------------	---

Práctica número:	3
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Aplicación de las leyes de Ohm y Kirchoff.
-------------------------------	--

Propósito de la práctica:	Al finalizar la práctica el alumno comprobará experimentalmente las leyes de Ohm y de Kirchoff, mediante circuitos eléctricos.
----------------------------------	--

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
10 Resistencias de diferentes valores entre 1 KΩ y 10 Ω - Alambres para conexión cal. 22	1 Protoboard o tablilla experimentadora 1 Multímetro digital 1 Fuente de alimentación de 30 V / 1 A	Cables bananos/caimán para alimentar el circuito

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

De espacio:

- Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
- El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
- En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
- No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
- Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
- Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
- No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.

Personales:

- Lavarse las manos perfectamente.
- Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
- Evitar traer suelto el cabello largo.
- Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).

- ✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.

- Casco.
- Goggles o lentes.
- Guantes de algodón o carnaza, según sea la labor.
- Protección auditiva.
- Mascara antigases.

- 🔄 Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.

- Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
- Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
- Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
- Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
- No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.

- 📖 Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.

- ✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:

- Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.

- ✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:

- La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
- La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.

- ✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:

- Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
- Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
- Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
- Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
- Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

Procedimiento

Desarrollo de la práctica:

1. Organizar al grupo en equipos de trabajo con un mínimo de 3 y un máximo de 6 alumnos.
2. Preparar el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo, por equipo de alumnos.
 - + Repasar las reglas de seguridad, con el cuidado necesario y determinar los puntos en los cuales se desea realizar las observaciones.

1. Determinar la ley de Ohm.

3. Armar el circuito que se muestra en la figura 1.

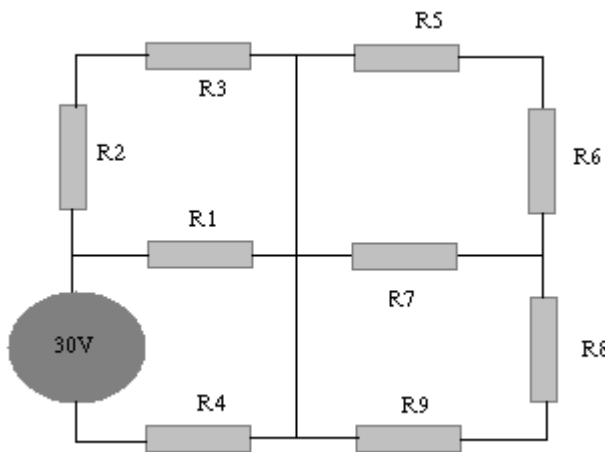


Fig. 1

4. Simplificar el circuito
5. Realizar las ecuaciones de la ley de Ohm para R1, R2, R3 y R4

$$V = IR \quad I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$

6. Medir en el circuito todos los parámetros, por ejemplo: en el caso $V = IR$, los parámetros desconocidos serían I y R, por lo que serán éstos los que se medirán para hacer el cálculo de V, hecho el cálculo, medir V
7. Comparar el resultado teórico con el medido, si los resultados son iguales o muy semejantes, esto será una comprobación de la ley de Ohm.
8. Calcular además el error porcentual, el relativo y el absoluto, no se acepta un error mayor al 5%
9. Encuentre la resistencia equivalente del circuito y compruebe que por este pasa el voltaje calculado y corriente calculado.

2. Demostrar las leyes de Kirchoff: Voltaje (LVK) y corriente (LCK).

10. Armar el circuito mostrado en la figura 2, conectar el Multímetro al circuito.
11. Medir los voltajes y las corrientes en cada una de las mallas y en cada uno de los nodos del circuito.
12. Realizar las ecuaciones correspondientes
13. Comprobar las dos leyes de Kirchoff que se enuncian :

Procedimiento

$$\sum i_i = 0 \Rightarrow$$

Para la LCK: $i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n = 0$ LCK: La suma de todas las corrientes que convergen en un nodo es igual a cero.

$$\sum V_i = 0 \Rightarrow$$

Para la LVK: $V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = 0$ LVK: La suma de todos los voltajes en una malla cerrada en un circuito es igual a cero.

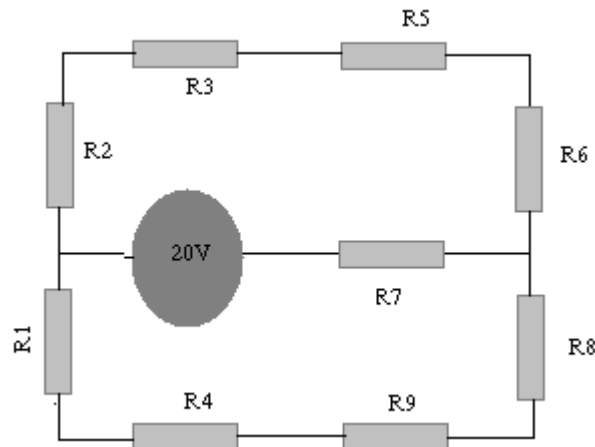


Fig. 2

14. Comprobar si las sumas de las corrientes en cada nodo son iguales a cero
15. Repetir el procedimiento con los voltajes en cada malla
16. Comprobar si son las sumas de los voltajes en cada malla son igual a cero
17. Repetir el procedimiento en caso de obtener un error mayor al 30%
18. Resolver el circuito por LVK y LCK para cada nodo y para cada malla en circuito

- Registrar en la siguiente tabla los datos obtenidos:

LCK				
R		C		R
Med.	Calc.	Med.	Med.	Med.

LVK				
R		V		Error
Med.	Calc.	Med	Calc	%

- Repetir el procedimiento si se obtienen errores mayores al 7 %

R		C		Error
Med.	Calc.	Med	Calc	%

Procedimiento

Nota: Si resuelve mallas, deberá trabajar con voltajes, es decir, debe medir el voltaje y calcularlo a través de i y R medidas; si trabaja con nodos, deberá trabajar con corrientes, debe medir la corriente y calcularla a través de V y R medidas.

19. Comentar grupalmente las conclusiones de cada equipo para obtener consenso en el análisis y completar los reportes correspondientes.
20. Realizar la desconexión de los equipos e instrumentos empleados.
21. Guardar los instrumentos, materiales y herramientas utilizados en la práctica.
22. Limpiar el área de trabajo.
23. Elaborar un informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.
24. Realizar el trabajo en forma conjunta.

Lista de cotejo de la práctica número: 3	Aplicación de las leyes de Ohm y Kirchoff.
---	--

Nombre del alumno:	
---------------------------	--

Instrucciones:	A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo. De la siguiente lista marque con una ☒ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño
-----------------------	---

Desarrollo	Si	No	No Aplica
+ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
+ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.	▶▶	▶▶	
↻ Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.			
2. Preparó el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo.			
3. Armó el circuito que se muestra en la figura 1.			
4. Simplificó el circuito.			
5. Realizó las ecuaciones de la ley de Ohm para R1, R2 y R3 $V = IR$ $I = \frac{V}{R}$ $R = \frac{V}{I}$			
6. Midió en el circuito todos los parámetros, por ejemplo: en el caso $V = IR$, los parámetros desconocidos serían I y R, por lo que serán éstos los que se Medirán para hacer el cálculo de V, hecho el cálculo, Midió V.			
7. Comparó el resultado teórico con el medido, si los resultados son iguales o muy semejantes, esto será una comprobación de la ley de Ohm.			
8. Calculó además el error porcentual, el relativo y el absoluto, no se aceptando un error mayor al 5%.			
9. Armó el circuito mostrado en la figura 2, Conectó el Multímetro al circuito.			
10. Midió los voltajes y las corrientes en cada una de las mallas y en cada uno de los nodos del circuito.			
11. Realizó las ecuaciones correspondientes.	12.		
13. Comprobó las dos leyes de Kirchoff.			
14. Comprobó si las sumas de las corrientes en cada nodo son iguales a cero			
15. Repitió el procedimiento con los voltajes en cada malla			
16. Comprobó si las sumas de los voltajes en cada malla son igual a cero			
17. Repitió el procedimiento al obtener un error mayor al 30%			
18. Resolvió el circuito por LVK y LCK para cada nodo y para cada malla en circuito			

Desarrollo	Si	No	No Aplica
19. Registro en la tabla mostrada los datos obtenidos			
20. Repitió el procedimiento al obtener un error mayor al 7%.			
21. Realizó la desconexión de los equipos e instrumentos empleados, de manera apropiada.			
22. Comentó al grupo sus conclusiones y obtuvo el consenso en el análisis para completar los reportes correspondientes.			
23. Guardó apropiadamente los instrumentos, herramientas y materiales utilizados en la práctica.			
24. Limpió su área de trabajo.			
25. Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
25. Realizó el trabajo en forma conjunta.			
 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizó la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:
PSA:
Hora de inicio:
Hora de término:
Evaluación:

Unidad de aprendizaje	1
------------------------------	---

Práctica número:	4
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Técnicas de Análisis de circuitos
-------------------------------	-----------------------------------

Propósito de la Práctica	El alumno aprenderá a ensamblar circuitos en alguna tablilla de practica o protoboard, conocerá y se familiarizara con el código de colores para poder facilitar la búsqueda rápida de las resistencias que se necesiten en la practica , además de simplificar circuitos para su análisis.
---------------------------------	---

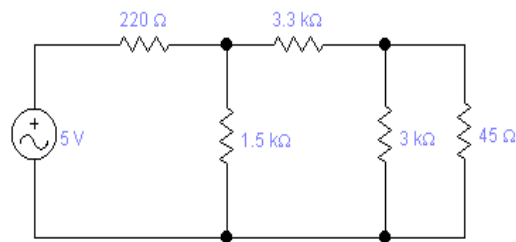
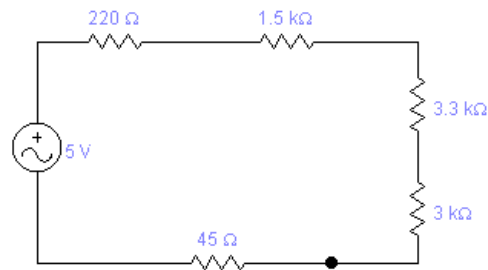
Escenario	Taller	
------------------	--------	--

Duración	2hrs	
-----------------	------	--

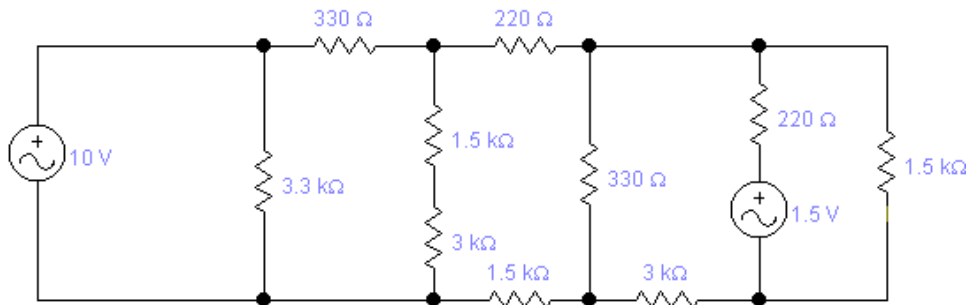
Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
- Resistencias de varios valores a ¼ de watt 1 protoboard o tablilla de practica - cable telefónico	fuentes de alimentación	- pinzas de punta y corte - multimetro

Procedimiento

1. Arme los siguientes circuitos



2. Si no se tienen las resistencias propuestas elíjase alguna de las que se tengan disponibles.
3. Observe lo que pasa y mida con el multímetro los voltajes de cada resistencia poniendo las puntas de este en paralelo. Pida apoyo del profesor para resolver las dudas sobre como medir.
4. Aplique los conocimientos para simplificar los circuitos hasta su mínima expresión y calcule la corriente total que pasa por estos, así como la resistencia equivalente del circuito y verifique sus mediciones.
5. Arme el siguiente circuito



6. Mida los voltajes en cada nodo así como las corrientes y verifique que sus cálculos sean coincidan con las mediciones. Recuerde que estas mediciones no serán exactas debido a otros factores que intervienen y no se consideran el las técnicas de análisis.

