

41126  
30



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN**

**“SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE  
(UPS) Y SUS APLICACIONES”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
P R E S E N T A:  
**EDGAR ESCOBAR CERNAZ**

**ASESOR: ING. RAÚL BARRÓN VERA**

**SAN JUAN DE ARAGÓN, ESTADO DE MÉXICO 2003**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

A



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. RAÚL BARRÓN VERA  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 23 de septiembre del año en curso, por la que se comunica que el alumno EDGAR ESCOBAR CERNAZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS) Y SUS APLICACIONES", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

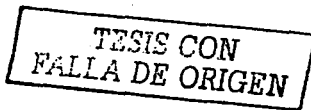
Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 24 de septiembre del 2003  
EL SECRETARIO

  
Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR/vr



B



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN

## AGRADECIMIENTOS

### **A MIS PADRES**

Con respeto, cariño y profundo agradecimiento  
Por sus sacrificios, comprensión y todo el apoyo  
Brindado durante mi formación profesional.

### **A MIS HERMANOS**

Orquidea Alicia, Noreida, Rodolfo, Exzar Neftaly  
Por su apoyo recibido y comprensión.

### **A MI ESPOSA**

Graciela Ochoa Alanís  
Por su apoyo recibido y comprensión.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN

### **AL ING. RAUL BARRON VERA**

Con respeto y admiración por el apoyo recibido  
A mi asesor de tesis al ing. Raul Barron Vera por  
la ayuda brindada, y por su paciencia en la  
elaboración de esta tesis.

### **A MIS AMIGOS**

Por su amistad brindada, apoyo y consejos que han  
Contribuido para el desarrollo de mi formación  
profesional.

### **A MI ESCUELA ENEP ARAGON**

Agradezco infinitamente el privilegio y la oportunidad  
Que me brindo, para tener una formación  
Profesional.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

D



## TITULO DE TESIS

**Sistemas de energía ininterrumpible (UPS) y sus aplicaciones.**

### OBJETIVO:

Objetivo de la tesis:

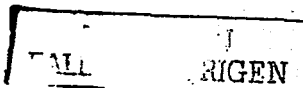
Describir los fundamentos teóricos - prácticos en los que se basa la aplicación de los convertidores de corriente alterna a corriente directa y de corriente directa a corriente alterna en la aplicación de los sistemas de energía ininterrumpible (UPS).

### OBJETIVOS PARTICULARES:

- Describir los diferentes tipos de semiconductores que se emplean en la utilización de estos convertidores.
- Describir las formas de control de los convertidores.
- Describir y realizar un estudio general enfocado a la aplicación de los convertidores de corriente directa a corriente alterna por medio de tiristores aplicados en los sistemas de energía ininterrumpible (UPS).

### OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN:

El objetivo de la investigación es el describir los métodos para convertir la energía de corriente alterna a corriente directa y aplicar este tipo de conversión a sistemas que requieren este tipo de energía, que soluciona el suministro de energía de las grandes empresas, garantizando la continuidad de sus operaciones.



E



## ANTECEDENTES:

La revolución de la electrónica inicia con la invención del transistor de silicio en los Bell telephone laboratorios por los señores Bardeen, Brattain y Schockley. La mayor parte de las tecnologías electrónicas avanzadas actuales tienen su origen en esta invención.

A través de los años, la microelectrónica moderna ha evolucionado a partir de los semiconductores de silicio. El siguiente gran parte aguas en 1956, también provino de los laboratorios Bell Telephone la invención del transistor de disparo PNP, que se definió como un tiristor o rectificador controlado de silicio (SRC). En 1958 con el desarrollo del tiristor comercial por la compañía General Electric ese fue el principio de una nueva era en la electrónica de potencia.

Desde entonces, se han inducido muy diversos tipos semiconductores de potencia y técnicas de conversión. La revolución de la microelectrónica nos dio la capacidad de procesar una gran cantidad de información a una velocidad increíble.

La electrónica de potencia formara y condicionara la electricidad, en alguna parte de la línea de transmisión, entre el punto de generación y todos los usuarios. La revolución de la electrónica de potencia ha ganado inercia, desde el fin de los años 80's y principios de los 90's.

## INTRODUCCION

A continuación se presenta un estudio de los sistemas de energía ininterrumpible (UPS) específicamente basándonos en los convertidores de ca a cd y de cd a ca.

Los sistemas de fuerza ininterrumpible están diseñados para alimentar energía de CA con confiabilidad y precisión a cargas sensibles, como son computadoras, equipo electrónico, instrumentación, equipo de control, equipo medico, cuartos de operación, etc.

TRABAJO  
FALLA DE ORIGEN

F



El siguiente estudio define los requerimientos para un sistema de fuerza ininterrumpible (UPS). La salida de CA del UPS no debe ser afectada por la calidad de la entrada de CA de UPS ni por la carga.

Iniciando con una breve historia de la electrónica de potencia y su desarrollo que ha venido creciendo con el paso de los años y las necesidades, hablando también de los convertidores de CA a CD y de CD a CA.

Posteriormente se analizan los diferentes semiconductores de potencia tales como: diodos, scr's, triac, diac, gto e igbt, ya que estos dispositivos han tenido y siguen teniendo un gran auge en aplicaciones donde se tiene la necesidad de controlar grandes cantidades de energía. Estos semiconductores se emplean para la conversión de energía y para aprovechar la corriente directa que resulta de estos convertidores.

Asimismo se realiza un estudio y descripción de los convertidores de ca a cd, mencionando sus ventajas formas de funcionamiento, basándose en un arreglo elemental y los diferentes arreglos y/o montajes que existen.

Posteriormente se describen las formas de control de los convertidores esto es básicamente reguladores de voltaje de entrada, se realizara el análisis de la aplicación de estos convertidores de los Sistemas de Energía Ininterrumpible (UPS).

Comenzando con el estudio sobre la operación de un convertidor, analizando el proceso de encendido del tiristor, proceso de bloqueo, posteriormente se realiza un estudio del principio de operación de los inversores monofásicos y trifásicos. Por ultimo se realiza el análisis de la aplicación de los sistemas de energía ininterrumpible (UPS) concluyendo el trabajo hablando de las diferentes tecnologías y clasificaciones que existen en equipos (UPS).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





## INDICE

### **1. DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA**

1.1	LA ELECTRONICA DE POTENCIA.....	1
1.2	DESCRIPCION DE LOS DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA.....	3
1.3	INTRODUCCION DE LOS DIODOS DE POTENCIA.....	4
1.3.1	DIODO DE POTENCIA.....	5
1.3.2	CARACTERISTICAS DE LOS DIODOS.....	7
1.4	SCR (RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO).....	9
1.4.1	FORMA DE ONDA DE UN SCR.....	11
1.4.2	CARACTERISTICAS DE PUERTA DEL SCR.....	13
1.5	TRIACS.....	14
1.5.1	FORMAS DE ONDA DEL TRIAC.....	16
1.6	DIACS.....	18
1.6.1	COMPORTAMIENTO ELECTRICO DEL DIAC.....	20
1.7	GTO (TIRISTOR DESACTIVADO POR COMPUERTA).....	20
1.8	IGBT (TRANSISTOR DE COMPUERTA AISLADA).....	22

### **2. CONVERTIDORES DE AC Y DC**

2.1	QUE ES UN CONVERTIDOR.....	23
2.1.1	DESCRIPCION DEL PWM.....	24
2.2	TIPOS DE CONVERTIDORES.....	26
2.3	PRINCIPIO DE OPERACION.....	32
2.4	INVERSORES MONOFASICOS.....	35
2.5	INVERSORES TRIFASICOS.....	38

ESTE CON  
FALLA DE ORIGEN

+



### 3. SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS)

3.1	GENERALIDADES.....	48
3.2	DESCRIPCIÓN DEL UPS.....	49
3.3	NECESIDADES PARA TENER UN EQUIPO UPS.....	56
3.4	TECNOLOGÍAS DE LOS UPS.....	59
3.4.1	SISTEMA ROTATORIO.....	60
3.4.2	SISTEMA DE MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA.....	61
3.4.3	SEGUNDA GENERACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LOS INVERSORES TRIODOS DE PODER.....	62
3.4.4	TERCERA GENERACIÓN DE INVERSORES SCR.....	62
3.4.5	CUARTA GENERACIÓN: SCR RÁPIDOS.....	64
3.5	CLASIFICACIÓN DE LOS UPS.....	65
3.5.1	SISTEMAS DE "ON LINE".....	66
3.5.2	SISTEMAS "OFF LINE".....	67
3.5.3	SISTEMAS DE LÍNEA INTERACTIVA (LINE INTERACTIVE).....	68

### 4. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS)

4	APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE.....	69
4.1	CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE UN UPS.....	71
4.2	MODO DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS).....	71
4.2.1	MODO DE OPERACIÓN NORMAL.....	71
4.2.2	MODO DE OPERACIÓN DE BATERÍAS.....	73
4.2.3	MODO DE OPERACIÓN BYPASS.....	74

TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN

I



4.3	TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	75
4.4	OPERACIONES DE ACONDICIONAMIENTO.....	76
4.4.1	CONDICIONES AMBIENTALES.....	77
4.5	AUTOTRANSFORMADORES O SIN TRANSFORMADORES.....	77
4.5.1	TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO.....	78
4.6	UPS HIBRIDO.....	80

	CONCLUSIONES.....	82
--	-------------------	----

	BIBLIOGRAFIA.....	85
--	-------------------	----

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO I**

**DISPOSITIVOS  
SEMICONDUCTORES  
DE POTENCIA**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## CAPITULO 1

### DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA

#### 1.1 LA ELECTRONICA DE POTENCIA

La Electrónica de potencia involucra lo relacionado con las técnicas de conversión y control de energía eléctrica en un rango muy amplio de aplicaciones, como son el sector industrial, automotriz, comercial, espacial, etc. la historia de la electrónica de potencia.

Comienza con la invención del rectificador de mercurio a principios de este siglo. Posteriormente, otros tipos de válvulas tales como tiratrones e ignitrones hacen su aparición en la década de 1930 gran parte de la tecnología utilizada en los convertidores, tuvo actuales, como pueden ser los rectificadores controlados por fase, inversos y tuvo su origen en esa época.

Sin embargo se puede decir que la revolución verdadera de la electrónica de Potencia comienza en 1956 con la invención del tiristor o rectificador controlado de silicio (SCR) por los laboratorios Bell, y posteriormente comercializado por General Electric en la electrónica de potencia actual empleada en dispositivos semiconductores operando en conmutación, para realizar la conversión de los distintos tipos de energía, mostrados en la figura 1.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

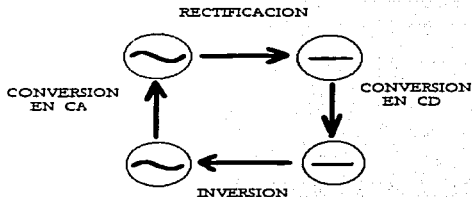


Figura 1. Tipos de conversión de energía

Las posibilidades de resolver por medio de los sistemas de tiristores de los problemas de diferentes áreas como, por ejemplo, de la propulsión eléctrica, actualmente en los países desarrollados, constituye una parte muy importante de toda la producción de la industria electrónica. Existe las siguientes partes básicas de la electrónica de potencia, que son:

- 1) los dispositivos de electrónica de potencia de semiconductores
- 2) los convertidores de corriente alterna a corriente continua
- 3) los convertidores de corriente alterna a corriente alterna
- 4) los convertidores de corriente continua a corriente alterna
- 5) los convertidores de corriente continua a corriente continua

Sin lugar a duda el progreso de los dispositivos de potencia ha sido una de las causas fundamentales de la evolución de la electrónica de potencia. Como consecuencia de los avances tecnológicos en las características de los MOSFET's estos fueron utilizados en convertidores CD/CD de alta frecuencia y control de motores de alta precisión. Además los avances en el modelo de patrón fino y en las tecnologías de diseño de dispositivos permitieron la producción de tiristores GTO con altas especificaciones de tensión y corriente: estos componentes comparados con tiristores, proporcionan una reducción en tamaño y una mejora en la eficiencia de convertidores de potencia.



## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA

Los dispositivos semiconductores de potencia fig. 1.2. son los elementos básicos de un sistema de electrónica de potencia para transformar y controlar la energía eléctrica. También trabajarán dichos sistemas como enlaces (interruptores) de dos estados el de estado de desconexión (desactivación, apagado, bloqueo) de la resistividad grande y el estado de conexión. (conexión, activación) de alta conductividad, lo cual garantiza las pérdidas pequeñas de (energía eléctrica). y el rendimiento alto de los sistemas de convertidores. El trabajo en dos estados de los elementos (componentes) de potencia provoca obviamente la aparición de armónicos en voltaje y corriente, la limitación de las cuales requiere la aplicación de los métodos complejos de control y de arreglo de los sistemas.

DISPOSITIVO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICA
DIODO		
SCR		
TRIACS		

Figura 1.2 Características de algunos semiconductores de potencia



DISPOSITIVO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICA
DIACS		
GTO		
IGBT		

Figura. 1.2. Características de algunos semiconductores de potencia

### 1.3 INTRODUCCION DE LOS DIODOS DE POTENCIA

Los diodos semiconductores de potencia juegan un papel significativo en los circuitos electrónicos de potencia. Un diodo funciona como interruptor, a fin de llevar a cabo varias funciones, como la de interruptores en los rectificadores, de reguladores conmutados, inversión de carga de capacitores y transferencia de energía entre componentes, aislamiento de voltaje, retroalimentación de la energía de la carga a la fuente de energía y recuperación de la energía atrapada.