Lista de cotejo de la práctica número 4		Técnicas de Análisis de circuitos			
Nombre del alumno:					
Instrucciones:		A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo. De la siguiente lista marque con una ☒ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño.			
Desarrollo		Si		No	No aplica
1. El alumno cumplió con el material solicitado					
2. El alumno leyó la practica antes de comenzar a realizarla					
3. Se tiene por echo que el alumno conoce el material y la herramienta necesaria para realizar la practica					
4. El alumno siguió las instrucciones de la practica					
5. El alumno analizó los circuitos propuestos					
6. El alumno pudo identificar las resistencias que se utilizaron para esta practica					
7. El interés del alumno se observó en la practica					
8. El Alumno resolvió sus dudas preguntando al profesor					
Observaciones:					
PSA					
Hora de inicio:	de		Hora de término:		Evaluación:

Unidad de aprendizaje:	2
-------------------------------	---

Práctica número:	5
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Rectificación con semiconductores.
-------------------------------	------------------------------------

Propósito de la práctica:	Al finalizar la práctica, el alumno rectificará la corriente alterna con el empleo de semiconductores para la obtención de corriente continua.
----------------------------------	--

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
2. Resistencias de 1k ohms ½ watt 1 Clavija 1 Transformador reductor de 120 a 24 VAC / 1 A. con tab. central 6 Diodos de propósito general 1 Protoboard o tablilla experimentadora	1 Osciloscopio 1 Fuente de alimentación de 30 VCD/ 1 A	Juego de herramientas para el montador electrónico.

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

De espacio:

- Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
- El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
- En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
- No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
- Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
- Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
- No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.

Personales:

- Lavarse las manos perfectamente.
- Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
- Evitar traer suelto el cabello largo.
- Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).

- ✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.

- Casco.
- Goggles o lentes.
- Guantes de algodón o carnauba, según sea la labor.
- Protección auditiva.
- Mascara antigases.

- 🔄 Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.

- Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
- Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
- Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
- Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
- No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.

- 📖 Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.

✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:

- Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.
- ✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:
 - La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
 - La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.
- ✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:
 - Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
 - Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
 - Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
 - Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
 - Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

Procedimiento

Desarrollo de la práctica:

1. Organizar al grupo en equipos de trabajo con un mínimo de 3 y un máximo de 6 alumnos.
2. Preparar el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo, por equipo de alumnos.
3. Repasar las reglas de seguridad, con el cuidado necesario y determinar los puntos en los cuales se desea realizar las observaciones.
4. Armar el circuito de la figura 1, utilizando el protoboard. La resistencia empleada tiene un valor de 330 ohms o el valor que usted desee, utilice un generador de señales

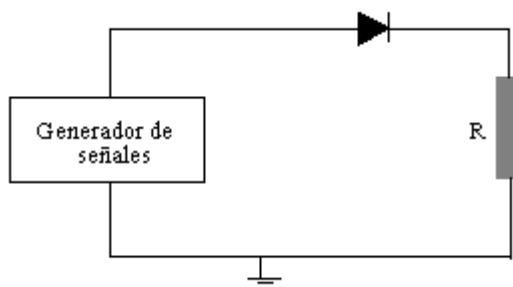


Fig. 1

5. Con el osciloscopio observe lo que pasa en la resistencia de este circuito con la señales mencionadas a continuación
6. Coloque una señal senoidal, onda cuadrada y una diente de sierra o triangular
7. Con el mismo circuito invierta el sentido del diodo y realice las mismas observaciones
8. Ahora sustituya el generador de señales por una fuente de 30 VDC regulable
9. Ahora comnute el osciloscopio con una escala en ch1 o canal X de 0.2 Volts/div o una muy cercana - depende del modelo de osciloscopio que use, el canal ch2 o Y debe estar en una escala de 20 Volts/div.
10. Conmutar el modo de operación para obtener la traza X vs Y. En la pantalla del osciloscopio debe aparecer un punto luminoso.
11. Ubicar el punto en la esquina inferior izquierda de la pantalla, utilizando los controles de posición del aparato. (Ver figura 2).
12. Aumentar intempestivamente el voltaje de la fuente hasta 20 volts. El movimiento del punto luminoso de la pantalla del osciloscopio, deberá haber descrito alguna de las trayectorias mostradas en las figuras 3 y 4.
13. Invertir la posición del diodo, y repetir la operación (debe describir una curva).

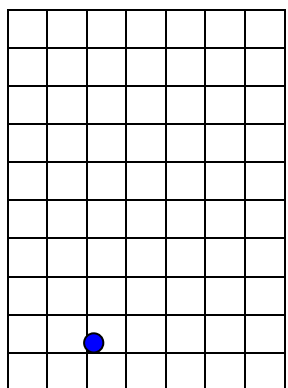


Fig. 2

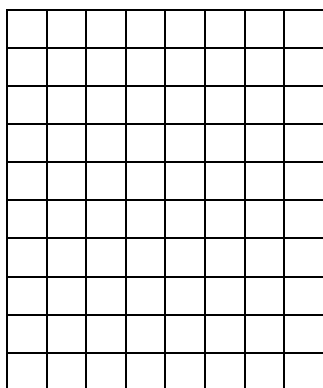


Fig. 3

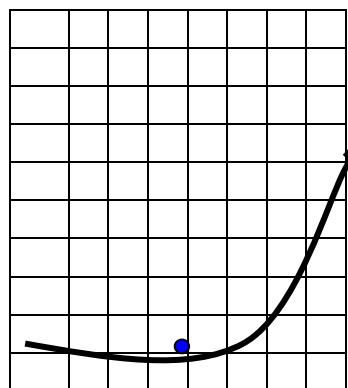


Fig. 4

Procedimiento

Rectificado de corriente principal.

14. Armar el circuito de la figura 5

+ Tener mucho cuidado al manipularlo, pues está utilizando un voltaje que puede causarle un daño permanente o quitarle la vida.

15. Obtener, en el osciloscopio, la forma de onda de la señal de alimentación de 120 VAC en el cana 1 y la forma de onda de la señal de salida en RL en el canal 2.

16. Conmutar el osciloscopio para comparar las dos señales en forma simultánea.

17. Graficar la forma de onda obtenida.

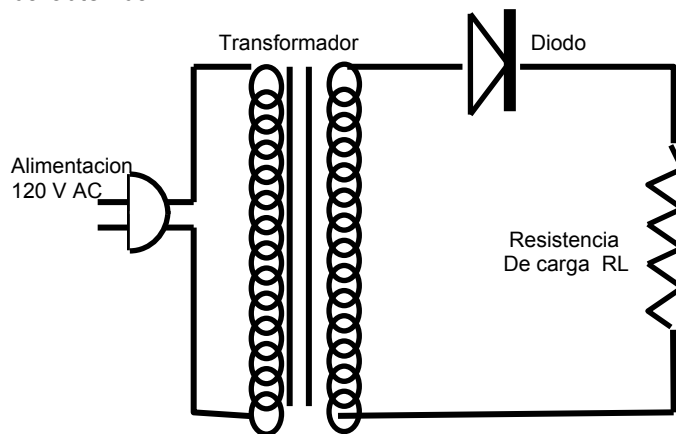


Figura 5

18. Armar el dispositivo de la figura 6. Recuerde las normas de seguridad, se están manejando niveles de energía eléctrica peligrosos.

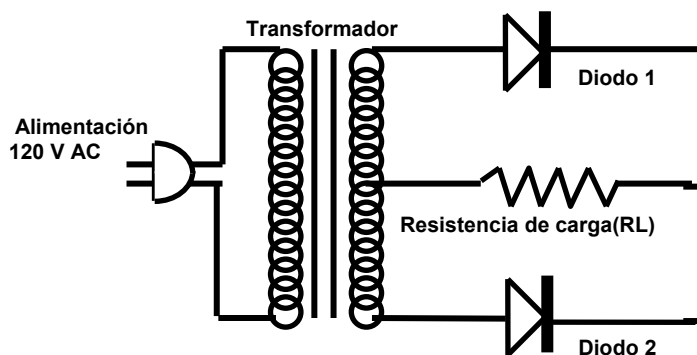


Figura 6

19. Determinar en el osciloscopio, la forma de onda de la entrada de 120 VAC y la salida en la resistencia de carga,

20. Conmutar el osciloscopio comparando las dos formas de onda simultáneas.

21. Graficar la forma de onda de la resistencia de carga.

22. Determinar el uso del transformador en este caso concreto.

Procedimiento

23. Armar el dispositivo de la figura 6. Recuerde las normas de seguridad, se están manejando niveles de energía eléctrica peligrosos.

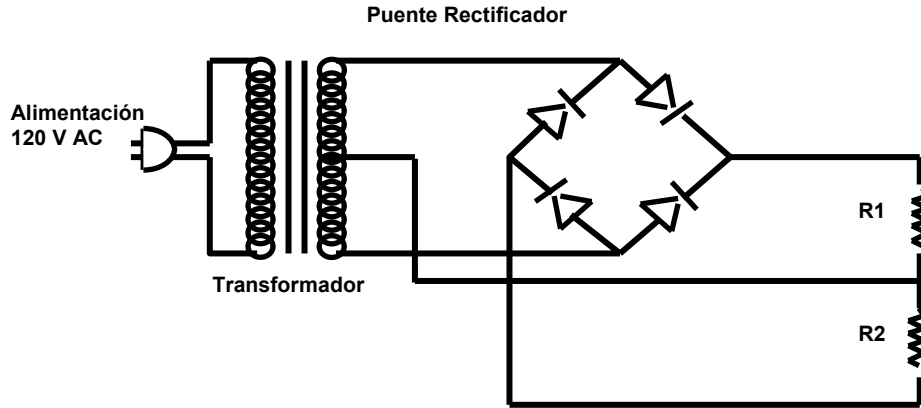


Figura 7

24. Determinar en el osciloscopio la forma de onda de la entrada de 120 VAC y la salida en la resistencia de carga.
25. Conmutar el osciloscopio comparando las formas de onda simultáneas.
26. Graficar las formas de onda de la entrada y de las resistencias de carga.
27. Comentar grupalmente las conclusiones de cada equipo para obtener consenso en el análisis y completar los reportes correspondientes.
28. Realizar la desconexión de los equipos e instrumentos empleados.
29. Guardar los instrumentos, materiales y herramientas utilizados en la práctica.
30. Limpiar el área de trabajo.
31. Elaborar un informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.

Lista de cotejo de la práctica número: 5	Rectificación con semiconductores.
---	------------------------------------

Nombre del alumno:	
---------------------------	--

Instrucciones:	A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo. De la siguiente lista marque con una ✓ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño
-----------------------	--

Desarrollo	Si	No	No Aplica
+ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
+ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.			
U Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.			
1. Preparó el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo.			
2. Armó el circuito de la figura 1, utilizando el protoboard. La resistencia empleada tiene un valor de 330 ohms, utilice una fuente de 30 VDC regulable			
3. Conmutó el osciloscopio con una escala en ch1 o canal X de 0.2 Volts/div o una muy cercana - depende del modelo de osciloscopio que use -, el canal ch2 o Y debe estar en una escala de 20 Volts/div.			
4. Conmutó el modo de operación para obtener la traza X vs Y. En la pantalla del osciloscopio debe aparecer un punto luminoso			
5. Ubicó el punto en la esquina inferior izquierda de la pantalla, utilizando los controles de posición del aparato. (Ver figura 2).			
6. Aumentó intempestivamente el voltaje de la fuente hasta 20 volts. El movimiento del punto luminoso de la pantalla del osciloscopio, deberá haber descrito alguna de las trayectorias mostradas en las figuras 3 y 4			
7. Invertió la posición del diodo, y Repitió la operación debe describir una curva.			
8. Armó el dispositivo de la figura 5			
9. Tuvo mucho cuidado al manipular su dispositivo pues está utilizando un voltaje que puede causarle un daño permanente o quitarle la vida.			
10. Obtuvo en el osciloscopio la forma de onda de la señal de alimentación de 120 VAC en el cana 1 y la forma de onda de la señal de salida en RL en el canal 2			
11. Conmutó el osciloscopio para comparar las dos señales en forma simultánea			
12. Graficó la forma de onda obtenida			
13. Armó el dispositivo de la figura 6. Recuerde las normas de seguridad, se están manejando niveles de energía eléctrica peligrosos.			
14. Determinó en el osciloscopio, la forma de onda de la entrada de 120 VAC y la salida en la resistencia de carga,			

Desarrollo	Si	No	No Aplica
15. Conmutó el osciloscopio comparando las dos formas de onda simultáneas			
16. Graficó la forma de onda de la resistencia de carga			
17. Determinó el uso del transformador en este caso concreto			
18. Armó el dispositivo de la figura 7. Recuerde las normas de seguridad, se están manejando niveles de energía eléctrica peligrosos.			
19. Determinó en el osciloscopio la forma de onda de la entrada de 120 VAC y la salida en las resistencia de carga			
20. Conmutó el osciloscopio comparando las formas de onda simultáneas			
21. Graficó las formas de onda de la entrada y de las resistencias de carga			
22. Realizó la desconexión de los equipos e instrumentos empleados, de manera apropiada.			
23. Comentó al grupo sus conclusiones y obtuvo el consenso en el análisis para completar los reportes correspondientes.			
24. Guardó apropiadamente los instrumentos, herramientas y materiales utilizados en la práctica.			
25. Limpió su área de trabajo.			
Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizo la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:
PSA:
Hora de inicio:
Hora de término:
Evaluación:

Unidad de aprendizaje:	2
-------------------------------	---

Práctica número:	6
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Caracterización de Transistores
-------------------------------	---------------------------------

Propósito de la práctica:	Hallar las características de transistores BJT, JFET y MOS mediante las hojas de especificaciones. Analizar las características de transistores BJT, JFET y MOS mediante el polímetro. Calcular la curva punto a punto de los transistores BJT, JFET y MOS.
----------------------------------	--

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
- Transistores BJT: BC547B, BC557B, BC639, BC640 - Transistor JFET: BF 256B - Transistor MOS: BS170 - Resistencias: 100Ω, 1KΩ, 4.7kΩ - Potenciómetros: 10 KΩ, 5MΩ	- fuentes de tensión DC - Generador de señal - Osciloscopio	Multímetro

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

De espacio:

- Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
- El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
- En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
- No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
- Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
- Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
- No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.

Personales:

- Lavarse las manos perfectamente.
- Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
- Evitar traer suelto el cabello largo.
- Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).

- ✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.

- Casco.
- Goggles o lentes.
- Guantes de algodón o carnauba, según sea la labor.
- Protección auditiva.
- Mascara antigases.

- 🔄 Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.

- Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
- Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
- Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
- Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
- No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.



Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.

- ✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:

- Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.

- ✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:

- La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
- La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.

- ✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:

- Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
- Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
- Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
- Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
- Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

Procedimiento

Desarrollo de la práctica:

A. Características del transistor mediante polímetro

1. Mediante el multímetro las características que a priori podemos obtener son: deducción del tipo de transistor (NPN o PNP en los BJT y tipo de canal en el JFET y MOS), configuración de cada patilla y β (h_{FE}). Para ello, encontrar cuál es la situación de los diodos y su polaridad.

2. Una vez conocida la correspondencia de cada patilla, colocar adecuadamente en el multímetro para medir β en el caso de un BJT. De esta forma se puede deducir si se trata de un PNP, de un NPN si son BJTs o para el caso del JFET y del MOS si se trata de un canal N o de un canal P y cuál es la puerta (G). Se utilizarán en este apartado los transistores BC547B, BC557B, BC639, BC640, BF256B y BS170.

B. Características del transistor mediante hojas de especificaciones

Utilizando los catálogos genéricos de componentes analizar los siguientes parámetros.

3. Para los BJT BC547B, BC557B, BC639 y BC640; tipo de transistor, configuración de cada patilla, potencia máxima, V_{CE} máxima, I_C máxima, β (h_{FE}) y frecuencia de corte.

4. Para el JFET BF256B; tipo de transistor, configuración de cada patilla, potencia máxima, V_{DS} máxima, V_P , I_{DSS} y g_m .

5. Para el MOS BS170; tipo de transistor, configuración de cada patilla, potencia máxima y V_{DS} máxima.

C. Gráfica de comportamiento de un transistor BJT.

6. Para obtener las curvas características (I_C vs. V_{CE} para distintas I_B) de un transistor BJT se debe realizar un montaje como el de la figura 1.

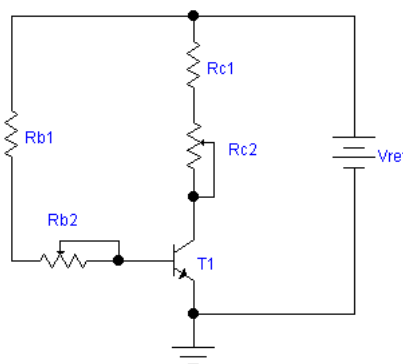


Figura 1. Circuito de polarización del transistor BJT tipo NPN.

Procedimiento

Donde $T1 = BC547B$; $V_{ref} = 15V$; $R_{b1} = 4.7K\Omega$; $R_{b2} = 5M\Omega$; $R_{c1} = 100\Omega$ y $R_{c2} = 10K\Omega$.

7. Se requiere ajustar R_{b2} de tal manera que I_B alcance los $25\mu A$.
8. A continuación se varía R_{c2} de forma de V_{CE} sea $0V$, $0.5V$, $1V$ y $1.5V$ midiendo en los distintos casos la corriente I_C .
9. Obtener las lecturas de V_{CE} , I_B , e I_C empleando el multímetro y el osciloscopio repitiendo el proceso para I_B igual a $50\mu A$, $75\mu A$ y $125\mu A$.
10. ¿Con esta configuración estará alguna vez el transistor en la región de saturación?
11. ¿Y en corte? y ¿Por qué?

D. Gráfica de comportamiento de un transistor JFET

12. Para obtener las curvas características de un transistor JFET, que representan I_D frente a V_{DS} para diferentes valores de V_{GS} , se debe realizar un montaje como el de la figura 2.

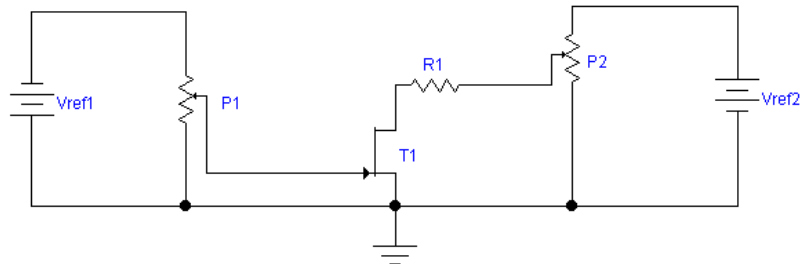


Figura 2. Circuito de polarización del transistor JFET tipo Canal N.

Donde $T1 = BF256B$; $V_{ref1} = 15V$; $V_{ref2} = 15V$; $P1 = 1M\Omega$; $P2 = 10k\Omega$ y $R1 = 100\Omega$.

13. Para sacar las curvas características se debe ajustar $P1$ de modo que $V_{GS} = 0V$.
14. A continuación se varía $P2$ de forma que V_{DS} sea $0V$, $0.5V$, $1V$ y $1.5V$ midiendo para cada caso I_D . Para ello se empleará el multímetro y el osciloscopio y se repetirá el proceso para cuando V_{GS} valga $-0.5V$, $-1V$ y así sucesivamente hasta llegar a corte.
15. Obtener las curvas características del transistor.
16. ¿En qué región nos interesa que esté el transistor para amplificar?
17. Si $P1 = 1K\Omega$, ¿cómo cambiaría el funcionamiento del montaje?

E. Gráfica de comportamiento de un transistor MOS

Conociendo a priori las características del transistor MOS que se desea analizar, construya un circuito que permita obtener las curvas características del transistor BS170 y obténgalas (I_D vs. V_{DS} para 3 V_{GS} distintas y I_D vs. V_{GS} para 3 V_{DS} distintas). Para ello dispone de los componentes y el instrumental empleado en los apartados anteriores.

18. Detallar el esquema circuital de montaje empleado para caracterizar el transistor MOS y proporcionar las gráficas obtenidas.
19. ¿Cuál es la tensión umbral de este transistor MOS?
20. ¿En qué región nos interesa polarizar el transistor para que trabaje en una etapa de amplificación?

Lista de cotejo de la práctica número: 6	Caracterización de Transistores
---	---------------------------------

Nombre del alumno:	
---------------------------	--

Instrucciones:	A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo. De la siguiente lista marque con una ✓ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño
-----------------------	--

Desarrollo	Si	No	No Aplica
+ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
+ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.			
↻ Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.			
1. Preparó el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo.			
2. Revisó los métodos existentes de regulación.			
3. Dedujo el tipo de transistor con ayuda del multímetro			
4. Midió la beta de cada transistor			
5. Verificó las especificaciones del fabricante de cada transistor para los BJT			
6. Verificó las especificaciones del fabricante de cada transistor para los JFET			
7. Verificó las especificaciones del fabricante de cada transistor para los MOS			
8. Armo el circuito de la figura 1			
9. Ajusto el potenciómetro Rb2 como se pedía en la practica			
10. Midió Ic para cada caso en el que se variaba Rc2			
11. Obtuvo las lecturas pedidas de Vce, Ib e Ic			
12. Contesto adecuadamente la pregunta de los pasos 10 y 11			
13. Realizo el montaje de la figura 2 para los FET's			
14. Ajusto P1 de manera que $V_{GS}=0$			
15. Varió P2 de forma que V_{DS} sea 0,0.5,1, y 1.5V midiendo para c/ caso I_D			
16. Se llego al punto de saturación de transistor			
17. Obtuvo las curvas características del transistor			
18. Contesto adecuadamente las preguntas de los pasos 16 y 17.			
19. Construyó el circuito pedido en la practica para el MOS			
20. Detalló el esquema circuital de montaje empleado para caracterizar el transistor MOS y proporcionar las gráficas obtenidas.			
21. Contestó adecuadamente las preguntas de los pasos 19 y 20.			

22. Limpió su área de trabajo.			
23. Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
24. Realizó el trabajo con pulcritud.			
 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizó la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:	
-----------------------	--

PSA: _____

Hora de inicio:	
------------------------	--

Hora de término:	
-------------------------	--

Evaluación:	
--------------------	--

Unidad de aprendizaje:	2
-------------------------------	---

Práctica número:	7
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Transistores de efecto de campo
-------------------------------	---------------------------------

Propósito de la práctica:	El objetivo de este laboratorio es obtener las curvas características de un transistor de efecto de campo experimentalmente Se calculara además una polarización por resistencia de fuente y se medirá el punto de trabajo obtenido para distintos Fets
----------------------------------	---

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
1 preset ó multivuelta de 100K. 1 FET 2N5461 - R= 18KΩ - Cable para interconexión de elementos - Protoboard	fuelle de alimentación variable de ± 15 Volts	- Pinzas de punta - multímetro

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

De espacio:

- Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
- El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
- En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
- No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
- Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
- Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
- No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.

Personales:

- Lavarse las manos perfectamente.
- Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
- Evitar traer suelto el cabello largo.
- Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).

- ✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.

- Casco.
- Goggles o lentes.
- Guantes de algodón o carnauba, según sea la labor.
- Protección auditiva.
- Mascara antigases.

- 🔄 Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.

- Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
- Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
- Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
- Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
- No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.



Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.

- ✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:

- Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.

- ✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:

- La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
- La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.

- ✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:

- Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
- Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
- Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
- Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
- Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

Procedimiento

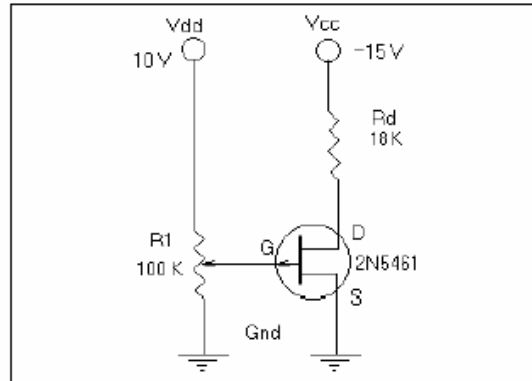
1. Determinación de I_{dss} y $V_{gs(off)}$

Para determinar I_{dss} .

1.1 Arme el circuito de la Fig. 1, Utilice $V_{cc} = -15V$.

1.2 Coloque el potenciómetro de forma tal de lograr 0V entre el gate y el source, y en esta condición de funcionamiento mida la corriente I_{dss} a través de la medición de tensión sobre R_d .

1.3 Verifique que el valor obtenido este dentro de los márgenes dados por el fabricante.



1.4 Para medir V_{gsoff} , mueva el cursor del potenciómetro hasta observar que la caída de tensión sobre R_d es nula. En esta condición la $I_d = 0$ y el valor de V_{gs} será el de V_{gsoff} .

1.5 Mida luego este valor y compárelo con los proporcionados en las hojas de datos.

2. Medición de los parámetros de pequeña señal :

a) Medición de r_d :

2.1 Por medio del trazador de curvas mida la r_d del JFET . Mida además la corriente I_{dss} y la tensión $V_{gs(off)}$. Verifique los resultados anteriores.

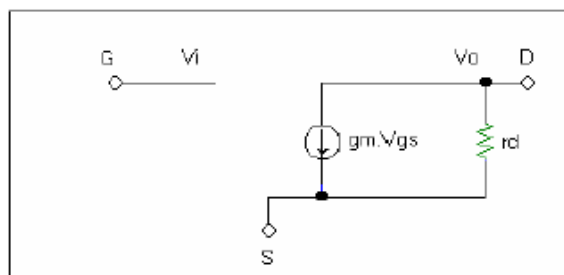
b) Medición de g_m :

2.2 Mueva el cursor de seteo del potenciómetro hasta lograr una corriente de drain $I_d = \frac{1}{2} I_{dss}$.

2.3 Conecte la fuente de señal a través del capacitor de desacople y mida la tensión V_i y la tensión V_o . Con el valor de r_d medido anteriormente y ayudándose con el siguiente anexo, obtenga el valor de g_m .