TIENE CON  
FALLA DE ORIGEN





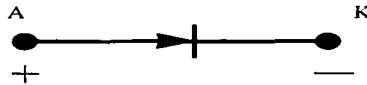
Para la mayor parte de las aplicaciones, se puede suponer que los diodos de potencia son interruptores ideales, pero los diodos prácticos o reales difieren de las características ideales y tienen ciertas limitaciones. Los diodos de potencia son similares a los diodos de señal de unión pn. Sin embargo, los diodos de potencia tienen mayores capacidades en el manejo de la energía, el voltaje y la corriente, que los diodos de señal ordinarios. La respuesta a la frecuencia (o velocidad de conmutación) es baja en comparación con los diodos de señal.

### 1.3.1 DIODOS DE POTENCIA

Los diodos de potencia se utilizan principalmente para la conversión no controlada de la corriente alterna a la corriente directa. Además se utiliza también como diodo de rueda libre (free wheeling), en los inversores de voltaje, elementos de rectificación, detección en los circuitos de carga de válvulas controladas y en los circuitos de retroalimentación.

El símbolo esquemático se muestra en la figura 1.3.1 si al ánodo se le entrega potencial positivo con respecto al cátodo, entonces por el diodo pasa la corriente limitada del circuito de la carga. En el estado conducción las corrientes del valor de cientos de amperes provocan en el diodo de potencia una caída de tensión relativamente pequeña, las caídas de tensión en los diodos, en el estado de conducción se mantiene en un rango de 1-1.5V.

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN



a)

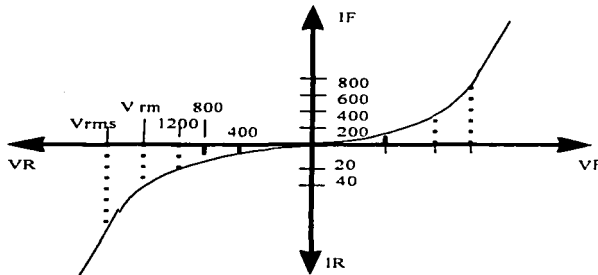


Figura 1.3.1 diodo de potencia: a) Estructura simplificada  
b) Característica corriente - voltaje

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### 1.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS DIODOS

Un diodo de potencia es un dispositivo de unión pn de dos terminales por lo general, una unión pn esta formada por aleación, difusión, y crecimiento epitaxial. Las técnicas modernas de control en los procesos de difusión y epitaxiales permiten obtener las características deseadas para el dispositivo en la fig. 1.3.2 aparece un corte transversal de una unión pn y un símbolo de diodo.

Cuando el potencial del ánodo es positivo con respecto al cátodo, se dice que el diodo tiene polarización directa o positiva y el diodo conduce. Un diodo en conducción tiene una caída de voltaje directa relativamente pequeña a través de sí mismo; la magnitud de esta caída de voltaje depende del proceso de manufactura y de la temperatura de la unión.

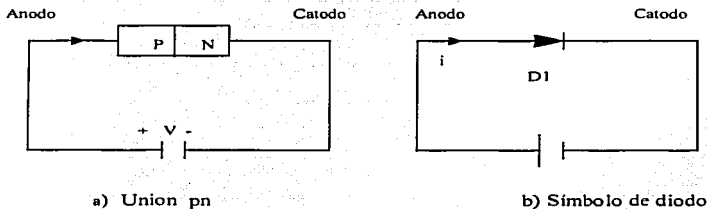


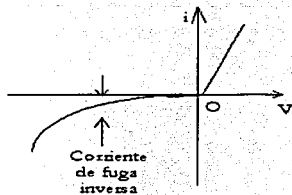
Figura 1.3.2 Símbolo de diodo y unión pn



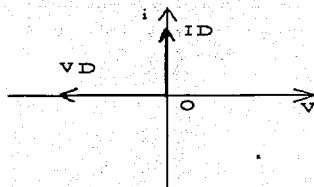
Cuando el potencial del catodo es positivo con respecto al ánodo, se dice que el diodo tiene polarización inversa, bajo condiciones de polarización inversa, fluye una pequeña corriente inversa (también conocida como corriente de fuga) en el rango de los micros o miliamperios, cuya magnitud crece lentamente en función del voltaje inverso hasta llegar al voltaje de avalancha o zener. En la fig. 1.3.3a se muestran las características de voltaje y de corriente de un diodo en régimen permanente. Para fines prácticos, un diodo se puede considerar como un interruptor ideal, cuyas características se muestran en la fig. 1.3.3b.

Las características de voltaje y corriente mostradas en la figura 1.3.3a se puede expresar mediante una ecuación conocida como la ecuación Shockley de diodo, y esta dada por.

$$I_D = I_s(e^{V_D/nV_T} - 1)$$



(a) práctica o real



(b) Ideal

Figura 1.3.3 Características V - I del diodo

TRABAJOS CON  
FALLA DE ORIGEN



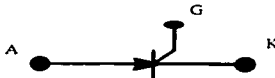
#### 1.4 SCR ( RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO )

Un rectificador controlado de silicio ( SCR silicon controlled rectifier ), es un dispositivo de tres terminales utilizado para controlar corrientes relativamente grandes de una carga. La figura 1.4, se muestra el símbolo esquemático y su curva característica, junto con los nombres y las letras de identificación de sus terminales.

Un SCR actúa de manera muy similar a un interruptor. Cuando esta conduciendo presenta un camino de baja resistencia para el flujo de la corriente. Cuando esta bloqueado no puede fluir corriente al ánodo, debido a que es un dispositivo de estado sólido, la comunicación de un SCR es muy rápida. Si la fuente de voltaje es de AC, el SCR permanece cierta porción del periodo en el estado de conducción y el resto del periodo en el estado de bloqueo. En una fuente de AC de 60Hz, el periodo es de 16.67 msec los que deben repartirse entre el estado de conducción y el estado de bloqueo; la cantidad del tiempo, que permanece en cada estado se controla por medio de la puerta. Si el SCR permanece en estado conducción durante una pequeña porción del periodo, la magnitud promedio de la corriente por la carga es pequeña.

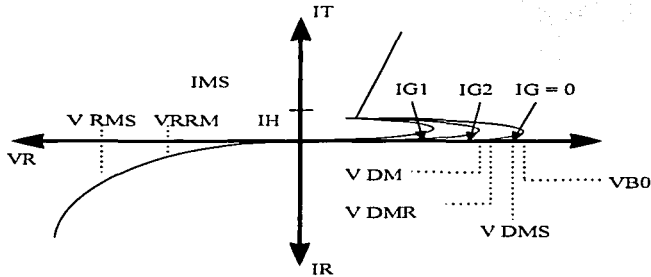
Esto debido a que la puede fluir a través de la carga y a través del SCR, solamente durante un pequeño tiempo. Si la señal de puerta se cambia de tal manera que el SCR en conducción durante una gran porción del periodo, entonces la magnitud promedio de la corriente será grande. Esto debido a que la corriente puede fluir desde la fuente a la carga y a través del SCR, durante un tiempo relativamente grande. En esta forma, la corriente por la carga puede variar ajustándose la magnitud de la porción del periodo en la cual el SCR esta conducción.

Figura. 1.4 a) Símbolo



a)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



b)

Figura 1.4 a) símbolo. b) Característica corriente - voltaje

Como su nombre le sugiere, el SCR es un rectificador de modo que solo permite el paso de corriente durante el semiciclo positivo de la fuente de AC. El semiciclo positivo en el cual el ánodo del SCR es más positivo que el catodo, esto significa que un SCR no puede estar en conducción por más de  $\frac{1}{2}$  ciclo. Durante otro medio ciclo, la polaridad de la fuente es negativa, y esta polaridad negativa hace que el SCR quede relativamente inversamente polarizado, lo cual impide que circule corriente hacia la carga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



#### 1.4.1 FORMA DE ONDA DE UN SCR.

Los términos más utilizados para describir como opera un SCR, son ángulos de disparo y ángulo de conducción. El ángulo de conducción ( $\gamma$ ) es el número de grados de un ciclo AC durante los cuales el SCR esta en conducción.

El ángulo de disparo ( $\alpha$ ) es el número de grados de un ciclo de AC que transcurre antes que el SCR pase al estado de conducción, estos términos están basados en la noción que el periodo equivale a 360 grados.

$$\gamma = \alpha - B$$

Angulo de extinción ( B ) En el se termina la conducción, en la figura 1.4.1, se muestran las formas de onda en un circuito de control de SCR para dos ángulos de disparo distintos.

Haciendo referencia a la figura 1.4.1 (a), cuando el ciclo de AC comienza su alternancia positiva, el SCR esta bloqueado. Por tanto, el voltaje instantáneo a través de sus terminales ánodo y catodo, es igual al voltaje de la fuente. Esto es justamente lo que sucedería si se colocara un interruptor abierto en lugar del SCR. El SCR esta tumbando la totalidad del voltaje a través de la carga V (carga) es cero durante este tiempo. El extremo izquierdo de las formas de onda de la figura 1.4.1 (a) ilustra de este hecho.



Más adelante a la derecha del eje horizontal, la figura 1.4.1 (a) muestra que el voltaje de ánodo a catodo ( $V_{ak}$ ) cae a cero después de  $1/3$  del semiciclo positivo, esto es el punto correspondiente a  $60$  grados. Cuando  $V_{ak}$  cae a cero, el SCR ha sido "cebado" o ha pasado al estado de conducción. Por tanto en este caso, el ángulo de disparo es  $60$  grados. Durante los próximos  $120$  grados el SCR actúa como un interruptor cerrado sin voltaje a través de sus terminales. El ángulo de conducción es  $120$  grados. El ángulo de disparo y el ángulo de conducción siempre totalizan  $180$  grados.

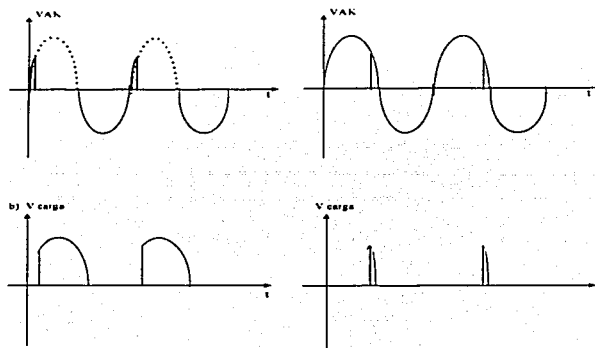


Figura 1.4.1 a) y b)

Figura 1.4.1 Formas de onda de voltaje en terminales del SCR. a) para un ángulo de disparo cerca de  $60$  grados y un ángulo de conducción de  $120$  grados. b) para un ángulo de disparo de cerca de  $135$  grados, y un ángulo de conducción de  $45$  grados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





La forma de onda del voltaje en la carga de la figura 1.4.1 (a) muestra que cuando el SCR está cebado, el voltaje de la fuente se aplica a la carga, el voltaje de la carga sigue al voltaje de la fuente por el resto del semiciclo positivo, hasta cuando el SCR se bloquea de nuevo, el bloqueo del SCR ocurre cuando el voltaje de la fuente pasa por cero.

En general estas formas de onda muestran que antes de cebado el SCR, la totalidad del voltaje de la fuente cae en las terminales del SCR, y la carga recibe cero voltaje. Después de cebado el SCR, la totalidad del voltaje de la fuente cae en la carga. Por lo tanto el SCR actúa como interruptor de acción rápida.

La figura 1.4.1 (b) muestra las mismas formas de onda para un ángulo de disparo diferente. En estas formas de onda, el ángulo de disparo es del orden de 135 grados y el ángulo de conducción del orden de 45 grados. La carga recibe el voltaje de la fuente durante un tiempo mucho más corto comprobado con el de la figura 1.4.1 (b). Como resultado, la magnitud del promedio de la corriente resultante es más pequeña.

## 1.4.2 CARACTERÍSTICAS DE PUERTA DEL SCR

Un SCR es cebado por la inyección de un pulso de corriente en la puerta. Esta corriente de puerta (IG) fluye a través de la unión entre puerta y cátodo y sale del SCR por las terminales del ánodo. La magnitud de la corriente de puerta necesaria para cebar un SCR en particular se simboliza por  $I_{GT}$ . La mayoría de los SCR's requieren una corriente de puerta comprendida entre 0.1 y 20 mA para cebarse ( $I_{GT} = 0.1$  y 20 mA). Dado que entre puerta y cátodo ha una unión pn estándar, el voltaje entre estos terminales (V<sub>GK</sub>) será ligeramente mayor que 0.6 V. La figura 1.4.2 muestra las condiciones que deben existir en la puerta de un SCR para el cebado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



$$V_{AK} = (I_G = 0.1 - 20 \text{ mA}) \\ 0.6 - 0.8 \text{ V}$$

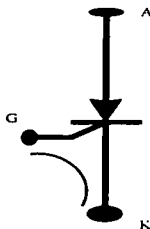


Figura 1.4.2

Figura 1.4.2 Voltaje de puerta a cátodo ( $V_{AK}$ ) y corriente de puerta ( $I_G$ ) necesarios para cebar un SCR.

Cuando la corriente d ánodo a cátodo ( $I_{AK}$ ), caiga por debajo de algún valor mínimo, denominada corriente de mantenimiento, simbolizada por  $I_{OH}$ , el SCR se bloqueara.. Esto generalmente ocurre cuando el voltaje AC de alimentación pasa por cero hacia su zona negativa. Para la mayoría de los SCR de media potencia,  $I_{OH}$  es del orden de 10 mA.

## 1.5 TRIACS

Un triacs es un dispositivo de tres terminales utilizando para controlar el valor promedio de la corriente que fluye a una carga. Un triacs es diferente a un SCR, en que puede conducir corriente en cualquiera de las dos direcciones cuando es llevado a conducción, en la figura 1.5 se muestra su símbolo y su curva.

TESIS CON  
SELLA DE ORIGEN

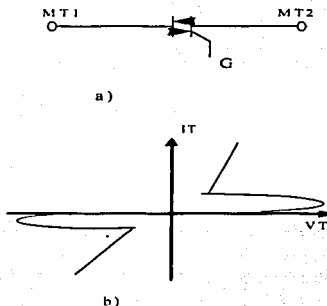


Figura 1.5 Tiristor bidireccional TRIACS, a) Símbolo gráfico  
b) Característica de corriente - voltaje.

Cuando el triac es bloqueado, no puede fluir corriente entre sus terminales principales independientemente de la polaridad de la fuente externa aplicada. Por tanto, el triac actúa como interruptor abierto.

Cuando el triac es llevado a conducción, presenta una resistencia muy baja al paso de la corriente en el camino de un terminal principal a otro, donde el sentido de flujo depende de la polaridad de la fuente externa aplicada. Cuando el voltaje es más positivo en MT2, la corriente fluye de MT2 a MT1. Cuando el voltaje es más positivo en MT1, la corriente fluye de MT1 a MT2.

TRIAS CON  
FALLA DE ORIGEN



El valor promedio de la corriente que se entrega a la carga puede afectarse variando la cantidad de tiempo por ciclo que el triacs permanece en estado de conducción, si permanece en el estado de conducción durante una pequeña porción del tiempo de ciclo, el promedio de la corriente que fluye durante muchos ciclo será bajo. Si permanecen el estado de conducción durante una gran porción del tiempo de ciclo, el promedio de la corriente será alto.

### 1.5.1 FORMAS DE ONDA DEL TRIAC

Las formas de onda de los triacs son similares a las formales de onda de los SCR, excepto que pueden cebarse en el semiciclo negativo.

En la figura 1.5.1 (a) se muestran las formas de onda del triacs en corte un corte durante los primeros 30 grados de cada semiciclo: durante estos 30 grados el triacs esta actuando como interruptor abierto. Durante este tiempo la totalidad del voltaje de la línea cae a través de los terminales principales del triac, y no se aplica voltaje a la carga. Entonces no hay flujo de corriente por el triacs o por la carga. La porción del semiciclo durante el cual existe una situación se denomina ángulo disparo, igual que para el SCR.

Después de transcurrir los 30 grados el triacs se ceba o conduce, y actúa como un interruptor cerrado, en este instante el triacs comienza a conducir a través de sus terminales principales y a través de la carga, y continua la conduce de corriente por el resto del semiciclo. La porción del semiciclo durante el cual el triacs esta en conducción se le denomina anulo de conducción.

El ángulo de conducción de la figura 1.5.1 (a) es de 150 grados. La figura 1.5.1 (b) muestra la misma forma de onda pero con un ángulo de disparo más grande. El ángulo de disparo es de 120 grados y el ángulo de conducción es de 60 grados, dado que la corriente fluye durante una pequeña porción de la totalidad del ciclo en este caso, el promedio de la corriente es menor que cuando se encontraba en las condiciones de la figura 1.5.1 (a), por lo tanto se transfiere menor potencia de fuente a la carga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

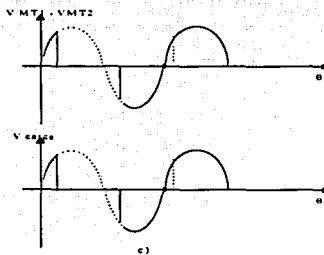
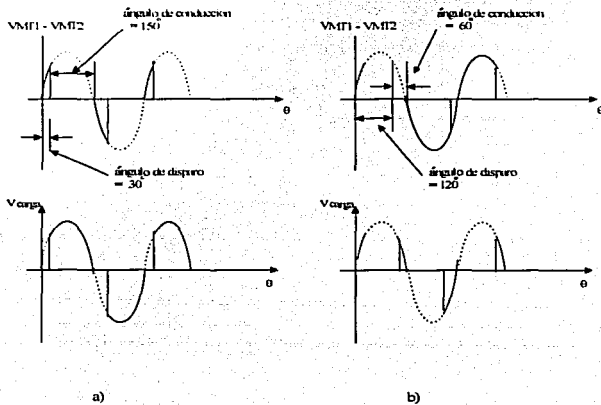


Figura 1.5.1

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN



Figura 1.5.1 Formas de onda de voltaje entre terminales principales del triacs y del voltaje en la carga para tres condiciones diferentes; a) ángulo de disparo igual a 30 grados en ambos semiciclos, positivo y negativo, b) ángulo de disparo igual a 120 grados para ambos semiciclos, c) ángulo de disparo desiguales para el semiciclo positivo y el semiciclo negativo. Generalmente esto no es deseable.

La forma de onda del triacs de la figura 1.5.1 (c) muestra un ángulo de disparo más pequeño en el semiciclo negativo, esto es debido a la tendencia del triacs a dispararse más fácilmente en el semiciclo positivo. Otro triacs del mismo tipo podría presentar una tendencia a dispararse más fácilmente en el semiciclo negativo, en este caso el ángulo de disparo negativo sería más pequeño.

## 1.6 DIACS

El diacs es básicamente una combinación inversa en paralelo de dos terminales de capas de semiconductores que permite disipar en cualquier dirección.

La característica del dispositivo se presenta en la figura 1.6, demuestra claramente que hay un voltaje de ruptura en cualquier dirección. Esta posibilidad de esta condición de conducción, en cualquier dirección puede utilizarse para aprovechar todas sus ventajas en aplicaciones de CA.

Nótese que no se hace ninguna referencia a ninguna terminal con el nombre de cátodo. En lugar de eso, hay un ánodo 1 o (electrodo 1), y un ánodo 2 o (electrodo 2). Los voltajes de ruptura son muy cercanos en magnitud pero pueden variar desde un mínimo de 28 V, hasta un máximo de 48 V.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

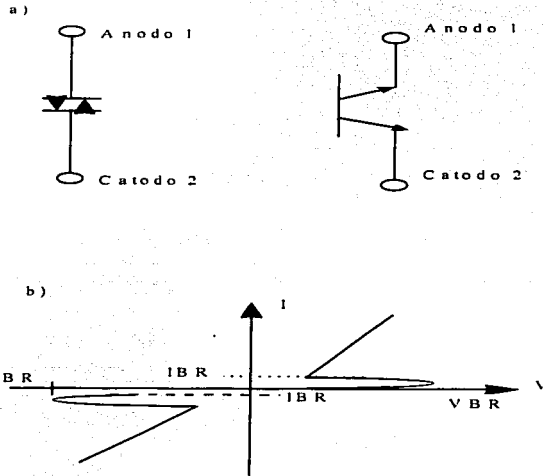


Figura 1.6 a) Símbolo del diac. b) característica corriente - voltaje

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### 1.6.1 COMPORTAMIENTO ELECTRICO DEL DIAC

Al aumentar la tensión aplicada a las dos terminales del diac, este basculea al estado conductor, tan pronto alcanza un determinado valor de tensión, como se observa en la figura 1.6, que en un principio coincide con el de un diodo de dos electrodos iguales, la diferencia esencial entre el comportamiento de un diac y un diodo, reside en el valor de la tensión de cebado, que en el diac es notablemente inferior. Esto supone una evidente ventaja para el diac, ya que el gobierno de los tiristors y triacs se puede realizar aprovechando una mayor parte de cada semionda.

### 1.7 GTO (TIRISTOR DESACTIVADO POR COMPUERTA)

Los tiristores desactivados por compuerta GTO, (Gate turn-Off) pueden ser activados por la corriente positiva de la compuerta y desactivado por la corriente de la dirección opuesta.

Actualmente se producen en series dichos dispositivos de potencia para los voltajes hasta 4 KV y para las corrientes hasta 2000 Amp (los valores toques son 8 KV y 1500 Amp).

Un tiristor de desactivación por compuerta (GTO), al igual que un SCR, puede activarse mediante una señal positiva de compuerta. Sin embargo, se puede desactivar mediante una señal negativa de compuerta. Un GTO es un dispositivo de enganche y se puede construir con especificaciones de corriente y de voltaje similares a las de un SCR. Un GTO se activa aplicando a su compuerta un pulso positivo corto y se desactiva mediante un pulso negativo corto. Los GTO tiene varias ventajas sobre el SCR: (1) la eliminación de los componentes auxiliares en la conmutación forzada, que da como resultado una reducción en el costo, peso y volumen; (2) la reducción del ruido acústico y electromagnético debido a la eliminación de bobinas de inducción en la conmutación; (3) una desactivación más rápida, que permite frecuencias de conmutación más altas; y (4) una eficiencia mejorada de los convertidores.

TEST CON  
FALLA DE ORIGEN





En aplicaciones de baja potencia, los GTO tienen las siguientes ventajas sobre los transistores bipolares: (1) una más alta capacidad de voltaje de bloqueo; (2) una relación alta de corriente de pico controlable a corriente promedio; (3) una relación alta de corriente de pulsación pico a corriente promedio, típicamente de 10:1; (4) una ganancia alta en estado activo (corriente del ánodo dividida entre la corriente de la compuerta) típicamente 600; y (5) una señal de compuerta pulsada de corta duración. Bajo condiciones de pulsación de carga, un GTO pasa a una saturación más profunda debido a la acción regenerativa.

El símbolo del GTO se muestra en la figura 1.7, la convección de la flecha distingue en primacia de la puerta del GTO del tiristor convencional.

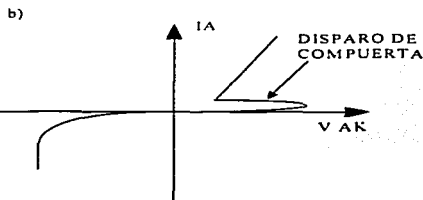
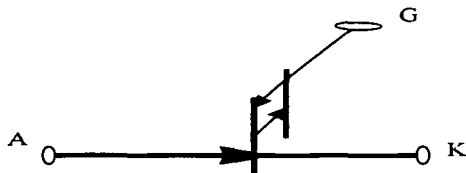


Figura 1.7 a) Símbolo eléctrico del GTO, b) Gráfica corriente - voltaje



## 1.8 IGBT ( TRANSISTOR DE COMPUERTA AISLADA )

Los transistores de compuerta aislada son una combinación del transistor bipolar y de efecto de campo, monolítica realizada en la técnica integrada en una pastilla de silicio, las señales de control se introducen a la compuerta del transistor MOS y la estructura bipolar conduce la corriente de la carga.

Un IGBT es un dispositivo controlado por voltaje, similar a un MOSFET de potencia. Tiene menores pérdidas de conmutación y de conducción, en tanto comparte muchas de las características atractivas de los MOSFET de potencia, como la facilidad de excitación de compuerta, la corriente de pico, la capacidad, la velocidad de conmutación de los IGBT es inferior a la de los MOSFET.

El símbolo y el circuito de un interruptor IGBT se muestran en la figura 1.8, las especificaciones de corriente de un solo IGBT puede llegar hasta 400 A, 1200 V, y la frecuencia de conmutación hasta 20 KHz. Los IGBT están encontrando más uso en las aplicaciones de potencia media como son los propulsores para motores de cd y ca, fuentes de alimentación, reveladores de estado de estado sólido y los conductores.

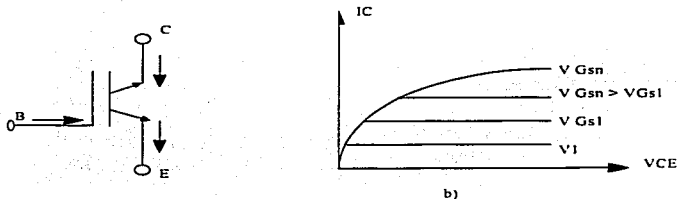


Figura 1.8 transistor de puerta aislada IGTB, a) Símbolo gráfico, b) características corriente - voltaje.

**CAPITULO II**

**CONVERTIDORES  
DE AC Y DC**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

22-A



## CAPITULO 2

### CONVERTIDORES DE AC Y DC

#### 2.1 QUE ES UN CONVERTIDOR

Los convertidores de cd a ca se conocen como inversores. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada en cd a un voltaje simétrico de salida en ca, con la magnitud y frecuencia deseadas. Tanto el voltaje de salida como la frecuencia pueden ser fijos o variables. Si se modifica el voltaje de entrada de cd y la ganancia del inversor se mantiene constante, es posible obtener un voltaje variable de salida. Por otra parte, si el voltaje de entrada en cd es fijo y no es controlable, se puede obtener un voltaje de salida variable si se varía la ganancia del inversor; esto por lo general se hace controlando la modulación del ancho de pulso (PWM) dentro del inversor. La ganancia del inversor se puede definir como la relación entre el voltaje de salida en ca y el voltaje de entrada en cd.

En los inversores ideales, las formas de onda del voltaje de salida deberían ser senoidales. Sin embargo, en los inversores reales no son senoidales y contienen ciertas armónicas. Para aplicaciones de mediana y baja potencia, se pueden aceptar los voltajes de onda cuadrada o casi cuadrada; para aplicaciones de alta potencia, son necesarias las formas de onda senoidales de baja distorsión. Dada la disponibilidad de los dispositivos semiconductores de potencia de alta velocidad, es posible minimizar o reducir significativamente el contenido armónico del voltaje de salida mediante las técnicas de conmutación.

El uso de los inversores es muy común en aplicaciones industriales tales (como la propulsión de motores de ca de velocidad variable, la calefacción por inducción, las fuentes de respaldo y las de poder, alimentaciones ininterrumpibles de potencia). La entrada puede ser una batería, una celda de combustible, una celda solar u otra fuente de cd. Las salidas monofásicas típicas son (1) 120 V a 60 Hz (2) 220 V a 50 Hz y (3) 115 V a 400 Hz. Para sistemas trifásicos de alta potencia, de salidas típicas son (1) 220/380 V a 50 Hz, (2) 120/208 V a 60 Hz y (3) 115/200 V a 400 Hz.