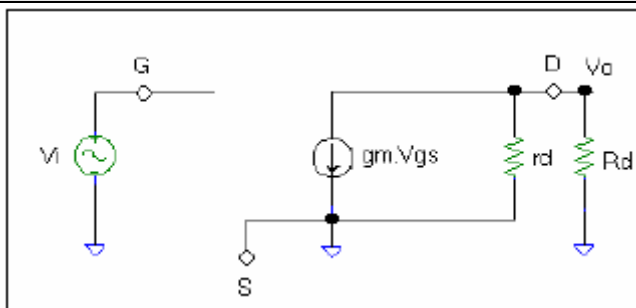
Anexo 1 : Modelo de pequeña señal del Jfet.

El modelo de pequeña señal del Jfet está dado por el siguiente circuito:



Entonces, el modelo para pequeña señal de nuestro circuito quedará:

Procedimiento



Por lo tanto $g_m \times V_{gs} = I_g$. Por mallas $I_g = V_o \cdot (r_d + R_d) / (r_d \cdot R_d)$ y además $V_i = V_{gs}$.

Todo esto hace que finalmente podamos obtener:

$$g_m = \frac{V_o \cdot (r_d + R_d)}{V_i \cdot (r_d + R_d)}$$

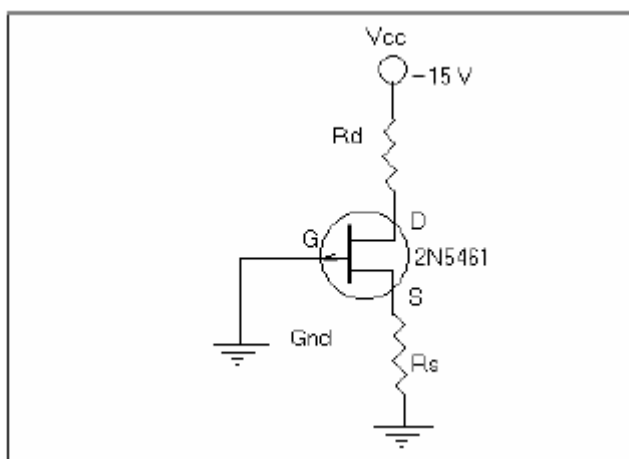
3. Polarización por resistencia de fuente

3.1 Con los valores de I_{dss} Y V_{gsoff} obtenidos, calcular un valor de R_s para que el circuito quede polarizado en $I_d = I_{dss}/2$.

3.2 Calcule además un valor de R_d de forma tal que el Fet se encuentre saturado.

3.3 Arme el circuito dado a continuación y mida el punto de trabajo.

3.4 Cambie el Fet por otro y mida el desplazamiento del punto de trabajo. En base a los valores máximos y mínimos dados por el fabricante para I_{dss} y V_{gsoff} vea que se encuentra dentro de la región dadas por estos valores extremos.



**Lista de cotejo de la práctica
número : 7**

Transistores de efecto de campo FETS

Nombre del alumno:
Instrucciones:

A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo.

 De la siguiente lista marque con una ☒ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño

Desarrollo	Si	No	No Aplica
✚ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
✚ Aplicó las medidas ecológicas en el desarrollo de la práctica.			
✚ Utilizó la ropa y equipo de trabajo.			
1. Trajo el equipo necesario para la practica			
2. Armo adecuadamente el circuito			
3. Coloco el potenciómetro para lograr 0V en el gate y el source			
4. Midió la corriente Idss sobre Rd			
5. Verificó que el valor obtenido esta dentro de las especificaciones del fabricante			
6. Para medir Vgs _{off} movió al potenciómetro hasta observar la caída de tensión			
7. Aseguro que Id = 0			
8. Midió el valor de Vgs _{off} y lo comparó con especificaciones del fabricante			
9. Midió la curva rd del JFET			
10. Midió la Idss y la tensión Vgs _{off}			
11. Movié el cursor y aseguro que Id = ½ Idss			
12. Conectó la fuente de señal a través del capacitor			
13. Midió Vo y Vi			
14. Realizó el calculo de gm			
15. Realizó el calculo de Rs con ayuda de los valores Idss y Vgs _{off}			
16. Calculo Rd de forma que el Fet se encontrará en saturado			
17. Armó el circuito de la fig 2			
18. Observó los cambios del punto de trabajo al cambiar el FET			
19. Anoto sus observaciones de la practica			
20. Limpió su área de trabajo.			
21. Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
22. Realizó el trabajo con pulcritud.			
📖 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizo la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Unidad de aprendizaje:	2
-------------------------------	---

Práctica número:	8
-------------------------	---

Nombre de la práctica:	Elaboración de fuentes de alimentación.
-------------------------------	---

Propósito de la práctica:	Al finalizar la práctica, el alumno diseñará y armará una fuente de alimentación de DC, en dos modalidades una fija y una variable, en un mismo gabinete.
----------------------------------	---

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
- Transformador de bajada (según necesidades) - Diodos rectificadores de uso general - Soldadura - Cables (los necesarios) - Rectificadores 78xx y 79xx (xx= voltaje requerido de salida ejemplo: 12 volts. - 7812 ó 7912, 6 volts- 7806 ó 7906) - Clavija - Capacitores de 1000mf		- Cautín de 30 watts - Multímetro - Caja de herramientas del montador electrónico.

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

De espacio:

- Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
- El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
- En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
- No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
- Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
- Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
- No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.

Personales:

- Lavarse las manos perfectamente.
- Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
- Evitar traer suelto el cabello largo.
- Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).

- ✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.

- Casco.
- Goggles o lentes.
- Guantes de algodón o carnauba, según sea la labor.
- Protección auditiva.
- Mascara antigases.

- 🔄 Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.

- Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
- Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
- Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
- Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
- No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.

- 📖 Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.

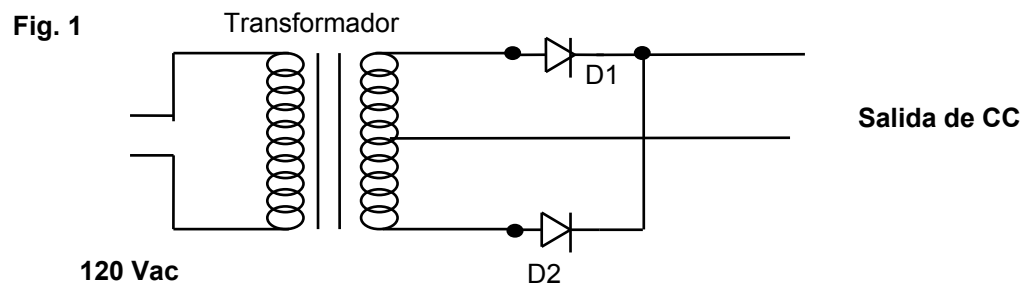
✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:

- Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.
- ✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:
 - La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
 - La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.
- ✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:
 - Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
 - Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
 - Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
 - Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
 - Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

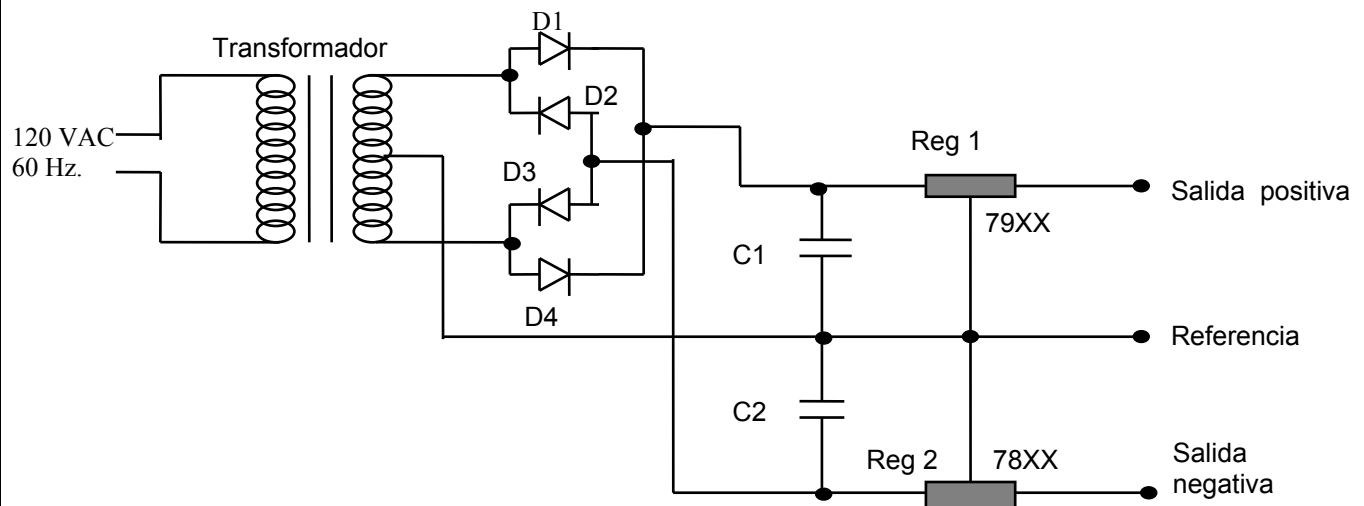
Procedimiento

Desarrollo de la práctica:

1. Organizar al grupo en equipos de trabajo con un mínimo de 3 y un máximo de 6 alumnos.
2. Preparar el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo, por equipo de alumnos.
- + Repasar las reglas de seguridad, con el cuidado necesario y determinar los puntos en los cuales se desea realizar las observaciones.
3. Revisar los métodos existentes de regulación.
4. Armar una fuente de alimentación no regulada (ver figura 1).



5. Checar las salidas del circuito.
6. Armar el circuito regulador como se muestra en la figura 2.



7. Revisar la operación del circuito y compararlo con los datos obtenidos analíticamente.
8. Comentar grupalmente las conclusiones de cada equipo para obtener consenso en el análisis y completar los reportes correspondientes.
9. Realizar la desconexión de los equipos e instrumentos empleados.
10. Guardar los instrumentos, materiales y herramientas utilizados en la práctica.
11. Limpiar el área de trabajo.
12. Elaborar un informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.
13. Realizar el trabajo con pulcritud.

Lista de cotejo de la práctica
número: 8

Elaboración de fuentes de alimentación.

Nombre del alumno:
Instrucciones:

A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo. De la siguiente lista marque con una **✓** aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño

Desarrollo	Si	No	No Aplica
✚ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
✚ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.	➤	➤	
↻ Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.			
1. Preparó el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo.			
2. Revisó los métodos existentes de regulación.			
3. Armó una fuente de alimentación no regulada (ver figura 1)			
4. Checo las salidas del circuito.			
5. Armó el circuito regulador como se muestra en la figura 2.			
6. Revisó la operación del circuito y lo comparó con los datos obtenidos analíticamente.			
7. Realizó la desconexión de los equipos e instrumentos empleados, de manera apropiada.			
8. Comentó al grupo sus conclusiones y obtuvo el consenso en el análisis para completar los reportes correspondientes.			
9. Guardó apropiadamente los instrumentos, herramientas y materiales utilizados en la práctica.			
10. Limpió su área de trabajo.			
11. Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
12. Realizó el trabajo con pulcritud.			
📖 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizo la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:

PSA: _____

Hora de inicio:	
------------------------	--

Hora de término:	
-------------------------	--

Evaluación:	
--------------------	--

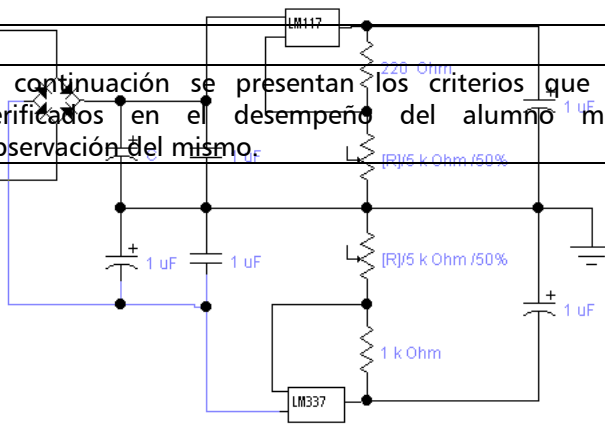
Unidad de aprendizaje	2
Práctica número:	9
Nombre de la práctica:	Fuentes de alimentación variable
Propósito de la Práctica	El alumno reafirmara todos los conocimientos de la unidad 2 de la parte de fuentes de alimentación construyendo su propia fuente de alimentación de entrega de voltaje variable para su uso posterior

Escenario	Laboratorio	
------------------	-------------	--

Duración	2hrs	
-----------------	------	--

Materiales	Maquinaria y Equipo	Herramienta
1 Transformador con relacion 1:2 a 24volts rms 4 diodos 4001 a 1 amper 6 capacitores de 1µF - reguladores de voltaje positivo y negativo variable(LM117 y LM337) - resistencias de 1K y 220 ohms 2 potenciómetros de 5K	fuentes de alimentación	- pinzas de punta y corte - multímetro

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento	
Lista de cotejo de la práctica número 9	Fuentes de alimentación para la construcción de su fuente
Nombre del alumno:	
Instrucciones:	A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo.  2. Revise el circuito terminado con su profesor de laboratorio o taller 3. Revise la configuración de los diodos, de los reguladores y los capacitores antes de conectar todo 4. Revise como se conectará el transformador antes de conectar el circuito a corriente alterna. 5. Debe de tener precaución al manejar corriente alterna, ya que un descuido puede causar daños o lesiones a su persona o los demás, así como provocar un accidente dentro del aula 6. Conectado este circuito pruebe con el multímetro la variación de los voltajes, tanto negativos como positivos a la salida de la fuente.