EMPECE CON  
FALLA DE ORIGEN



Los inversores se pueden clasificar básicamente en dos tipos: (1) inversores monofásicos y (2) inversores trifásicos. Cada tipo puede utilizar dispositivos con activación y desactivación controlada (es decir BJT, MOSFET, IGBT, MCT, SIT, GTO) o tiristores de conmutación forzada, según la aplicación. Estos inversores utilizan por lo general señales de control PWM, para producir un voltaje de salida en ca. Un inversor se llama inversor alimentado por voltaje (CFI) si el voltaje de entrada se conserva constante; e inversor enlazado en cd variable si el voltaje de entrada es controlable.

### 2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PWM

Si se controla el voltaje de salida de los convertidores monofásicos semi o completos, mediante la variación del ángulo de retraso, el ángulo de extinción o el ángulo simétrico, sólo habrá un pulso por cada medio ciclo en la corriente de entrada del convertidor, como resultado la armónica de menor orden será la tercera. Resulta difícil filtrar una corriente armónica de orden menor. En el control por modulación del ancho de pulso (PWM), los conmutadores del convertidor se cierran y se abren varias veces durante medio ciclo, el voltaje de salida se controla variando el ancho de los pulsos. Las señales de compuerta se generan comparando una onda triangular con una señal de corriente directa, tal y como se muestra en la figura 2.1.1b. La figura 2.1.1a muestra el voltaje de entrada, el voltaje de salida y la corriente de entrada. Se pueden eliminar o reducir armónicas de orden menor, si se selecciona el número de pulsos por medio ciclo. Sin embargo, al aumentar el número de pulsos aumentará también el número de armónicas de orden más alto, que se podrán filtrar con facilidad. Para controlar el voltaje de salida se puede variar el ancho de los pulsos. Si cada medio ciclo existen  $p$  pulsos de igual ancho, máximo de un pulso es  $\pi/P$ . Sin embargo, el ancho de los pulsos puede ser diferente, es posible seleccionar el ancho de los pulsos, de forma que ciertas armónicas sean eliminadas. Existen distintos métodos para variar el ancho de los pulsos, siendo el más común la modulación senoidal del ancho de pulso (PWM).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

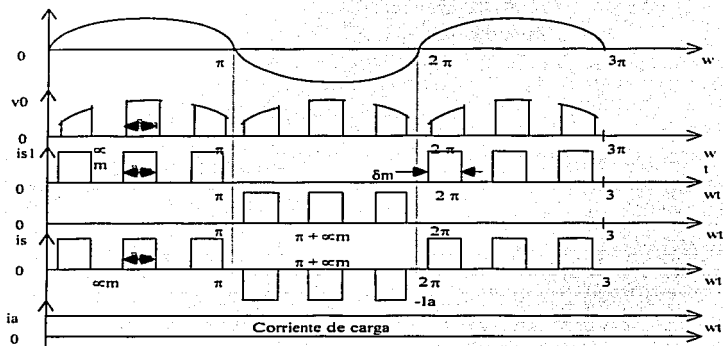


Figura (a)

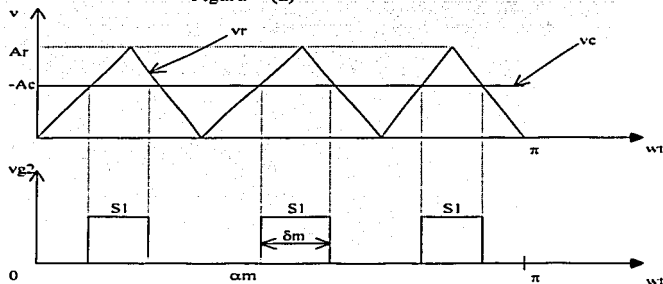


Figura (b)

Figura 2.1.1 Control por modulación de ancho de pulso

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## 2.2 TIPOS DE CONVERTIDORES

En la mayoría de los equipos electrónicos de potencia tienen como fuente de tensión de entrada en alterna, mientras que la tensión aplicada a la carga es continua, algunas cargas típicas alimentadas en continua son los propios sistemas electrónicos, motores y las baterías de almacenamiento de energía eléctrica, incluso en algunos casos que la carga se alimenta modificando su frecuencia de operación, por lo que resulta preciso realizar una conversión intermedia a corriente continua. Esto es lo que ocurre en los accionadores de motores de inducción y los sistemas de alimentación ininterrumpida ( UPS ).

Por lo tanto, la conversión de corriente alterna/corriente continua (ac/dc) resulta de las más frecuentes de todos los equipos electrónicos de potencia, creándose de esta forma un bus de continua al que se conecta directamente la carga, o un convertidor continua/alterna (dc/ac), o un convertidor continua/alterna (dc/ac), según se desee aplicar a la carga tensión continua o alterna ver figura 2.2.

Figura 2.2

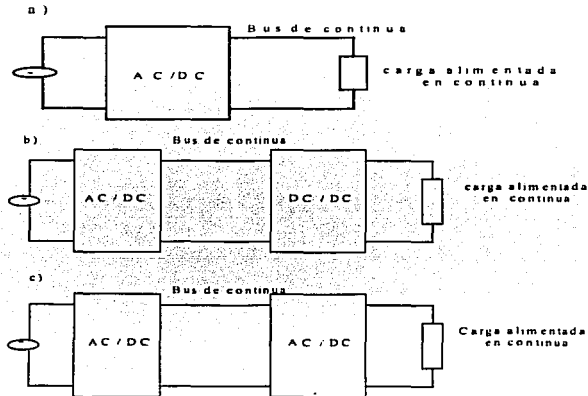




Figura 2.2 Uso de los convertidores alterna/continua (AC/DC), en electrónica de potencia: a) Convertidor AC/DC en una etapa; b) Convertidor AC/DC en dos etapas; c) Convertidor AC/DC.

Para el control de la potencia eléctrica o del acondicionamiento de la misma, es necesario convertir la potencia de una forma a otra, las características de interrupción de los dispositivos de potencia permiten dicha conversión. Los convertidores de potencia estáticos llevan a cabo estas funciones de conversión de potencia. Un convertidor se puede considerar como una matriz de conmutación.

Los circuitos electrónicos de potencia se pueden clasificar en seis tipos.

1. Rectificador de diodos
2. Convertidores ca-cd (rectificadores controlados)
3. Convertidores ca-cd (controladores de voltaje de ca)
4. Convertidores ca-cd (pulsadores de cd)
5. Convertidores cd-ca (inversores)
6. Interruptores estáticos

Rectificadores. Un circuito rectificador por diodos convierte el voltaje de ca en un voltaje fijo de cd como se muestra en la figura 2.2.1. El voltaje de entra al rectificador puede ser monofásico o trifásico.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Convertidores ca-cd. Un convertidor monofásico con dos tiristores de conmutación natural aparece en la figura 2.2.2. El valor promedio del voltaje de salida se puede controlar variando el tiempo de conducción de los tiristores o el ángulo de retraso de disparo,  $\alpha$ . La entrada puede ser fuente mono o trifásica. Estos convertidores también se conocen como rectificadores controlados.

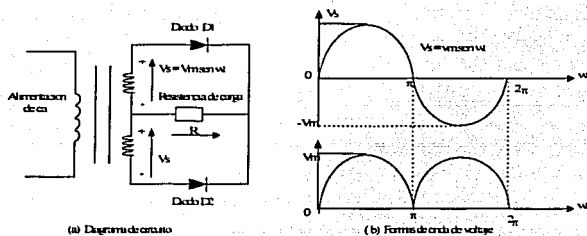


Figura 2.2.1 Circuito rectificador monofásico.

Convertidores ca-ca. Estos convertidores se utilizan para obtener un voltaje de salida de corriente alterna variable a partir de una fuente de corriente alterna fija, la figura 2.2.3 muestra un convertidor monofásico con un TRIAC. El voltaje de salida se controla mediante la variación del tiempo de conducción de un TRIAC o el ángulo de retraso de disparo, a estos tipos de convertidores también se conocen como controladores de voltaje de ca.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Convertidores cd-cd. Un convertidor cd-cd también se conoce como un pulsador o un regulador de conmutación, en la figura 2.2.4 aparece un pulsador de transistor. El voltaje promedio de salida se controla mediante la variación del tiempo de conducción  $t_c$  del transistor Q1. Si  $T$  es el periodo de corte, entonces  $t_c = ST$ .  $S$  se conoce como el ciclo de trabajo del pulsador.

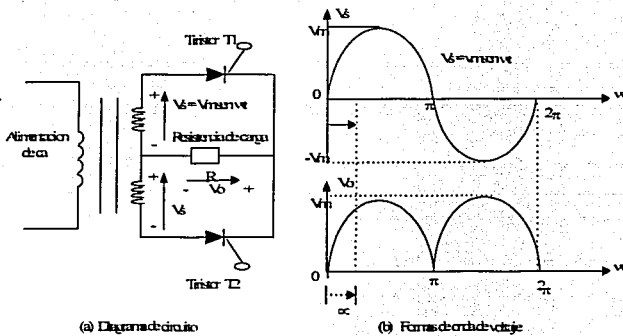


Figura 2.2.2 Convertidor monofásico ca-ca.

TESIS CON  
MALLA DE ORIGEN

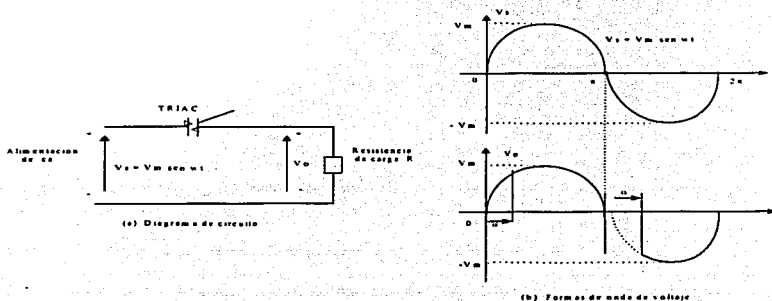


Figura 2.2.3 Convertidor monofásico ca-ca.

Convertidores cd-ca. Un convertidor de cd a ca también se conoce como un inversor monofásico de transistor se muestra en la figura 2.2.5. Si el transistor M1 y M2 conducen durante la otra mitad, el voltaje de salida tiene una forma alterna. El voltaje de salida puede ser controlado variando el tiempo de conducción de los transistores.

Interruptores estáticos. Dado que los dispositivos de potencia pueden ser operados como interruptores estáticos o contactores, la alimentación a estos interruptores puede ser de ca o de cd y se conocen como interruptores estáticos de ca o interruptores dc.

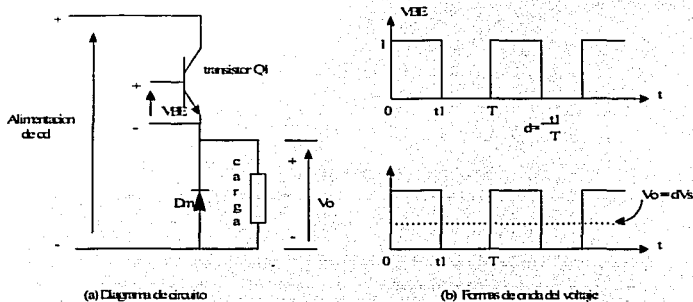


Figura 2.2.4 convertidor de cd-cd

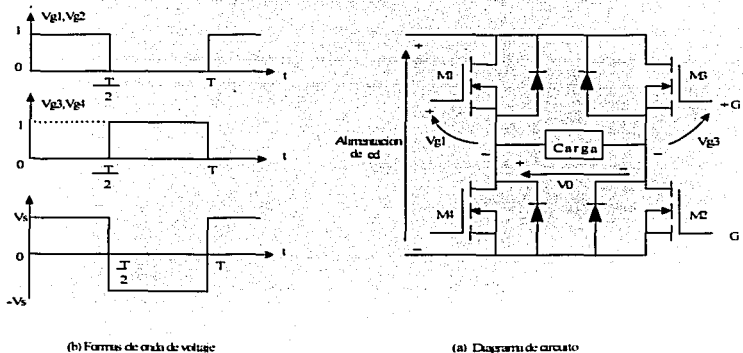


Figura 2.2.5 Convertidor monofásico cd-ca

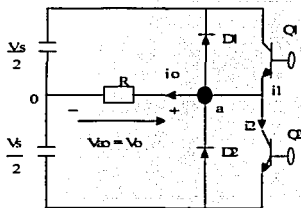
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



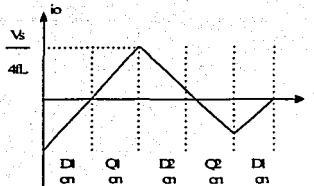
### 2.3 PRINCIPIO DE OPERACIÓN

Mediante la figura 2.3.a se puede explicar el principio de funcionamiento de los inversores monofásicos. El circuito inversor está formado por dos pulsadores. Cuando solo el transistor Q1 está activo durante el tiempo  $T_o/2$ , aparece el voltaje  $-V_s/2$ . Si solo el transistor Q2 está activo durante un tiempo  $T_o/2$ , aparece el voltaje  $+V_s/2$  a través de la carga. El circuito lógico debe diseñarse de tal forma que Q1 y Q2 no estén activos simultáneamente. La figura 2.3.b muestra las formas de onda para los voltajes de salida y las corrientes de los transistores en el caso de una carga resistiva. Este inversor requiere de una fuente de cd de tres conductores, cuando un transistor está inactivo, su voltaje inverso es  $V_s$ , en vez de  $V_s/2$ . Este inversor se conoce como inversor de medio puente. El voltaje rms de salida se puede encontrar a partir de:

$$V_o = \left( \frac{2}{T_o} \int_0^{T_o/2} \frac{V_s^2}{4} dt \right)^{1/2} = \frac{V_s}{2} \quad (2.3.1)$$



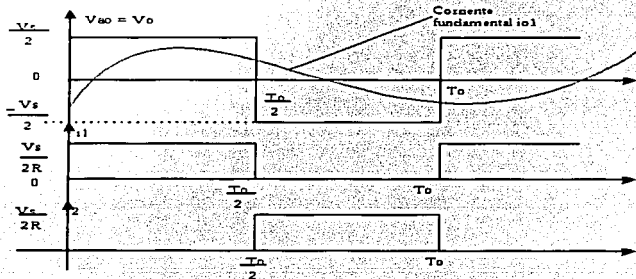
(a) circuito



(C) Onda de la carga en una carga inductiva

Figura 2.3

TRANS CON  
FALLA DE ORIGEN



b) Formas de onda con carga resistiva

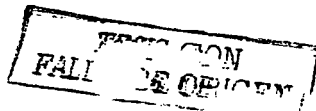
Figura 2.3. Inversor monofásico de medio puente. El voltaje instantáneo de salida se puede expresar en una serie de Fourier como

$$U_o = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{2V_s}{n\pi} \sin n\omega t \quad (2.3.2)$$

= 0 para n = 2, 4, 6, 8, 10, 12, ...