		De la siguiente lista marque con una ☒ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño.			
Desarrollo		Si		No	No aplica
1. El alumno cumplió con el material solicitado					
2. El alumno leyó la practica antes de comenzar a realizarla					
3. Se tiene por echo que el alumno conoce el material y la herramienta necesaria para realizar la practica					
4. El alumno siguió las instrucciones de la practica					
5. El alumno analizó el circuito propuesto					
6. El alumno pudo concluir la practica satisfactoriamente					
7. El interés del alumno se observó en la practica					
8. El Alumno resolvió sus dudas preguntando al profesor					
9. El alumno reporto sus hojas de especificaciones					
10. El alumno tomo sus precauciones para manejar corriente alterna					
Observaciones:					
PSA					
Hora de inicio:		Hora de término:		Evaluación:	

Unidad de aprendizaje:	3
-------------------------------	---

Práctica número:	10
-------------------------	----

Nombre de la práctica:	Construcción de dispositivos electromagnéticos.
-------------------------------	---

Propósito de la práctica:	Al finalizar la práctica, el alumno construirá dispositivos electromagnéticos, empleando los principios de campo eléctrico y magnético.
----------------------------------	---

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
1 Rollo de alambre magneto calibre 22 o 24 - Barniz para madera 1 Tubo de cartón de 1.2 cm. de $\square$ x 10 cm. de longitud 1 Caja de madera o cartón de 5 x 10 x 20 cm. 1 Barra de hierro dulce de 1/16 " 1 Tubo hueco de 7 cm. de longitud por 1/2" de $\square$ 1 Barra maciza de 7 cm. de longitud por 1/2" de $\square$ 2 Macizos de madera de 1/2" de $\square$ x 4 cm. de longitud. 2 Imanes de herradura.	5 Hojas de papel conductor 1 Fuente de 30 VDC / 3 A. 1 Multímetro digital 1 Base de corcho grueso 1 Fuente de 30 VAC 2 Soportes universales 2 Varillas largas para soporte	- Tinta conductora 1 Pincel 1 Tornillo de 1/4" de diámetro x 38 mm. de longitud 1 Arandela de 32 mm. de diámetro exterior x 1/4" de diámetro interior 1 Arandela de 38 mm. de diámetro exterior x 1/4" de diámetro interior 1 Brocha de 1" 2 Pinzas para soporte universal y varilla

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

De espacio:

- Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
- El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
- En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
- No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
- Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
- Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
- No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.

Personales:

- Lavarse las manos perfectamente.
- Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
- Evitar traer suelto el cabello largo.
- Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).

- ✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.

- Casco.
- Goggles o lentes.
- Guantes de algodón o carnauba, según sea la labor.
- Protección auditiva.
- Mascara antigases.

- 🔄 Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.

- Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
- Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
- Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
- Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
- No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.

- 📖 Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.

- ✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:

- Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.

- ✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:

- La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
- La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.

- ✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:

- Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
- Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
- Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
- Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
- Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

Procedimiento

1. **Desarrollo de la práctica:**
2. **Identificación de Campos eléctricos.**
3. Organizar al grupo en equipos de trabajo con un mínimo de 3 y un máximo de 6 alumnos.
4. Preparar el equipo a emplear, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo, por equipo de alumnos.
5. Asegurar que las fuentes de alimentación estén desenergizadas, antes de hacer cualquier modificación al circuito o al realizar una conexión para una medición (sólo se permitirá realizar esto, en mediciones activas, o en presencia del PSA).
6. Repasar las reglas de seguridad, con el cuidado necesario y determinar los puntos en los cuales se desea realizaran las observaciones.
7. Dibujar sobre hojas de papel conductor la siguiente figura, utilizando tinta conductora.
8. Barrer la superficie de la hoja de papel conductor, utilizando un Multímetro digital.
9. Medir el voltaje en cada centímetro de separación con referencia a la parte central de la placa conectada al negativo de la fuente.
10. Ajustar la fuente a un potencial de 30 V cd.
11. Anotar las lecturas tomadas.
12. Medir el voltaje de la placa en la parte interna, externa y contigua, de las líneas dibujadas.

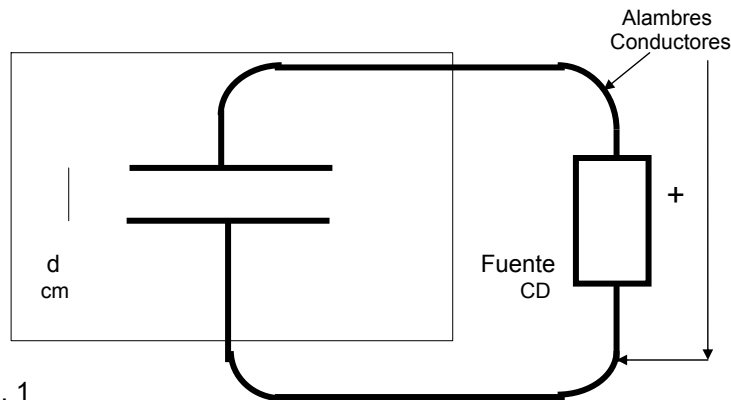


Fig. 1

1. Dibujar sobre hojas de papel conductor las siguientes figuras, repitiendo los pasos anteriores.
2. Comparar los resultados obtenidos.

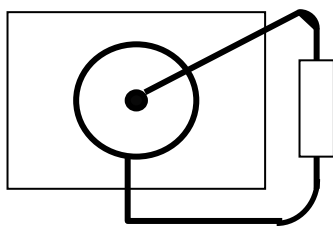


Fig. 2

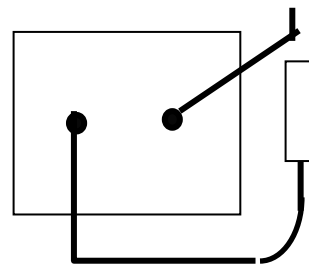


Fig. 3

Procedimiento

1. Construcción de un electroimán.

- Colocar un empaque plano de 32 mm. en un tornillo de $\frac{1}{4}$ de pulgada.
- Aislar el tornillo con una cubierta plástica.
- Colocar otro empaque de 38 mm. en la punta del tornillo. El agujero de los empaques debe de permitir el pase justo del tornillo (ver figura 4).

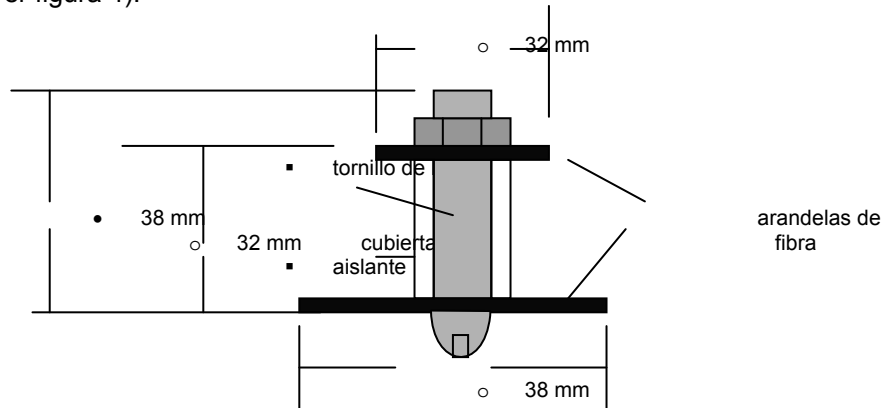


Fig.4

- Arrollar en el tornillo una capa de alambre de cobre aislado (alambre magnético) de calibre 22 ó 24, teniendo cuidado de no dañar la capa aislante de barniz del alambre, lo cual podría provocar un corto circuito.
- Repetir el arrollamiento del alambre por capas hasta llenar todo el carrete (embobinado o devanado).
- Conectar una pila o una fuente de alimentación de cd. al embobinado.
- Acercar el electroimán a unos clips y revisar lo que sucede.

3. Construcción de un timbre

- Devanar alambre esmaltado (alambre magnético) en un tubo de cartón de 1.2 cm. de diámetro y 10 cm. de longitud, aproximadamente unas 250 a 300 vueltas
- Construir una caja de madera o cartón rígido de 5 cm. de profundidad por 20 cm. de altura y 10 cm. de ancho,
- Sujetar en el interior del devanado construido, aproximadamente a 5 cm. de la base (ver figura 5)

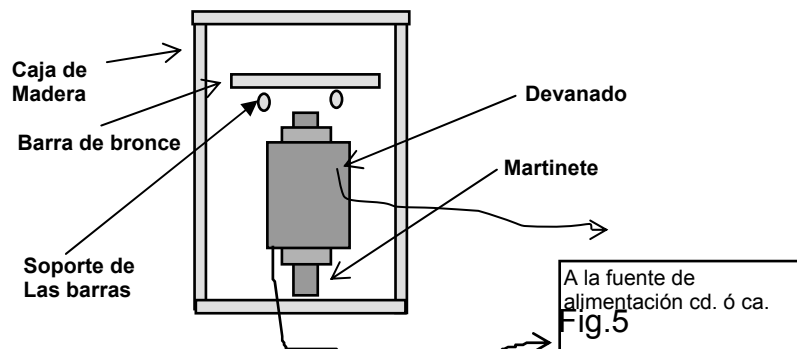


Fig.5

Procedimiento

4. Construcción de un péndulo magnético.

2. Construir dos bobinas de alambre magnético de 50 vueltas cada una.
3. Conectar las bobinas, de modo que la distancia que las separe sea de 95 cm.
4. Colocar las dos bobinas sobre soportes, como se muestra en la figura 6, cuidando que los puntos de suspensión estén a la misma altura para que tengan el mismo período de oscilación.

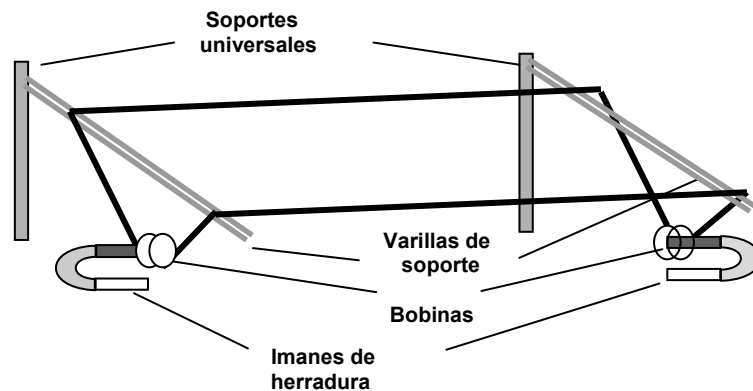


Fig. 15

5. Mover en una acción de péndulo una bobina y revisar lo que sucede con la otra bobina.
6. Cambiar la polaridad de uno de los imanes y repetir la secuencia del experimento.
7. Comentar grupalmente las conclusiones de cada equipo para obtener consenso en el análisis y completar los reportes correspondientes.
8. Realizar la desconexión de los equipos e instrumentos empleados.
9. Guardar los instrumentos y herramientas utilizados en la práctica.
10. Limpiar el área de trabajo.
11. Elaborar un informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.
12. Realizar el trabajo de acuerdo con los estándares de calidad.

Lista de cotejo de la práctica
número: 10

Construcción de dispositivos electromagnéticos.

Nombre del alumno:
Instrucciones:

A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo.

 De la siguiente lista marque con una ☒ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño

Desarrollo	Si	No	No Aplica
+ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.	☐	☐	☐
+ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.	☒	☒	☐
U Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.	☐	☐	☐
o Preparó el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo.	☐	☐	☐
Identificación de campos eléctricos.			
1. Dibujó sobre hojas de papel conductor la figura, 1 y utilizó tinta conductora	☐	☐	☐
2. Barrió la superficie de la hoja de papel conductor, y utilizó un Multímetro digital	☐	☐	☐
3. Midió el voltaje en cada centímetro de separación con referencia a la parte central de la placa conectada al negativo de la fuente	☐	☐	☐
4. Ajustó la fuente a un potencial de 30 V cd.	☐	☐	☐
5. Anotó las lecturas tomadas	☐	☐	☐
6. Midió el voltaje de la placa en la parte interna, externa y contigua, de las líneas dibujadas	☐	☐	☐
7. Dibujó sobre hojas de papel conductor las figuras, 2 y 3 repitiendo los pasos anteriores.	☐	☐	☐
8. Comparó los resultados obtenidos	☐	☐	☐
Construcción de un electroimán			
1. Colocó un empaque plano de 32 mm. en un tornillo de ¼ de pulgada	☐	☐	☐
2. Aisló el tornillo con una cubierta plástica	☐	☐	☐
1. Colocó otro empaque de 38 mm. en la punta del tornillo. El agujero de los empaques debe de permitir el pase justo del tornillo (ver figura 4)	☐	☐	☐
2. Arrolló en el tornillo una capa de alambre de cobre aislado (alambre magnético) de calibre 22 ó 24, teniendo cuidado de no dañar la capa aislante de barniz del alambre, lo cual podría provocar un corto circuito	☐	☐	☐
3. Repitió el arrollamiento del alambre por capas hasta llenó todo el carrete (embobinado o devanado)	☐	☐	☐
4. Conectó una pila o una fuente de alimentación de cd. al embobinado	☐	☐	☐
Acercó el electroimán a unos clips y revisó lo que sucede	☐	☐	☐

Desarrollo	Si	No	No Aplica
Construcción de un timbre			
1. Devanó alambre esmaltado (alambre magnético) en un tubo de cartón de 1.2 cm. de diámetro y 10 cm. de longitud, aproximadamente unas 250 a 300 vueltas			
2. Construyó una caja de madera o cartón rígido de 5 cm. de profundidad por 20 cm. de altura y 10 cm. de ancho,			
3. Sujetó en el interior del devanado construido, aproximadamente a 5 cm. de la base (ver figura 5)			
4. Devanó alambre esmaltado (alambre magnético) en un tubo de cartón de 1.2 cm. de diámetro y 10 cm. de longitud, aproximadamente unas 250 a 300 vueltas			
Construcción de un péndulo magnético.			
1. Construyó dos bobinas de alambre magnético de 50 vueltas cada una			
2. Conectó las bobinas, de modo que la distancia que las separe sea de 95 cm.			
3. Colocó las dos bobinas sobre soportes, como se muestra en la figura 15, cuidando que los puntos de suspensión estén a la misma altura para que tengan el mismo período de oscilación			
4. Movié en una acción de péndulo una bobina y revisó lo que sucede con la otra bobina.			
5. Cambió la polaridad de uno de los imanes y Repitió la secuencia del experimento.			
6. Realizó la desconexión de los equipos e instrumentos empleados, de manera apropiada.			
7. Comentó al grupo sus conclusiones y obtuvo el consenso en el análisis para completar los reportes correspondientes.			
8. Guardó apropiadamente los instrumentos, herramientas y materiales utilizados en la práctica.			
9. Limpió su área de trabajo.			
10. Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
11. Realizó el trabajo de acuerdo a los estándares de calidad.			
 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizó la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:

PSA:

Hora de inicio:	
------------------------	--

Hora de término:	
-------------------------	--

Evaluación:	
--------------------	--

Unidad de aprendizaje:	3
-------------------------------	---

Práctica número:	11
-------------------------	----

Nombre de la práctica:	Manejo de componentes electrónicos.
-------------------------------	-------------------------------------

Propósito de la práctica:	Al finalizar la práctica el alumno manejará componentes electrónicos de acuerdo con sus características y especificaciones técnicas, observando las condiciones de seguridad y ecología.
----------------------------------	--

Escenario:	Taller.
-------------------	---------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
• Un lote de transistores (diferentes tipos) • Un tubo electrónico (varios tipos) • Un lote de resistores (varias capacidades) • Un lote de capacitores o condensadores (varias capacidades) • Un lote de inductores o bobinas (varias capacidades)	• Un dispositivo de presentación visual	

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.
 - El taller deberá de estar limpio antes de iniciar la práctica.
 - No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
 - Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
 - Para tareas de soldadura se deberá usar una careta de seguridad, guantes de carnaza y un delantal de carnaza.
 - Evitar el uso de relojes, hebillas y botones expuestos, corbatas, cabello largo sin recoger.
 - En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
 - Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
 - No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.
- ✚ Aplicar las medidas ecológicas en el desarrollo de la práctica.
 - Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello.
 - Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
 - Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
 - Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
 - No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.
- ✚ Utilizar la ropa y equipo de trabajo.
 - Overol, bata o la ropa adecuada.
 - Zapatos de seguridad.
- ✚ Utilizar equipo de seguridad.
 - Casco.
 - Goggles o lentes.
 - Guantes de algodón o dieléctricos, según sea la labor.
 - Protección auditiva.
 - Mascara para polvos cuando sea necesario.
- ✓ El alumno más adelantado o experimentado, con la guía del PSA, (o el PSA) tendrá que:
 - Explicar el procedimiento que se va a ejecutar, reflexionando sobre el tipo de tareas que se aprenderán.
 - Corregir errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.
- ✓ Los alumnos tendrán que:
 - Contestar las preguntas que haga el PSA sobre el procedimiento, aspectos importantes que deben cuidar, errores más frecuentes, etc.
 - Plantear dudas, así como soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica y en relación a situaciones específicas.
 - Ejecutar el procedimiento hasta hacerlo con precisión.
 - Pasar en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.
 - Trabajar en forma conjunta.

Procedimiento

1. Identificar los diferentes componentes electrónicos de acuerdo con sus especificaciones.
2. Clasificar cada uno de los componentes electrónicos por su tipo y características.
3. Registrar la información de cada componente electrónico.
4. Conectar el circuito mostrado en la figura 1 manejando los componentes electrónicos.
5. Desconectar los componentes electrónicos.

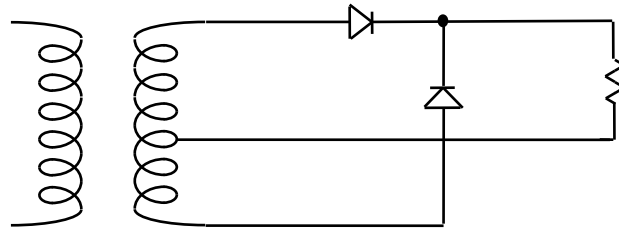


Figura 1

Lista de cotejo de la práctica número : 11	Manejo de componentes electrónicos.
---	-------------------------------------

Nombre del alumno:	
--------------------	--

Instrucciones:	A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo. De la siguiente lista marque con una ✓ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño
-----------------------	---

[illegible]

Observaciones:	
----------------	--

PSA:

Hora de inicio:	
------------------------	--

Hora de término:	
-------------------------	--

Evaluación:	
--------------------	--

Unidad de aprendizaje:	3
-------------------------------	---

Práctica número:	12
-------------------------	----

Nombre de la práctica:	Aplicación de circuitos RL y RC estables y transitorios.
-------------------------------	--

Propósito de la práctica:	Al finalizar la práctica, el alumno resolverá problemas en circuitos formados por inductores, capacitores y resistores tanto en corriente alterna como directa.
----------------------------------	---

Escenario:	Laboratorio
-------------------	-------------

Duración:	4 hrs.
------------------	--------

Materiales	Maquinaria y equipo	Herramienta
- Resistencias según valor calculado en clase 3 Capacitores de 1000 microfaradios	1 Osciloscopio de 2 canales doble trazo 1 Transformador variac de 0-120 volts 1 Banco RLC de potencia 2 Multímetros digitales 1 Fuente de CD de 30 volts / 1 A. 1 Protoboard 1 Medidor RLC	- Cables bananos con caimán 2 interruptores de 1 fase - Pinzas de punta pico de garza

NOTA: el **PSA** debe fomentar en el alumno las actitudes de responsabilidad, disciplina, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.

Procedimiento

- ✚ Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.
De espacio:
 - Identificar los señalamientos y medidas de seguridad establecidos en el taller.
 - El taller deberá estar limpio antes de iniciar la práctica.
 - En el taller se deberá contar siempre con un extintor ABC cuya carga este debidamente verificada.
 - No deberá de localizarse objeto alguno tirado en el suelo, que pueda ocasionar un accidente.
 - Todas las conexiones eléctricas del taller deberán encontrarse en buen estado y por ningún motivo existirán cables o conductores expuestos.
 - Los materiales y equipos antes de su uso, deberán estar guardados en casilleros, o su equivalente.
 - No se permitirá el acceso al taller a personas ajenas a la práctica.Personales:
 - Lavarse las manos perfectamente.
 - Evitar el uso de relojes, hebillas, botones protuberantes, corbatas, ropa holgada
 - Evitar traer suelto el cabello largo.
 - Utilizar la ropa y equipo de trabajo (Overol, bata o la ropa adecuada, zapatos de seguridad).
- ✚ Utilizar el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.
 - Casco.
 - Goggles o lentes.
 - Guantes de algodón o carnauba, según sea la labor.
 - Protección auditiva.
 - Mascara antigases.
- ✚ Aplicar las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.
 - Los desperdicios que se generen, deberán ser depositados en los recipientes adecuados para ello (separando los materiales orgánicos e inorgánicos).
 - Deberá de evitarse residuos de aceites o grasas en el piso.
 - Se deberá evitar daños a materiales, equipos, mobiliario y aulas.
 - Los materiales que sean susceptibles a ser reutilizados serán conservados para tal fin.
 - No se permitirá introducir al taller, alimentos y bebidas.
- 📖 Aplicar estrategias de construcción del aprendizaje.
- ✓ Se sugiere que con la guía del PSA, el alumno más adelantado o experimentado:
 - Explique el procedimiento que se va a ejecutar, reafirmando el tipo de tareas que se aprenderán.
- ✓ El PSA realizará de manera adicional a la conducción y supervisión de las actividades de la práctica:
 - La aportación de comentarios referentes a los resultados que se vayan obteniendo en cada actividad desarrollada.
 - La corrección de errores o malas interpretaciones en el procedimiento, para su correcta ejecución.
- ✓ Los alumnos participaran activamente a lo largo de la práctica:
 - Contestando las preguntas que haga el PSA, sobre el procedimiento desarrollado, los aspectos importantes que deben cuidar, los errores más frecuentes que se suelen cometer, las recomendaciones del fabricante, etc.
 - Planteando sus dudas, así como las posibles soluciones a los problemas que se presenten durante la práctica, incluyendo las relacionadas con situaciones y casos específicos.
 - Explicando el procedimiento a sus compañeros y tratando de ayudarse mutuamente en la comprensión de los conocimientos implícitos.
 - Ejecutando el procedimiento, tantas veces como sean necesarias, hasta hacerlo con precisión.
 - Pasando en forma rotatoria por el aprendizaje de enseñar.

Procedimiento

Desarrollo de la práctica:

1. Organizar al grupo en equipos de trabajo con un mínimo de 3 y un máximo de 6 alumnos.
2. Preparar el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo, por equipo de alumnos.
- ✚ Repasar las reglas de seguridad, con el cuidado necesario y determinar los puntos en los cuales se desea realizar las observaciones.

Análisis de la CD.

3. Armar el circuito de la figura 1. C es un capacitor de 1000 μ F/ a 25 V, Rc, Resistencia de carga, Rd resistencia de descarga, ambas son iguales.

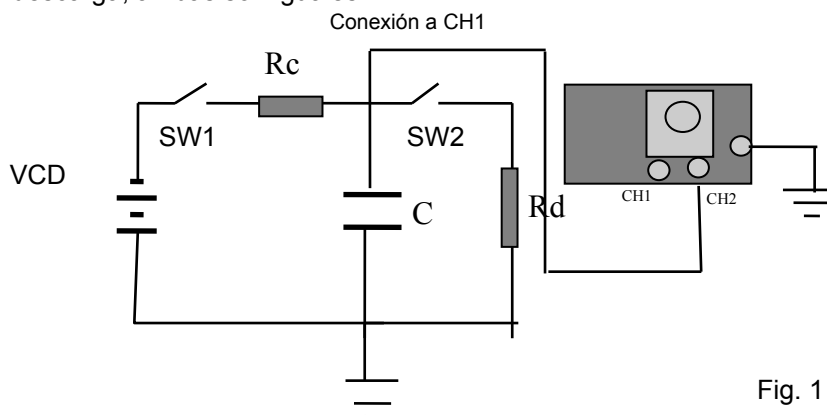


Fig. 1

4. Ajustar VCD a 10 volts medidos con Multímetro.
5. Ajustar los controles del osciloscopio para poder registrar 2 V/DIV.
6. Ubicar el nivel voltaje 0 donde indica la figura anexa.

Nota: Como usted debió conmutar el osciloscopio en 2 V/DIV, cuando se recorran 5 divisiones se tendrán en la fuente 10 volts, mismos que alimentarán al circuito RC por lo tanto el haz de electrones del osciloscopio deberá estar como muestra la figura 2 en nivel 10 Volts.