Donde es la frecuencia del voltaje de salida en radianes/s. Para n=1, la ecuación (2.3.2) proporciona el valor rms de la componente fundamental como

$$V_1 = \frac{2V_s}{\sqrt{2}\pi} = 0.45V_s \quad (2.3.3)$$



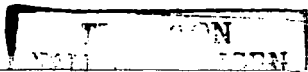


Para una carga inductiva, la corriente de la carga no puede cambiar inmediatamente con el voltaje de salida. Si Q1 es desactivado en  $t = T_o/2$ , la corriente de la carga seguirá fluyendo a través de D2, la carga y la mitad inferior de la fuente de cd, hasta que la corriente llegue a cero. En forma similar, cuando Q2 se desactiva en  $t = T_o$ , la corriente de la carga fluye a través de D1, la carga la mitad superior de la fuente de cd. Cuando el diodo D1 o D2 conducen, la energía es retroalimentada a la fuente de cd por lo que estos se conocen como diodos de retroalimentación. La figura 2.3.2 muestra la corriente y los intervalos de conducción de los dispositivos para una carga puramente inductiva. Se puede notar que para una carga puramente inductiva, un transistor conduce únicamente durante  $T_o/2$  (es decir 90 grados). Dependiendo del factor de potencia de la carga el periodo de conducción de un transistor varía desde 90 hasta 180 grados.

Los transistores pueden substituirse por GTO o por tiristores de conmutación forzada. Si  $t_q$  es el tiempo de desactivación de un tiristor, debe existir un tiempo mínimo de retraso  $t_q$  entre el tiristor que se desactiva y el disparo de lo siguiente tiristor. De lo contrario, entre ambos tiristores tendría lugar una condición de corto circuito. Por lo tanto, el tiempo máximo de conducción de un tiristor sería  $T_o/2 - t_q$ . En la práctica, incluso los transistores requieren de un cierto tiempo de activación y desactivación. Para la operación exitosa de los inversores, el circuito lógico deberá tomar todo esto en consideración.

Para una carga RL, la corriente instantánea de la carga  $i_o$  se puede determinar a partir de

$$i_o = \sum_{n=1,3,5..}^{\infty} \frac{2V_s}{\sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}} \text{sen}(n\omega t - \theta_n) \quad 2.3.4$$





Donde  $\theta_1 = \tan^{-1}(\omega L/R)$ . Si  $I_{O1}$  es la corriente rms de la componente fundamental de la carga, la carga potencia de la componente fundamental de salida (para  $n = 1$ ) es

$$P_{O1} = V_1 I_{O1} \cos \theta_1 = I_{O1}^2 R \quad 2.3.5$$

$$= \left[ \frac{2V_s}{\sqrt{2\pi} \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \right]^2 R \quad 2.3.6$$

## 2.4 INVERSORES MONOFASICOS

Un inversor monofásico en puente aparece en la figura 2.4a. Está formado por cuatro pulsadores. Cuando los transistores Q1 y Q2 se activan simultáneamente, el voltaje de entrada  $V_s$  a parece a través de la carga. Si los transistores Q3 y Q4 se activan al mismo tiempo, el voltaje de salida se muestra en la figura 2.4b.

El voltaje rms de salida se puede determinar a partir de

$$V_o = \left( \frac{2}{T_o} \int_0^{T_o/2} V_s^2 dt \right)^{1/2} = V_s \quad 2.4.1$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



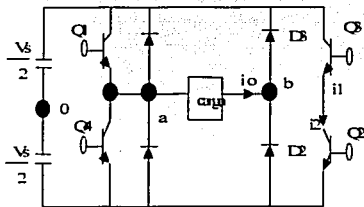


La ecuación (2.4.1) se puede extender para que exprese el voltaje instantáneo de salida en una serie de Fourier como

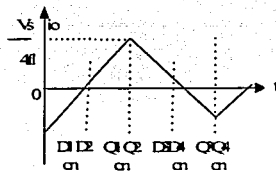
$$V_O = \sum_{n=1,2,3} \frac{4 V_s}{n\pi} \text{ sen } n\omega t \quad 2.4.2$$

Y para  $n = 1$ , la ecuación (2.4.3) proporciona el valor rms de la componente fundamental como

$$V_1 = \frac{4V_s}{\sqrt{2}\pi} = 0.90 V_s \quad 2.4.3$$

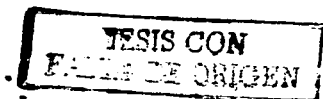


(a) circuito



(b) Onda de la carga con una carga inductiva

Figura 2.4





b) Formas de onda

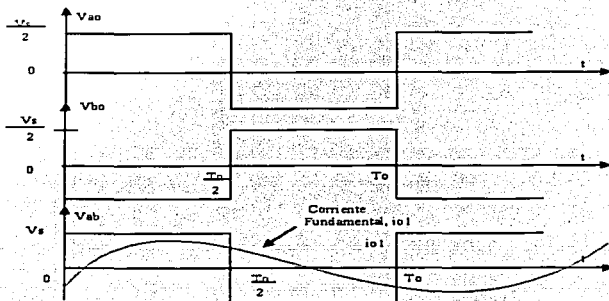


Figura 2.4 Inversor monofásico puente.

Si utilizamos la ecuación 2.3.4 la corriente instantánea de la carga  $i_o$  para una carga RL se convierte en

donde  $\theta_n = \tan^{-1} (n\omega R/L)$ .

$$i_o = \sum_{n=1,3,5..}^{\infty} \frac{4V_s}{n\pi \sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}} \sin(n\omega t - \theta_n) \quad 2.4.4$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Quando los diodos D1 y D2 conducen, se retroalimenta la energía a la fuente de cd por lo que se dice que D1 y D2 son diodos de retroalimentación. La figura muestra la forma de onda de la corriente para una carga inductiva.

## 2.5 INVERSORES TRIFÁSICOS

Los inversores trifásicos se utilizan normalmente en aplicaciones de alta potencia. Tres inversores monofásicos de medio puente (o de que puente completo) pueden conectarse en paralelo tal y como, se muestra en la figura 2.5a, para formar la configuración de un inversor trifásico. Las señales de compuerta de los inversores monofásicos deben adelantarse o retrasarse 120 grados uno con el respecto al otro, a fin de obtener voltajes trifásicos balanceados (fundamentales). Los embobinados primarios del transformador deben aislarse uno de otros, en tanto que los embobinados secundarios puede quedar conectados en estrella o en delta. Por lo general, el secundario del transformado se conecta en estrella, a fin de eliminar armónicas múltiplos de tres ( $n = 3, 6, 9, \dots$ ) que aparecen en los voltajes de salida (la disposición del circuito se muestra en la figura 2.5b). Este dispositivo requiere de tres transformadores monofásicos, 12 transistores y 12 diodos. Si los voltajes de salida de los de tres transformadores monofásicos no están perfectamente equilibrados en magnitud y en fase, los voltajes de salida también estarán desequilibrados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Se puede obtener una salida trifásica a partir de una configuración de seis transistores y seis diodos, tal como la que se muestra en la figura 2.5.1a. A los transistores se les puede aplicar dos tipos de señales de control: conducción a 180 grados o conducción a 120 grados.

Cada transistor conducirá durante 180 grados. Tres transistores se mantienen activos durante cada instante del tiempo. Cuando el transistor Q1 está activado, la terminal a se conecta con la terminal positiva del voltaje de entrada. Cuando se activa el transistor Q4, la terminal a se lleva a la terminal negativa de la fuente de cd. En cada ciclo existen seis modos de operación, cuya duración es de 60 grados. Los transistores se numeran según su secuencia de excitación (por ejemplo 123, 134, 345, 456, 561, 612). Las señales de excitación mostradas en la figura 2.5.1b están desplazadas 60 grados unas de otras, para obtener voltajes trifásicos balanceados (fundamentales).

La carga puede conectarse en estrella o en delta, como se muestra en la figura 2.5.2. En el caso de una carga conectada en delta, las corrientes de fase se obtienen directamente de los voltajes línea a línea. Una vez que se conocen las corrientes de fase, pueden determinarse las corrientes de línea. En caso de una carga conectada en estrella, los voltajes de línea a neutro deben determinarse a fin de encontrar las corrientes de línea o de fase. Existen tres modos de operación en un medio ciclo, los circuitos equivalentes aparecen en la figura 2.5.3 a, para el caso de una carga conectada en estrella.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

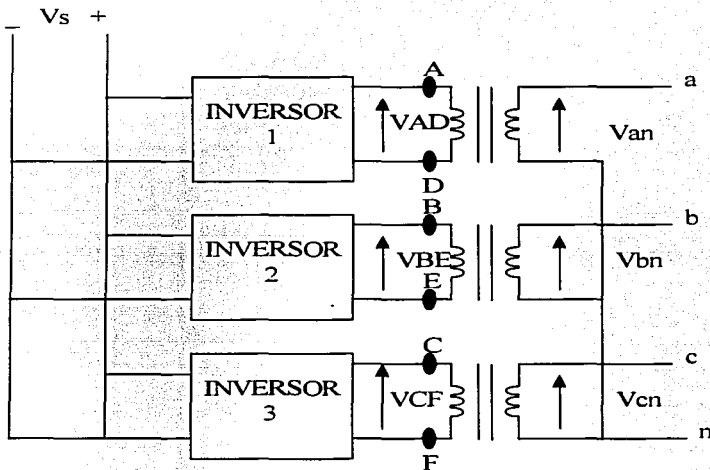


Figura 2.5 (a) Diagrama esquemático

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

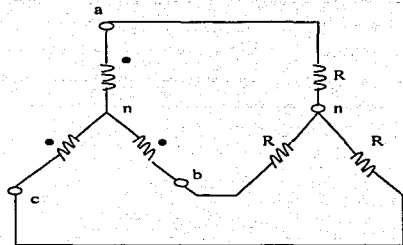
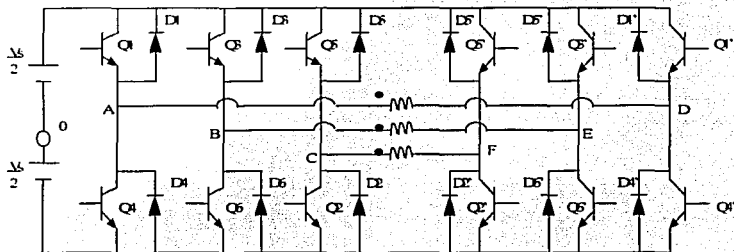
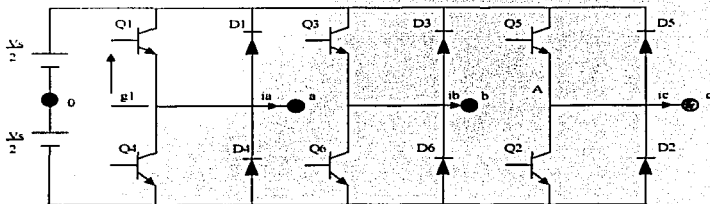


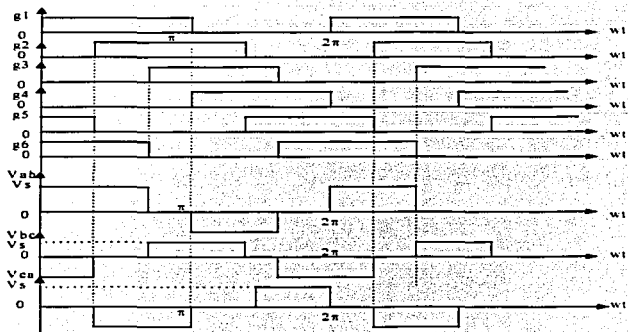
Figura 2.5 (b) Diagrama de circuito

Figura 2.5 (a) y (b). Inversor trifásico formado por tres inversores monofásicos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



(a) Circuito



(b) Formas de onda para conducción a  $180^\circ$

Figura 2.5.1 inversor trifásico puente.

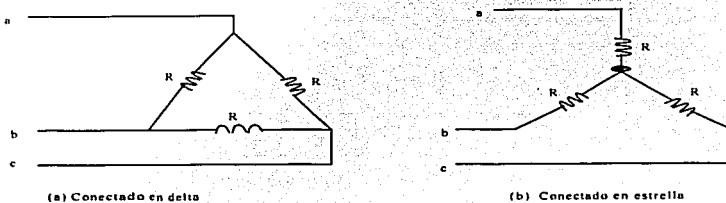


Figura 2.5.2 carga conectada en delta / estrella.