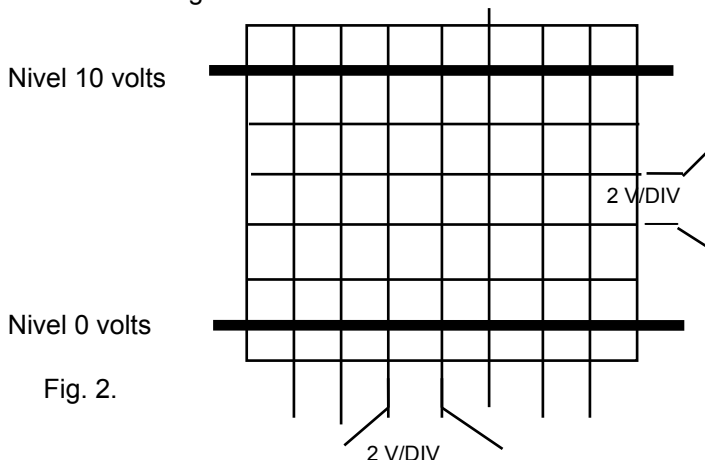


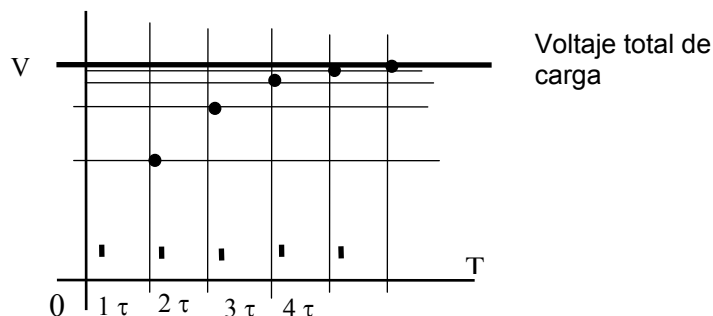
Fig. 2.

7. Verificar que el capacitor se encuentre inicialmente descargado.

Procedimiento

8. Calcular la constante de tiempo que se origina al conectarle al capacitor una resistencia.
9. Anotar el valor de t .
10. Calcular el valor del tiempo total de carga del capacitor.
11. Anotar los datos.
12. Iniciar la toma de datos, ya que SW1 y SW2 están abiertos.
13. Conmutar el osciloscopio para CD. El haz de electrones debe estar en la parte inferior de la pantalla.
14. Al cerrar SW1, conectar un cronómetro.
15. Detener el cronómetro cuando el haz de electrones alcance el voltaje VLD.
16. Registrar el tiempo.
17. Abrir SW1.
18. Cerrar SW2.
19. Conectar el cronómetro.
20. Calcular la constante de tiempo que se origina al conectarle al capacitor una resistencia.
21. Anotar el valor de t .
22. Calcular el valor del tiempo total de carga del capacitor.
23. Anotar los datos.
24. Iniciar la toma de datos, ya que SW1 y SW2 están abiertos.
25. Conmutar el osciloscopio para CD. El haz de electrones debe estar en la parte inferior de la pantalla.
26. Al cerrar SW1, conectar un cronómetro.
27. Detener el cronómetro cuando el haz de electrones alcance el voltaje VLD.
28. Registrar el tiempo.
29. Abrir SW1.
30. Cerrar SW2.
31. Conectar el cronómetro.
32. Detener el cronómetro cuando el haz descienda hasta cero.
33. Registrar el tiempo.
34. Repetir el procedimiento 10 ó 15 veces.
35. Analizar los datos obtenidos.

Nota: Recuerde que el tiempo total de carga o descarga de un capacitor está compuesto de 5 constantes de tiempo llamadas τ y que se calcula multiplicando el valor de R y C . Utilice una constante grande, de tal manera que se pueda cronometrar, quizá unos 5 o 6 segundos, esto le dará un tiempo total de carga o descarga de 25 o 30 segundos. Descargue su capacitor.



36. Cerrar SW1.
37. Conectar el cronómetro (SW1 deberá estar conectado durante el tiempo calculado de t).
38. Desconectar SW1.
39. Medir el voltaje en la pantalla del osciloscopio. La lectura debe ser lo más rápido posible pues el capacitor tiende a descargarse.

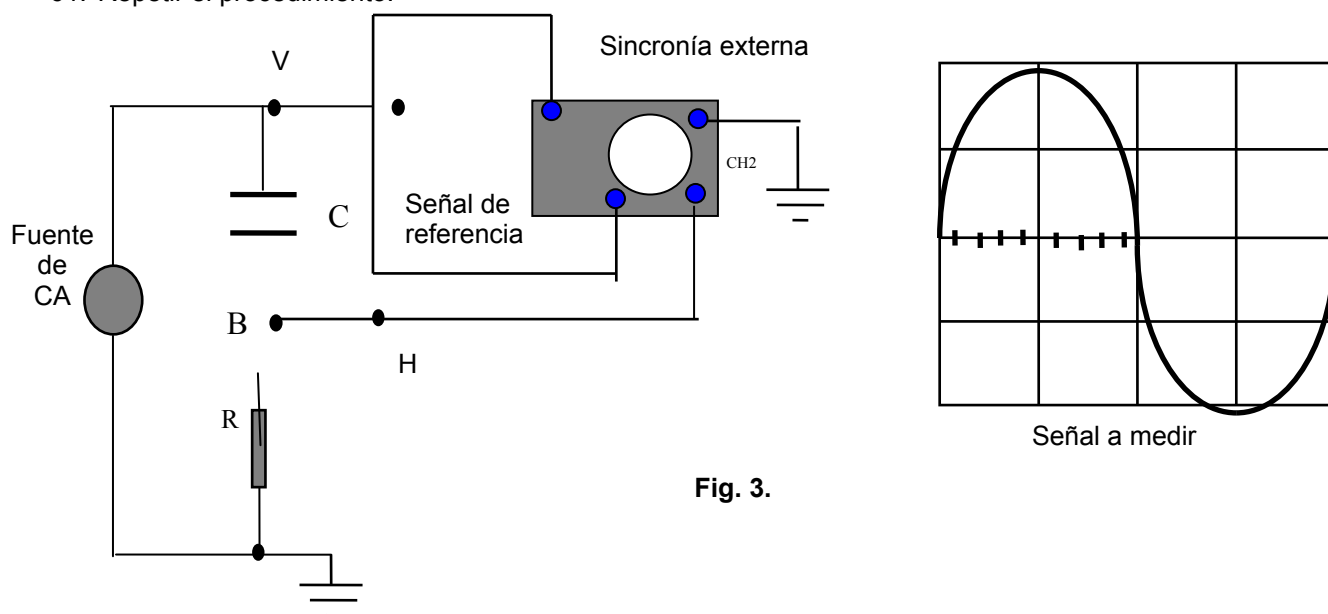
Procedimiento

40. Anotar la lectura. Sin descargar el capacitor.
41. Conectar SW1.
42. Conectar el cronómetro (SW1 deberá estar cerrado el tiempo calculado de t)
43. Leer la magnitud de voltaje en el osciloscopio., al desconectar SW1 Conectar SW1.
44. Conectar el cronómetro (SW1 deberá estar cerrado el tiempo calculado de t) Leer la magnitud de voltaje en el osciloscopio, al desconectar SW1.
45. Repetir los pasos anteriores hasta alcanzar las 5 constantes.
46. Anotar los resultados.
47. Repetir todo el procedimiento 5 veces.
48. Calcular el promedio de cada constante.
49. Elaborar una gráfica de V vs constante de tiempo.
50. Dibujar la curva característica de carga del capacitor.
51. Repetir el procedimiento y cálculos para el tiempo total de descarga.

REPETIR TODO EL PROCEDIMIENTO DESCRITO SUSTITUYENDO EL CAPACITOR POR UNA INDUCTANCIA.

Análisis de la CA

52. Armar el circuito de la figura 3.
53. Calcular el ángulo de desfazamiento entre el voltaje y la corriente en el circuito.
54. Medir el desfazamiento de la señal. El período ocupa 10 divisiones, de esta manera podemos calcular que cada división vale 18 grados $180/10 = 18$ grados por división.
55. Insertar en pantalla ambas señales superponiendo el desfazamiento producido.
56. Medir el desfazamiento entre la tensión y la corriente en el capacitor
57. Repetir el procedimiento para diferentes valores de capacitores y resistores.
58. Comprobar la validez de la teoría con las gráficas obtenidas.
59. Medir y calcular los parámetros de las siguientes tablas, (M1 es un voltímetro, M2 es un amperímetro) en el circuito.
60. Sustituir el capacitor por un inductor.
61. Repetir el procedimiento.



Procedimiento

R	Z=VAB/L	Xc=1/2TTFc	Q grad.	Z	
				Xc/senQ	Xc/senQ

R (Ω)	C (μ F)	I (A)	Vab (V)	F (Hz)	Vr (V)	Vc (V)	Xc (Vc/I)	Z=VAB/I	Z= (R ² +Xc ²) ^{1/2}	I=V/R

62. Comentar grupalmente las conclusiones de cada equipo para obtener consenso en el análisis y completar los reportes correspondientes.
63. Realizar la desconexión de los equipos e instrumentos empleados.
64. Guardar los instrumentos, materiales y herramientas utilizados en la práctica.
65. Limpiar el área de trabajo.
66. Elaborar un informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.

**Lista de cotejo de la práctica
número: 12**

Aplicación de circuitos RL y RC estables y transitorios.

Nombre del alumno:
Instrucciones:

A continuación se presentan los criterios que van a ser verificados en el desempeño del alumno mediante la observación del mismo.

 De la siguiente lista marque con una ☒ aquellas observaciones que hayan sido cumplidas por el alumno durante su desempeño

Desarrollo	Si	No	No Aplica
+ Aplicó las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.			
+ Utilizó el equipo de seguridad, de acuerdo al tipo de práctica a desarrollar.	☒	☒	
+ Aplicó las medidas ecológicas durante el desarrollo de la práctica.			
1. Preparó el equipo a emplear, los instrumentos de medición, las herramientas y los materiales en las mesas de trabajo.			
Análisis de la CD.			
2. Armó el circuito de la figura 1. C es un capacitor de 1000 μ F/ a 25 V, Rc, Resistencia de carga, Rd resistencia de descarga, ambas son iguales			
3. Ajustó VCD a 10 volts medidos con multímetro			
4. Ajustó los controles del osciloscopio para poder registró 2 V/DIV			
5. Ubicó el nivel voltaje 0 donde indica la figura anexa			
6. Verificó que el capacitor se encuentre inicialmente descargado.			
7. Calculó la constante de tiempo que se origina al conectar al capacitor una resistencia			
8. Anotó el valor de t			
9. Calculó el valor del tiempo total de carga del capacitor			
10. Anotó los datos			
11. Inició la toma de datos, ya que SW1 y SW2 estando abiertos			
12. Conmutó el osciloscopio para CD. El haz de electrones estaba en la parte inferior de la pantalla			
13. Cerró SW1			
14. Conectó un cronómetro			
15. Detuvo el cronómetro cuando el haz de electrones alcanzo el voltaje VLD			
16. Registró el tiempo			
17. Abrió SW1			
18. Cerró SW2			
19. Conectó el cronómetro			

Desarrollo	Si	No	No Aplica
20. Detuvo el cronómetro cuando el haz descendió hasta cero			
21. Registró el tiempo			
22. Repitió el procedimiento 10 ó 15 veces			
23. Analizó los datos obtenidos			
24. Cerró SW1			
25. Conectó el cronómetro (El SW1 estuvo conectado durante el tiempo calculado de t).			
26. Desconectó SW1			
27. Midió el voltaje en la pantalla del osciloscopio. La lectura fue lo más rápido posible pues el capacitor tiende a descargarse			
28. Anotó la lectura. Sin descargar el capacitor			
29. Conectó SW1			
30. Conectó el cronómetro (SW1 deberá estar cerrado el tiempo calculado de t)			
31. Leyó la magnitud de voltaje en el osciloscopio., al desconectar SW1 Conectó SW1			
32. Conectó el cronómetro (SW1 estuvo cerrado el tiempo calculado de t) Leyó la magnitud de voltaje en el osciloscopio., al desconectar SW1			
33. Repitió los pasos anteriores hasta alcanzar las 5 constantes			
34. Anotó los resultados			
35. Repitió todo el procedimiento 5 veces			
36. Calculó el promedio de cada constante			
37. Elaboró una gráfica de V vs constante de tiempo			
38. Dibujó la curva característica de carga del capacitor			
39. Repitió el procedimiento y cálculos para el tiempo total de descarga			
40. Repitió todo el procedimiento descrito y sustituyó el capacitor por una inductancia			
Análisis de la CA			
41. Calculó el ángulo de desfazamiento entre el voltaje y la corriente en el circuito			
42. Armó el circuito de la figura 3			
43. Midió el desfazamiento de la señal.			
44. Insertó en pantalla ambas señales superponiendo el desfazamiento producido			
45. Midió el desfazamiento entre la tensión y la corriente en el capacitor			
46. Repitió el procedimiento para diferentes valores de capacitores y resistores			
47. Comprobó la validez de la teoría con las gráficas obtenidas			
48. Realizó la desconexión de los equipos e instrumentos empleados, de manera apropiada.			

Desarrollo	Si	No	No Aplica
49. Comentó al grupo sus conclusiones y obtuvo el consenso en el análisis para completar los reportes correspondientes.			
50. Guardó apropiadamente los instrumentos, herramientas y materiales utilizados en la práctica.			
51. Limpió su área de trabajo.			
52. Elaboró el informe individual del análisis de los procesos efectuados, empleando los reportes generados a lo largo de la práctica, incluyendo los procedimientos realizados, las observaciones y las conclusiones.			
 Participó de manera activa en las estrategias de construcción del aprendizaje recomendadas.			
❖ Realizo la práctica con responsabilidad, limpieza, seguridad y trabajo en equipo.			

Observaciones:	
-----------------------	--

PSA: _____

Hora de inicio:	
------------------------	--

Hora de término:	
-------------------------	--

Evaluación:	
--------------------	--

Resumen

El resumen de este manual se basará en conocimientos básicos como los componentes electrónicos que son entre muchos otros: Resistencias que son elementos que se oponen al flujo de electrones, estos se clasifican en variables y fijos, las variables se puede cambian el valor de la resistencia facilitando al

operador que este cambiando las resistencias que se necesitan, las fijas son aquellas que tienen un solo valor. Recuerde que estas pueden ser identificadas por el código de colores.

Otro aspecto que ayudará para el desarrollo de esta materia y ampliar su conocimiento son las compuertas lógicas que son: AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR y XNOR

Además de estos conocimientos se observó que todos los elementos en los que se maneja alguna fuente de voltaje o corriente están relacionados los campos eléctricos y campos magnéticos, recuerde que los antecesores de la electricidad, pudieron formar leyes como la ley de Faraday, La ley de Inducción, las Ecuaciones de Maxwell, la fuerza de Lorentz y muchos otros principios que sirven para poder explicar todos los fenómenos eléctricos que conocemos.

Algo que nos ayudará a comprender algunos de tantos fenómenos físicos eléctricos son las técnicas de análisis de circuitos que entre las más conocidas están las de Kirchhoff, el método de mallas y el de nodos. Que nos ayudaran a simplificar problemas en las prácticas de electrónica.

Entre otros elementos electrónicos que nos interesan están los diodos, los capacitores, los inductores así como los transistores, que en conjunto pueden ayudar para construir filtros, rectificadores y fuentes de voltaje así como amplificadores de potencia para amplificar alguna señal analógica o digital.

Todo esto lleva a un estudio de las matemáticas que no se conocían hasta el momento que son los números complejos, que nos ayudan a tener otro punto de vista abstracto a la solución y respuesta de un circuito ante una fuente de voltaje o señal de alimentación, ya sea corriente directa o corriente alterna.

Autoevaluación de Conocimientos de la Unidad I

1. Defina que es resistencia
2. ¿Cuál es el símbolo que representa una resistencia en un circuito?
3. Tipos de resistencias
4. ¿Qué factores determinan la resistencia de un material?
5. Mencione los colores que se utilizan para la identificación de una resistencia
6. ¿Qué es un conductor?
7. ¿Qué es un semiconductor?
8. Mencione que compuertas lógicas existen
9. ¿Qué es el campo magnético?
10. Mencione El principio de inducción
11. Mencione cual son las técnicas de análisis de circuitos principales

Respuestas a la Auto evaluación de Conocimientos de la Unidad I

1. El flujo de carga que atraviesa cualquier material encuentra una fuerza opuesta que, en muchos aspectos, es similar a la fricción mecánica, a esto se le denomina resistencia
2. 
3. Variables y Fija
4. El material, La longitud, El área transversal y La temperatura
5. negro, café, rojo, naranja, amarillo verde, azul, violeta, gris, blanco, dorado y plateado
6. Cualquier material que ofrezca poca resistencia al flujo de electricidad
7. Material sólido o líquido capaz de conducir la electricidad mejor que un aislante, pero peor que un metal
8. AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, XNOR
9. Es el espacio alrededor de un imán permanente o de un conductor que conduce corriente
10. A las corrientes eléctricas producidas mediante campos magnéticos Faraday las llamó corrientes inducidas. Desde entonces al fenómeno consistente en generar campos eléctricos a partir de campos magnéticos variables se denomina inducción electromagnética.
11. Mallas, Nodos, Kirchoff

Autoevaluación de Conocimientos de la Unidad II

1. ¿Qué es un diodo?
2. ¿Qué es un transistor?
3. Mencione 3 ventajas y 3 desventajas de un transistor
4. Enuncie la ley de Ohm
5. Mencione algunos efectos de los inductores
6. Mencione los tipos de reguladores de voltaje que puede ocupar una fuente
7. Mencione las clases de amplificadores de potencia

Respuestas a la Autoevaluación de Conocimientos de la Unidad II

1. Es la unión de una capa tipo N y una capa tipo P
2. estructuralmente consta de tres capas superpuestas de semiconductores diferentes
3. **Ventajas**
 - a) Elimina la necesidad de calentar el filamento de un bulbo, que genera mucho calor y desperdicia mucha energía para obtener electrones móviles. Además, el encendido de un equipo transistorizado es prácticamente instantáneo.
 - b) Trabaja con tensiones muy pequeñas y nada peligrosas para quienes las manipulan. Es decir, pueden trabajar directamente con pilas de pequeño voltaje.
 - c) Fiabilidad mecánica muy superior a la de los bulbos, pues, al no ser una cápsula al vacío sino un elemento de estado sólido encapsulado en plástico o metal, puede aguantar grandes vibraciones y esfuerzos que no podría soportar bulbo.
- Desventajas**
 - a) El pequeño tamaño real de las uniones PNP y NPN queda compensado por la necesidad de colocarle superficies radiantes del calor o disipadores que permitan al transistor evacuar el calor y manejar potencias más elevadas, sin que la temperatura aumente excesivamente. Eso hace que la ventaja de su pequeño tamaño desaparezca en cuanto aumentamos la potencia de los transmisores.
 - b) Las bajas tensiones a las que funciona pueden ser una desventaja, pues los hace muy frágiles a impulsos de tensión transitorios de la red y otros impulsos parásitos. Se destruyen con más facilidad que los bulbos.
 - c) Ligeramente más frágiles de manejar que los bulbos cuando se montan en las placas de circuito impreso, pues pueden dañarse por aplicación de calor excesivo con el soldador.
4. La ley de ohm es la relación algebraica entre el voltaje y la corriente de un resistor.
5. Inductancia mutua, capacitancia distribuida en la bobina, reactores de radiofrecuencia
6. Reguladores Positivos y Negativos
7. Clase A, B, AB, C y D

Autoevaluación de Conocimientos de la Unidad III

1. ¿Quién unificó las teorías de la electricidad y el magnetismo?
2. Enuncie la ley de coulomb
3. Mencione algunas características de un señal de CA
4. Mencione algunas propiedades de una señal de CA
5. Mencione algunas ventajas de la CA
6. ¿Qué operaciones se pueden realizar con números complejos
7. Defina de la formula $Z=R+jX$ los elementos que la componen
8. Mencione como se representan las impedancia para: una resistencia, una bobina y capacitor o condensador
9. En que unidades se mide la capacitancia, la inductancia y la resistencia

Respuestas a la Autoevaluación de Conocimientos de la Unidad III

1. James Clerk Maxwell
2. Es una manifestación habitual de la electricidad es la fuerza de atracción o repulsión entre dos cuerpos estacionarios que, de acuerdo con el principio de acción y reacción, ejercen la misma fuerza eléctrica uno sobre otro.
3. Frecuencia, periodo, amplitud, valor instantáneo, valor eficaz
4.
 - a) Los generadores de CA (alternadores) son más eficaces y sencillos que los de CC (dinamos).
 - b) La tecnología necesaria para el transporte de energía a grandes distancias es mucho más económica y accesible en alterna que en continua.
 - c) Los receptores de CA son más numerosos y utilizables en casi todas las aplicaciones.
 - d) La conversión de CA en CC no presenta complicaciones
5. suma, resta, multiplicación, división
6. Z = impedancia, R = resistencia y X = reactancia
7. para una resistencia $Z=R$, inductancia $Z = j \cdot \omega \cdot L$ y para un capacitor $Z = -j \frac{1}{\omega \cdot C}$
8. Resistencia en Ohms, inductancia en Henrys y capacitancia en Farads

Glosario de Términos

Resistencia	Cuerpo poco conductor, o conductor de mucha longitud, que se intercala en un circuito para que obre por su resistencia eléctrica: ~ <i>de carga</i> , la conectada en paralelo con una carga de alta impedancia, de forma que el circuito de salida pueda proporcionar, en la carga, la mínima corriente requerida para la operación en cuestión.
Conductor	Cuerpo que deja pasar fácilmente a través de su masa el calor o la electricidad: ~ <i>eléctrico</i> , cuerpo buen conductor, gralte, alambre o cable, que se emplea para establecer comunicación eléctrica entre dos cuerpos de diferente potencial, dando paso a la corriente.
Semiconductores	Material de resistencia apreciablemente más alta que la de los buenos conductores e inferior a la de los aisladores, la cual decrece al aumentar la temperatura.
Aislante	Cuerpo mal conductor del calor y la electricidad.
Superconductor	Desaparición brusca y total de la resistencia de algunos materiales cuando su temperatura desciende por debajo de un cierto límite.
Voltaje	Potencial eléctrico, expresado en voltios.
Corriente	Paso de la electricidad entre dos puntos de diferente potencial, a través de un conductor. Puede ser <i>continua</i> , cuando fluye siempre en la misma dirección, y <i>alterna</i> cuando cambia periódicamente de dirección.
Circuito	Camino que sigue una corriente eléctrica desde uno al otro polo del generador; esp. Cuando pasa por aparatos donde esta corriente es utilizada o modificada.
Nodo	Un punto en el que se une uno o mas elementos del circuito
Trayectoria	Un recorrido que une elementos básicos adyacentes sin incluir elementos mas de una vez
Rama	Trayectoria que une dos nodos
Lazo	Una trayectoria que cuyo ultimo nodo es el mismo que el nodo inicial
Malla	Lazo que no encierra a otros lazos
Transformador	Aparato que sirve para transformar una corriente alterna de alta tensión y débil intensidad en otra de baja tensión y gran intensidad, o viceversa.
Transistor	Aparato fundado en las propiedades semiconductoras del germanio y el silicio que, entre otros usos, tiene el de sustituir a los tubos electrónicos.
Diodo	Dispositivo electrónico de dos electrodos por la que circula la corriente en un solo sentido.
Bobina	Componente de los circuitos eléctricos, formado por un hilo conductor aislado y arrollado repetidamente, en forma variable según su uso; ~ <i>deflectora</i> , la situada alrededor del cuello de un tubo de rayos catódicos para desviar el haz de electrones

Bibliografía

- Boylestad, Robert L Louis Nashelsky **Electrónica: Teoría de Circuitos** Ed. Pearson Prentice Hall, Sexta edición Cap. 1,2,3,4,5,16,19
- Boylestad, Robert L **Introducción al análisis de circuitos**, 10a edición, Editorial: Pearson Cap. IV, VIII y IX.
- Chatelain, **Dispositivos semiconductores**, Limusa, México 2002, Cap. I, II, III, IV, y V.
- Harper Enríquez, **Fundamentos de Electricidad 4**, Limusa, México 2003.
- Irwin, David, **Análisis de Circuitos en Ingeniería**, Prentice Hall, México, 1997. Cap. 4.
- James W. Nilsson, Susan A. Riedel **Circuitos Eléctricos** Ed. Prentice Hall Sexta edición Cap. 1,2,3,4 ,6,14
- David Halliday, Robert Resnick, Kenneth S. Krane **Física Vol.2 Versión ampliada** Ed. CECSA, Cuarta edición, Cap. 27,28 ,31, 32,34,36 ,38, 39.
- Wolf, Gerbard. **Electrónica digital**. Ed. Marcombo, Barcelona, España, 1995.
- Heinz Rieger **Corriente alterna ep12**. Ed. Marcombo, Barcelona 1990.
- Pere Castellví Girones, AngelinaPeñaranda Aylón **Electromagnetismo y corriente alterna**, Barcelona 1995