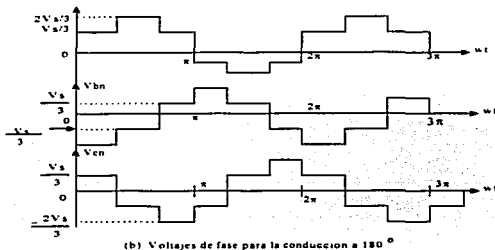
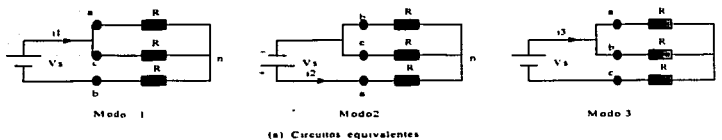


Figura 2.5.3 Circuitos equivalentes para una carga resistiva Conectada en estrella.

TESIS CON  
PLA DE ORIGEN





Durante el modo 1 para  $0 < \omega \tau < \pi/3$ ,

$$R_{eq} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

$$i_1 = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{2V_s}{3R}$$

$$V_{an} = V_{cn} = \frac{i_1 R}{2} = \frac{V_s}{3}$$

$$V_{bn} = -i_1 R = \frac{-2V_s}{3}$$

Durante el modo 2 para  $\pi/3 \leq \omega \tau < 2\pi/3$ ,

$$R_{eq} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

$$i_2 = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{2V_s}{3R}$$

$$V_{an} = i_2 R = \frac{2V_s}{3}$$

$$V_{bn} = V_{cn} = \frac{-i_2 R}{2} = \frac{-V_s}{3}$$

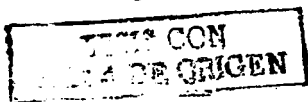
Durante el modo 3 para  $2\pi/3 \leq \omega \tau < \pi$ ,

$$R_{eq} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

$$i_1 = \frac{V_s}{R_{eq}} = \frac{2V_s}{3R}$$

$$V_{an} = V_{bn} = \frac{i_1 R}{2} = \frac{V_s}{3}$$

$$V_{cn} = -i_1 R = \frac{-2V_s}{3}$$





En la figura 2.5.3 (b) se muestran los voltajes línea a neutro. El voltaje instantáneo línea a línea  $V_{ab}$ , de la figura 2.5.1(b) se pueden expresar en una serie de Fourier, reconociendo que  $V_{ab}$  está desplazada en  $\pi/6$  y las armónicas pares son cero.

$$V_{ab} = \sum_{n=1,2,3..}^{\infty} \frac{4V_s}{n\pi} \cos \frac{n\pi}{6} \sin n \left( \omega t + \frac{\pi}{6} \right) \quad 2.5.1$$

$V_{bc}$  y  $V_{ca}$  pueden determinarse a partir de la ecuación mediante el desplazamiento de fase de  $V_{ab}$  en 120 grados y 240 grados, respectivamente.

$$V_{bc} = \sum_{n=1,2,3..}^{\infty} \frac{4V_s}{n\pi} \cos \frac{n\pi}{6} \sin n \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \quad 2.5.2$$

$$V_{ca} = \sum_{n=1,2,3..}^{\infty} \frac{4V_s}{n\pi} \cos \frac{n\pi}{6} \sin n \left( \omega t - \frac{7\pi}{6} \right) \quad 2.5.3$$

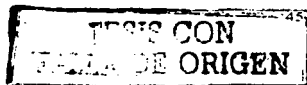
Podemos observar de las ecuaciones (5.1), (5.2) y (5.3) que en los voltajes línea a línea, las armónicas múltiplos de tres ( $n = 3, 9, 15, \dots$ ) son cero. El voltaje rms línea a línea se puede determinar a partir de

$$V_L = \left[ \frac{2}{2\pi} \int_0^{2\pi/3} V_{sd}^2(\omega t) \right]^{1/2} = \sqrt{\frac{2}{3}} V_s = 0.8165 V_s \quad 2.5.4$$

De la ecuación (2.5.1), la  $n$ -ésima componente rms del voltaje de línea es

$$V_{Ln} = \frac{4V_s}{\sqrt{2} n\pi} \cos \frac{n\pi}{6} \quad 2.5.5$$

Que, para  $n = 1$ , da el voltaje de línea fundamental.





$$V_{L1} = \frac{4V_s \cos 30^\circ}{\sqrt{2} \pi} = 0.7797 V_s \quad 2.5.6$$

El valor rms de los voltajes de línea a neutro se puede determinar a partir del voltaje de línea

$$V_p = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{2} V_s}{3} = 0.4714 V_s \quad 2.5.7$$

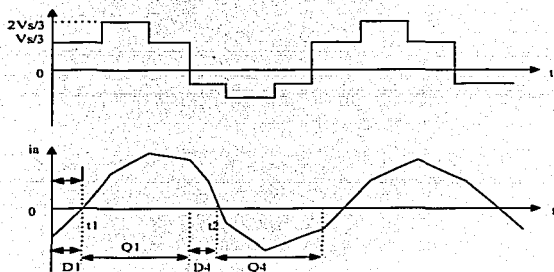


Figura 2.5.4

Con cargas resistivas, los diodos a través de los transistores no tienen función. Si la carga es inductiva, la corriente de cada brazo del inversor se reemplazará en relación con su voltaje, tal y como se muestra en la figura 2.5.4. Cuando el transistor Q4 de la figura 2.5.1 está desactivado, la única trayectoria para la corriente de línea negativa  $i_a$  es a través de D1. De ahí la terminal de la carga a este conectada a la fuente de cd a través de D1 hasta que se invierta la polaridad de la corriente de la carga en el tiempo  $t = t_1$ . Durante el periodo  $0 \leq t \leq t_1$ , el transistor Q1 no conduce.

**TECNOLOGÍA CON  
FALLA DE ORIGEN**



En forma similar, la conducción del transistor Q4 solo arranca en  $t = 12$ . Los transistores deben ser disparados continuamente, dado que el tiempo de conducción de los transistores y de los diodos depende del factor de potencia de la carga.

En el caso de una carga conectada en estrella, el voltaje de fase es  $V_{an} = V_m \sqrt{3}$  con un retraso de 30 grados. Utilizando la ecuación (2.5.1), la corriente de línea  $i_a$  para una carga RL esta dada por

$$V_{ca} = \sum_{n=1,2,3..}^{\infty} \left[ \frac{4V_s}{\sqrt{3} n \pi \sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}} \cos \frac{n\pi}{6} \sin(n\omega t - \theta_n) \right] \quad 2.5.8$$

donde  $\theta_n = \tan^{-1} (n\omega L/R)$ .

**CAPITULO III**

**SISTEMAS DE  
ENERGIA  
ININTERRUMPIBLE (UPS)**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

47-A



## CAPITULO 3

### SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIBLE (UPS)

#### 3.1 GENERALIDADES

En los últimos años, el avance de la electrónica ha centrado su atención en el desarrollo de sistemas inteligentes y en comunicaciones, impulsando importantes adelantos tecnológicos en todas las disciplinas.

La informática y las computadoras se han convertido en la base de todo sistema financiero bursátil y contable, ampliando el intercambio comercial entre empresas y particulares mediante sistemas de comunicación e intercambio de datos en red; además, poco a poco, los avances en materia de computo se integran de manera más eficiente a las distintas esferas sociales, formando parte de oficinas, laboratorios, hospitales, tiendas departamentales y del entorno doméstico en modalidad de computadoras personales.

Ante las nuevas necesidades planteadas por el desarrollo informático, se han fabricado sistemas electrónicos que ofrecen respuestas a los distintos problemas de operación en los sistemas inteligentes. Tal es el caso del UPS (Uninterruptible Power System) o sistema de fuerza ininterrumpible, que soluciona el suministro de energía de las grandes empresas, garantizando la continuidad de sus operaciones.

Este manual de manejo de UPS, pretende ser una herramienta práctica y eficiente para quienes tienen bajo su responsabilidad el mantenimiento de equipos UPS, proporcionándoles todos los elementos necesarios para comprender los eventos y contingencias que pueden presentarse durante el desempeño del sistema, permitiéndoles actuar rápida y oportunamente en la solución de problemas concretos.



### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL UPS

Los UPS protegen a los equipos que son vulnerables a fallas o perturbaciones de la línea de alimentación comercial de corriente alterna. Un equipo es vulnerable cuando su funcionamiento es errático, nulo propenso a sufrir daños o no resiste alteraciones en línea de alimentación, como son las variaciones súbitas de frecuencia, transitorios de alto o bajo voltaje o falta de energía por un cuarto de ciclo, es decir 90 grados o 4.1 milisegundos, en caso de frecuencia de 60 Hz.

Con el propósito de suministrar energía eléctrica continua de alta calidad, filtrada, regulada y estable, en frecuencia para cualquier aplicación se han desarrollado los sistemas de fuerza ininterrumpible (UPS's) para aplicaciones tanto en ambiente controlado como en ambiente industrial: verdaderamente en línea (doble conversión AC-DC y DC-AC), inversor de tecnología de modulación de ancho de pulso (PWM), grado computador basado en *igbt's* controlados por microprocesador con puerto de comunicaciones inteligente y software de monitoreo.

Los componentes principales de un UPS son:

- Rectificador- cargador de baterías
- Batería
- Inversor grado computador con tecnología PWM con *igbt's*
- Interruptor estático de transferencia
- Interruptor manual de *bypass* o de mantenimiento
- Puerto de comunicaciones



## RECTIFICADOR-CARGADOR DE BATERIAS

El rectificador es controlado por microprocesador en onda completa por medio de SCR's. Convierte la corriente alterna en corriente directa filtrada y regulada en modelos de alta capacidad. Se emplea el rectificador/cargador de 12 pulsos con el propósito de minimizar el efecto de reflejo de armónicas a la línea de alimentación.

El voltaje de entrada puede ser desde 120 VCA hasta 600 VCA, 60 Hz, como producto normal de línea. Para la recarga de batería, el rectificador/cargador cuenta con la función de límite de corriente para su protección.

Después de una descarga profunda, por ejemplo cuando la batería proporciona el tiempo de respaldo máximo en una falla de energía a la entrada del rectificador, esta demanda una corriente de varias veces su capacidad en amperes-hora al volver al modo de operación de recarga, lo que puede causarle daños irreversibles, particularmente si son baterías plomo-ácido, ya que en las baterías de tipo industrial disminuye el nivel de electrolito debido a la exagerada evaporación y generación de hidrógeno, provocando desprendimiento de materia activa, deformaciones en las placas, etc., reduciendo así su vida útil. En el caso de baterías de plomo-ácido selladas, la situación puede ser peor, ya que la evaporación eleva la presión interna en el recipiente con riesgo de que se fracture, lo que en grado extremo provoca la explosión de la batería.

La salida del rectificador/cargador es la alimentación para el inversor, funcionando también como cargador de baterías. La batería se conecta al sistema por medio de un fusible o como equipo opcional por un interruptor térmico de acción automática.





## BATERIA

Las baterías son parte fundamental dentro de un sistema de fuerza ininterrumpible. Ni el mejor inversor o el mejor control o monitoreo por microprocesador respaldaran el proceso si no se cuenta con la batería adecuada o se impide ejecutar alguna prueba dinámica de su estado, lo que representa la causa más común de quedar sin respaldo ante la falla de la línea de alimentación.

El criterio para la selección de algún tipo de batería en particular se basa en procurar que esta sea la apropiada para cada aplicación de acuerdo con los siguientes puntos:

- a) El número de celdas debe ser seleccionado de acuerdo con el voltaje o de flotación tanto del rectificador como de la batería. En este punto hemos encontrado que el número de celdas se ha determinado con base en el voltaje nominal de flotación del rectificador, contra el voltaje nominal de celda abierta de batería.
- b) La capacidad expresada en amperes-hora para el tiempo de respaldo requerido debe ser suficiente.
- c) Para asegurar el cálculo del tiempo de respaldo requerido, deben utilizarse tablas y curvas de descarga del fabricante.
- d) Se debe calcular la máxima corriente de demanda de inversor a voltaje mínimo de operación y plena carga.
- e) El tipo de batería debe corresponder con la disponibilidad requerida según las características del proceso por respaldar.

TECIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- f) El tipo de batería debe seleccionarse de acuerdo con el índice de fallas de la línea comercial lugar tomando en cuenta la vida útil de la batería en ciclos de carga y descarga.
- g) El tipo de batería debe seleccionarse de acuerdo con la vida útil esperada del sistema.
- h) Debe tomarse en cuenta que cuando se requiere un tiempo de respaldo elevado, por ejemplo dos horas, es muy probable que se necesiten modificaciones en el cargador.

## INVERSOR

La tecnología del inversor es PWM con igbt's de cuarta generación grado computador controlado por microprocesador. La característica principal de la tecnología de modulación por ancho de pulso es su respuesta dinámica a cambios bruscos de régimen de carga, esto es, en cambios de 0 a 100 por ciento de carga, como sucede en la retransferencia de la línea de reserva a inversor, en la que el equipo tarda menos de un cuarto de ciclo para recuperarse a una regulación de 3 por ciento, y menos de un ciclo para alcanzar el 1 por ciento de regulación nominal.

En la tecnología de modulación de ancho de pulso, se toma una muestra del voltaje de salida instantáneo y se compara con una señal de referencia. El resultado de la comparación genera pulsos de ancho variable que manejan la sección de potencia, permitiendo la rápida respuesta a cambios de carga, además de eliminar la necesidad de filtros grandes figura 3.2.a.



En el inversor, esta comparación se efectúa 128 veces por cada ciclo completo, controlada por microprocesador independiente, lo que permite una corrección muy rápida del voltaje de salida. 2.2.b.

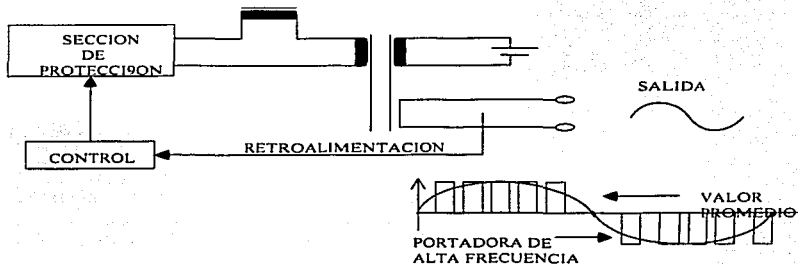


Figura 2.2.a. PWM Modulación por ancho de pulso

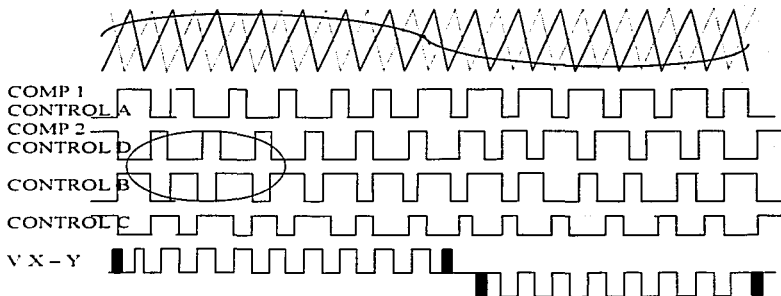


Figura 2.2.b. Voltaje de salida

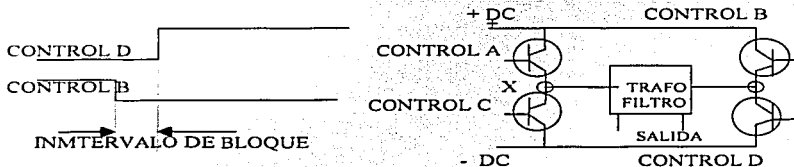


Figura 2.2.b. Voltaje de salida

Esto representa una ventaja respecto a los sistemas tipo industrial de tecnología ferroresonante CVT o forma de onda casi cuadrada QSW, que deben ser sobredimensionales para soportar estos cambios de carga.

Otra de las características de las cargas críticas de alta tecnología es que son no lineales debido a que los sistemas inteligentes actuales tienen fuentes de poder del tipo conocido como switchg power supply. En este caso, la eficiencia del inversor, así como la distorsión armónica total, se alteran en equipos de tecnologías anteriores.

Para cargas con un factor de cresta de 3.1, las características del sistema permanecen constantes. El inversor recibe energía de CD desde el rectificador cargador o desde la batería, y la convierte en energía de corriente alterna limpia de transitorios y perturbaciones, regulada en amplitud y estable en frecuencia con tolerancia de 0.005 por ciento sincronizado con el cristal interno. Normalmente se requiere que el inversor se encuentre sincronizado con la línea de reserva en fase y frecuencia, en cuyo caso la tolerancia es ajustable de 0.5 a 5 por ciento.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## INTERRUPTOR ESTÁTICO

El interruptor estático de transferencia es un dispositivo que emplea un contactor como salida normal de inversor y un arreglo de SCR's en configuración antiparalelo para la línea de reserva.

La operación del interruptor estático de transferencia es controlada por microprocesador independiente y su función es suministrar energía sin interrupción a la carga crítica, ya sea desde el inversor, que es el modo de operación normal, o por medio de la línea comercial, evitando la conexión directa entre el inversor y la línea de reserva, ya que esto retroalimentaría negativamente al inversor, dañándolo en su sección de potencia.

Otra de las funciones del interruptor estático de transferencia es mantener el monitoreo permanente de las condiciones de la carga crítica. En operación normal, el interruptor estático selecciona al inversor como salida energizando el contactor de salida; en caso de detectar condiciones anormales en la carga crítica o a falla del inversor, transfiere energía del inversor a la línea de reserva mediante disparos a los tiristores de la línea de reserva, removiendo la señal de contactor.

Una vez que las causas de las transferencias han desaparecido, el interruptor estático retransfiere la carga en forma automática hacia el inversor. El tiempo de transferencia y retransferencia de interruptor estático es de 200 microsegundos como tiempo mínimo y de 2 milisegundos como máximo, aproximadamente, equivalente al tiempo de respuesta del microprocesador de control.

El circuito de entrada de la línea de reserva es independiente al de entrada del rectificador. En caso de no contar con dos alimentaciones independientes, una para cada uno de los circuitos, es posible cumplir con los requisitos de alimentación instalando un puente entre ambas entradas. La línea de reserva puede, como ha sucedido en algunas aplicaciones, no ser del voltaje apropiado o no tener la estabilidad adecuada en voltaje para alimentar a la carga crítica; en este caso, se cuenta con transformadores de aislamiento reguladores y acondicionadores de línea para lograr la compatibilidad de la alimentación disponible con el resto del sistema.



## INTERRUPTOR MANUAL DE BYPASS

El interruptor manual de bypass o de mantenimiento sirve para lograr el aislamiento total del sistema sin necesidad de suprimir energía a la carga crítica durante trabajos de servicio y mantenimiento.

Consta de tres contactos de acción simultánea operados en forma manual bajo el principio de cerrar antes de abrir.

La posición de prueba permite verificar que todas las funciones del sistema se lleven a cabo en forma correcta mientras la carga crítica es alimentada directamente desde la línea de reserva.

La posición de bypass total permite desenergizar por completo el sistema con el propósito de dar servicio de mantenimiento preventivo sin necesidad de desenergizar la carga crítica del usuario.

### 3.3 NECESIDADES PARA TENER UN EQUIPO UPS

Debido al avance tecnológico en todos los niveles, el uso de computadoras o cualquier dispositivo electrónico hoy en día es de vital importancia para el desempeño de la vida diaria, estos dispositivos electrónicos son susceptibles a daños o pérdida de información por perturbaciones en la línea de alimentación, por lo que son denominadas cargas críticas.

En algunos casos, la falla que presenta la línea comercial no origina pérdidas de vital importancia y su repetición no representa mayor problema. Sin embargo, en el caso de hospitales, bancos o tiendas comerciales, las computadoras representan cargas críticas que exigen la protección de sistemas de fuerza ininterrumpible (UPS), Fig 3.3.

CON  
FALLA DE ORIGEN



Los requerimientos de empresas demandan la aplicación de tecnología de punta en equipos UPS, cuya línea se adapte tanto a propósitos generales como industriales, de doble conversión verdaderamente en línea, grado computador, con tecnología PWM utilizando IGBT's y equipado con un sistema de comunicación inteligente.

Una carga crítica es sometida a cualquier tipo de disturbios eléctricos, los cuales ocurren en forma inesperada ocasionado los problemas ya sabidos como son pérdida de información, pérdida de tiempo, pérdida de dinero, etc.

Básicamente podemos clasificar a los problemas o disturbios eléctricos en nueve categorías que son;

1.- Ausencia de energía: Es una condición debajo voltaje de por lo menos dos ciclos. Es causada por la apertura de interruptor, una falla en el distribuidor de energía o por la falla de la línea comercial.

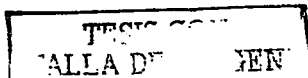
2.- Variaciones de voltaje: Ocurre cuando la amplitud del voltaje es cambiante durante un periodo de tiempo.

3.- Picos de alto voltaje: Picos rápidos de voltaje de hasta 6,000 volts con una duración de 100ms a  $\frac{1}{2}$  ciclo.

4.- Variaciones de voltaje hacia arriba: Voltajes sobre el 110 por ciento del valor RMS por uno o más ciclos.

5.- Variaciones de voltaje hacia abajo: Voltajes abajo del 80 y 85 por ciento del valor RMS por uno o más ciclos.

6.- Ruido en la línea: Interferencia de radio frecuencia y electromagnética. Son causados por motores eléctricos, relevadores, dispositivos controladores de motores, microondas.





7.- Variaciones de frecuencia: Un cambio en la frecuencia por más de 3 Hz. Es causada por la operación errónea de un generador o por fuentes inestables de frecuencia.

8.- Transcende: Picos rápidos de voltaje de hasta 20,000 volts con una duración de 10 mS a 100 mS. Son causados por fallas de arco, tormentas eléctricas, descarga estática.

9.- Distorsión armónica: Es problema eléctrico es un fenómeno ocasionado por las computadoras (cargas no lineales).

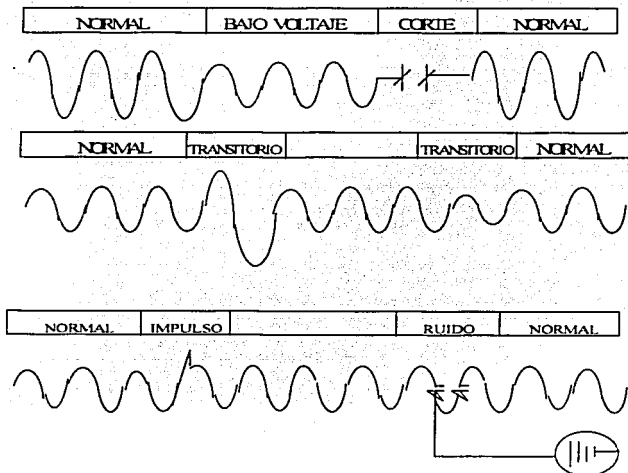


Figura 3.3





Las necesidades de un equipo UPS para poder operar de manera correcta es el de mantener en condiciones normales el área en donde se quedara funcionando y también respetando las especificaciones del fabricante todo esto para poder garantizar una protección de energía confiable sin problema alguno.

A continuación se mencionan algunas de las necesidades más comunes en equipos UPS.

- 1.- Voltajes de entrada
- 2.- Frecuencia
- 3.- Temperatura

### 3.4 TECNOLOGIAS DE LOS UPS

El diseño de cualquier sistema depende en gran medida del funcionamiento de los componentes existentes. La historia de la tecnología está llena de ejemplos de sistemas brillantes fracasaron debido a la falta de componentes disponibles.

Ha sido solamente en el siglo XX que la tecnología en componentes ha desafiado la imaginación de los diseñadores de los sistemas. Más allá de estas tecnologías ha habido el desarrollo de componentes semiconductores de interruptores rudimentarios a microprocesadores y grandes escalas de memoria MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). No menos importante es el desarrollo de la tecnología de semiconductores de poder (Tiristor) también llamado Rectificador Controlado de Silicio (SCR) fue presentado por la General Electric en 1957. Este invento fue mejorado en términos de manejar la capacidad de poder, así provenían al diseñados de sistemas un interruptor de relativa baja velocidad al convertir la corriente alterna a corriente directa y viceversa. El SCR permitió el desarrollo de los sistemas UPS de estado sólido. Anterior a este avance tecnológico dependían de maquinaria rotativa (Motor generador). Con la aplicación de los SCR los UPS fueron conocidos como ESTÁTICOS ya que no utilizan partes mecánicas para la conversión de la energía.



En orden cronológico los UPS han evolucionado de la siguiente forma:

### 3.4.1. SISTEMA ROTATORIO

La primera forma de proveer protección de corriente fue utilizando el motor generador, estos equipos de pobre estabilidad en voltaje y frecuencia, presenta una lenta respuesta a cambios bruscos de la carga, tienen baja eficiencia, alta disipación de calor y un alto nivel de ruido.

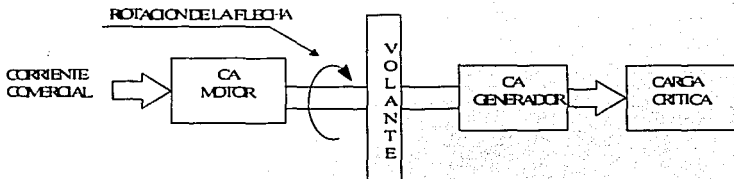


Figura 3.4.1

Bajo condiciones normales de operación, la corriente comercial provee al motor corriente alterna, el cual convierte la energía eléctrica a energía mecánica de la rotación de la flecha. la flecha es conectada al generador de corriente alterna el cual reconvierte la rotación de la flecha a energía eléctrica. Si la corriente comercial falla, la energía mecánica almacenada en el volante mantiene la rotación de la flecha. Este tipo de equipos pueden proteger contra la energía comercial una falla de  $\frac{1}{2}$  segundo.



### 3.4.2. SISTEMA DE MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA.

Otro intento temprano para proveer protección se muestra en la siguiente figura.

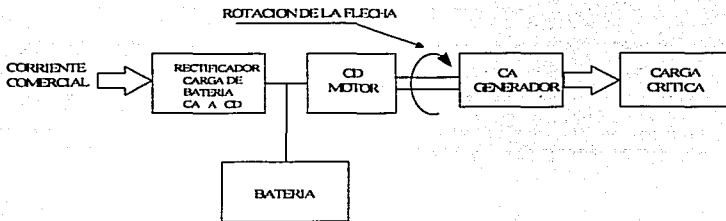


Figura 3.4.2

Bajo condiciones normales la corriente comercial es convertida a corriente directa por medio del rectificador cargador de baterías. Esta corriente directa mantiene la batería cargada al máximo la cual produce por medio del motor generador la rotación de la flecha. La flecha en turno maneja un generador de corriente alterna el cual provee la carga crítica. Si la corriente comercial falla, la batería mantiene el abastecimiento de corriente directa sin interrupción hasta que la batería se descargue.

La razón por la cual estos equipos se dejaron de usar fue por su poca confiabilidad sujeta a cambios constantes por desgaste mecánico, además de su baja eficiencia y un gran gasto de energía.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



### 3.4.3 SEGUNDA GENERACION EN LA TECNOLOGIA DE LOS INVERSORES: TRIODOS DE PODER.

En los años que transcurrieron entre 1920 y 1930 el triodo de poder se desarrollo a tal grado que competía con los motores - generadores, este triodo de mercurio controlado aun es utilizado ampliamente en control de alto poder por ser de voltaje alto y alta corriente. Estos triodos tienen la desventaja de que la velocidad de interrupción es muy lenta limitando su acción a tan solo 100MHz. Su manufactura tiene tanto arte como ciencia y por lo tanto tiene un costo elevado.

### 3.4.4. TERCERA GENERACION DE INVERSORES: SCR.

Con la invención del transistor en 1948, comenzó la revolución tecnológica más significativa de la historia. Por fin el diseñados de sistemas de computo tenia un interruptor que no estaba limitado por su inercia mecánica de relevadores o plagado de bulbos de poca confiabilidad. Los primeros problemas que surgieron con los transistores de germanio fueron corregidos rápidamente y posteriormente superados por los transistores de silicio y por los circuitos integrados. Los circuitos integrados fueron presentados por General Electric en 1957 y ya para 1965 se había desarrollado a tal grado que los UPS de estado sólido estaban compitiendo con los Motor - Generadores. El SCR funciona como un interruptor de gran velocidad.

El UPS de estado sólido o estático consta de diferentes módulos:

- a) Rectificador cargador
- b) Inversor
- c) Banco de baterías
- d) Interruptor estático

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Bajo condiciones normales de operación a corriente comercial es convertida a corriente directa por medio del rectificador/cargador. La corriente directa mantiene cargadas a las baterías y alimenta el módulo inversor. El inversor convierte la corriente directa en corriente alterna para abastecer a la carga crítica. El interruptor estático permite alimentar la carga crítica de dos fuentes diferentes.

Si la corriente comercial falla, la batería mantiene sin interrupción la alimentación hacia el inversor de tal forma que la carga crítica no se ve afectada ante los disturbios eléctricos que pudieran presentarse.

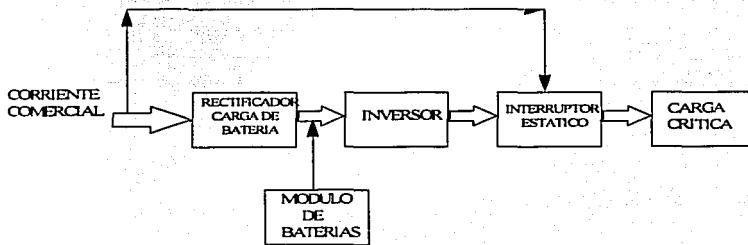
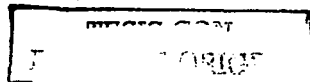


Figura 3.4.4





### 3.4.5. CUARTA GENERACION: SCR RAPIDOS

En 1970 la velocidad de movimiento del interruptor (SCR) fue creciendo. se desarrollaron básicamente dos métodos para la generación de corriente alterna a través del inversor.

#### a) Modulación por ancho de pulso (PWM)

Encendido varias el SCR por cada medio ciclo y variando a lo ancho de los pulsos de acuerdo a una onda senoidal se obtiene una forma de onda como la siguiente:

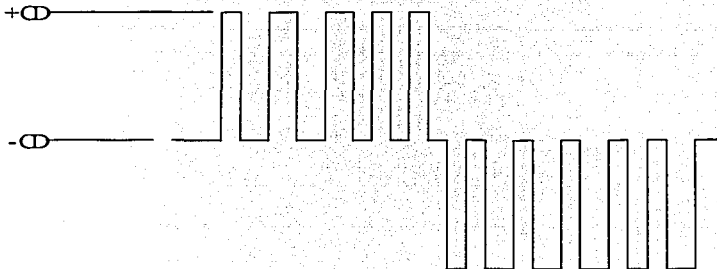


Figura 3.4.5

TRABAJO CON  
FOLIA DE ORIGEN



El principal problema de este método es que se necesitan varias conmutaciones por cada medio ciclo. La eficiencia que se obtiene de corriente alterna a alterna es del 80 por ciento, se requiere de un pequeño filtro, dando así una regulación de voltaje excelente para los cambios bruscos de carga.

#### b) Modulación de amplitud del ancho del pulso

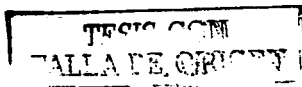
Solamente moviendo el interruptor dos veces por medio ciclo y agregando tres ondas cuadradas se obtiene una forma de onda como la siguiente con solo la mitad de SCR's del inversor de onda cuadrada.

Se ha logrado obtener una eficiencia del 90 % de corriente alterna a alterna. Se requiere de un filtro más pequeño permitiendo a este inversor mantener una buena regulación de voltaje aun con la aplicación del 100 por ciento de carga.

En la actualidad son utilizados estos métodos pero con la implementación de IGB's (Isolated Gate Bipolar Transistor), los cuales son dispositivos más compactos, eficientes y veloces. Esto permite reducir en tamaño los equipos, aumentado la confiabilidad de los mismos.

### 3.5 CLASIFICACION DE LOS UPS

En la actualidad podemos clasificar a los equipos en tres diferente grupos: Los llamados "ONLINE" o en línea, los "OFF LINE" o fuera de línea y los "LINE INTERACTIVE" o Línea Interactiva.





### 3.5.1 SISTEMAS "ON LINE"

Los equipos ON-LINE son ideales para aplicaciones críticas de protección de energía. Dispositivos que son particularmente sensibles a las fluctuaciones de la energía requieren protección y confiabilidad de un diseño ON-LINE. El UPS protege contra todo tipo de problemas de energía y continuamente emplea al inversor para producir el 100 por ciento de energía regulada nueva limpia.

Estos sistemas tienen como característica principal que el inversor está siempre funcionando alimentando la carga crítica y solamente en casos de falla del inversor o emergencia se selecciona la línea comercial o de reserva como salida. La característica principal es que el equipo siempre está regulando voltaje y frecuencia. Estos sistemas son llamados también de doble conversión. Por su topología, se dice que estos equipos proporcionan a la carga crítica y baterías un verdadero aislamiento de las perturbaciones de la línea comercial.

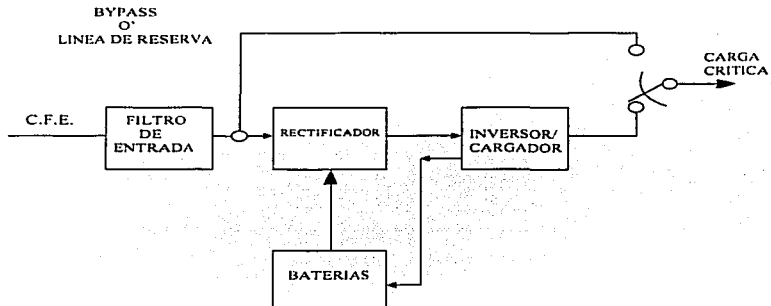
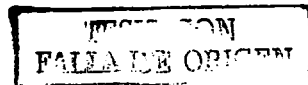


Figura 3.5.1







### 3.5.2 SISTEMAS "OFF-LINE":

Estos sistemas mantienen a la carga crítica alimentada por la línea comercial y solamente cuando esta falla o se encuentra fuera de los límites de tolerancia, la carga crítica es transferida al inversor, esto por consiguiente permite a los fabricantes ofrecer un eficiencia de operación elevada, próxima al 95 por ciento dado que no presenta las pérdidas de la doble conversión. En operación normal el inversor se encuentra apagado y cuando ocurre una falla de la línea comercial se comanda su inicio de operación por medio de relevadores de transferencia que lo alimentan a su entrada desde la batería y conectan su salida a la carga crítica. Por su topología estos equipos presentan un tiempo de transferencia aproximada de 4 milisegundos (Algunos equipos de computo sensibles presentan problemas por este tiempo de transferencia).

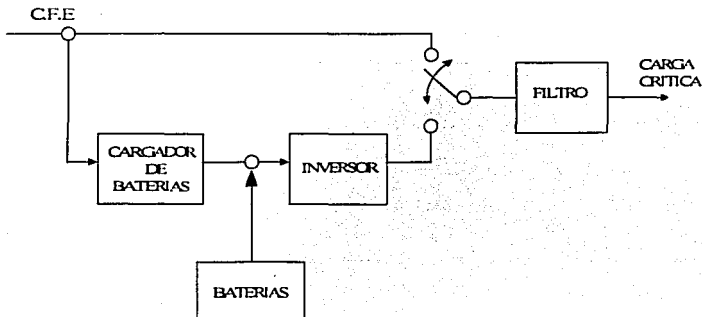


Figura 3.5.2

TRABAJO CON  
FALLA DE ORIGEN



### 3.5.3 SISTEMAS DE LINEA INTERACTIVA (LINE INTERACTIVE):

Estos sistemas proporcionan protección básica de energía a precios de rango medio. Este diseño ofrece una regulación de voltaje en bajo grado antes de pasar a la carga crítica. Durante cambios de voltaje estos UPS's usan el banco de baterías para la regulación. Sin embargo los equipos de línea interactiva proporcionan una mejor regulación de voltaje que los OFF-LINE, y la vida de las baterías por lo regular es sacrificada.

El número de transferencias hacia y de baterías en un línea interactivo es de 10 a 1 comparado en un ON-LINE durante bajas, picos y variaciones de voltaje.

Estos equipos su configuración solo regulan voltaje, la frecuencia solo es regulada cuando entra en operación el inversor.

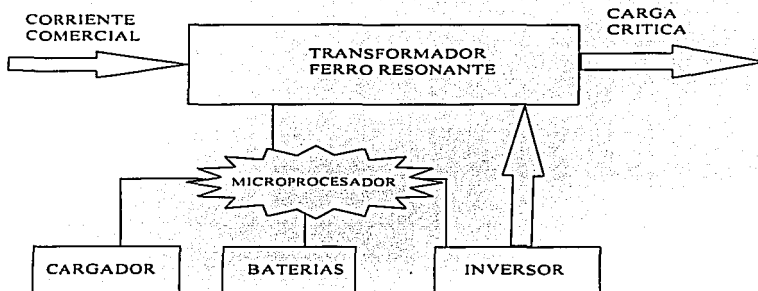


Figura 3.5.3

**CAPITULO IV**

**APLICACIONES  
DE LOS SISTEMAS  
DE ENERGIA  
ININTERRUMPIBLE (UPS)**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

68A



#### 4. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS).

Las aplicaciones de los Sistemas de Energía Ininterrumpible (UPS), son diseñados para alimentar energía de C.A. con confiabilidad y precisión a cargas sensibles. A continuación se mencionan algunas, equipo de computo, equipo electrónico, instrumentación, equipo de control, equipo medico, cuartos de operación, etc.

En algunos casos, la falta que presenta la línea comercial nos origina pérdidas de vital importancia y su repetición nos representa mayor problema. Sin embargo, en el caso de hospitales, bancos, tiendas comerciales exigen la protección de la carga.

A continuación se describe el procedimiento de una de las aplicaciones de un equipo (UPS), cuyas característica y datos de placa del equipo son las siguientes.

Equipo utilizado  
Marca. Powerware  
Modelo. Prestige de 3000 VA

Voltaje In: Out	VA	Watts	Input Current	Output Current	Voltaje de Batería
120	3000	2100	24 Amp	25 Amp	137

TESIS CON  
FALLA DE OPERACIÓN



El equipo que se utilizó para este proyecto fue considerado de acuerdo a la carga.

A continuación se menciona la carga que se va alimentar.

8 Computadoras  
de 100 Watts  
cada una

8 Monitores  
de 1.5 Amp  
cada uno

3 Modem  
de 50 VA  
cada uno

- 1)  $8 * 100 \text{ Watts} * 1.4 = 800 \text{ VA}$
- 2)  $8 * 1.5 \text{ Amp} * 120 = 1440 \text{ VA}$
- 3)  $3 \text{ Modem de } 50 \text{ VA} = 150 \text{ VA}$

-----  
Total de carga que se ocupa respaldar 2390 VA

El 1,4 es una relación para obtener los VA

Lo cual nos indica que debemos ocupar un equipo que no quede muy sobrado y que tampoco que de justo por si se ocupara conectar mas carga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



#### 4.1. CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE UN UPS

Un sistema de fuerza ininterrumpible que se protege para prevenir una falla propia en condiciones anormales de la línea de alimentación o en la carga crítica mientras el proceso se detiene, no sirve. Por ello, la posibilidad de fallas en la línea comercial, el desarrollo tecnológico de los equipos por soportar y la importancia de la función desempeñada por estos determina las características que debe cumplir un UPS.

1. La protección ofrecida debe corresponder a la importancia del proceso.
2. La tecnología del sistema debe tener un desarrollo similar a la carga crítica responsable del proceso.
3. En caso de falla del sistema, debe existir la posibilidad de mantener la carga crítica operando sin interrupción el tiempo necesario para su reparación.
4. Todas las operaciones del UPS deben ser monitoreadas y controladas por el un circuito microprocesador para cualquier caso de emergencia.

#### 4.2. MODOS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS).

##### 4.2.1 MODO DE OPERACIÓN NORMAL

En forma normal el UPS opera de la siguiente manera: Un diagrama a bloques del sistema de energía UPS consiste de varios módulos con diferentes funciones.

- El rectificador/cargador convierte la energía de CA a energía de CD y mantiene al banco de baterías completamente cargado.

TPSIS CON  
FALLA DE ORIGEN



- El inversor convierte la energía de CD nuevamente a energía de CA que sirve para alimentar la carga crítica.
- El interruptor estático de bypass (SBS - Static Bypass Switch) transfiere la carga crítica a la línea de reserva (BYPASS) cuando el inversor se sobrecarga o no puede alimentar a la carga crítica.
- El filtro protege la carga de disturbios en la línea comercial. Cuando es alimentada a traves del interruptor estático de bypass (SBS).
- El interruptor de mantenimiento de bypass (MBS - Maintenance Bypass Switch) es usado para mandar a la línea de reserva total al UPS para mantenimiento, servicio o nueva puesta en operación del equipo.

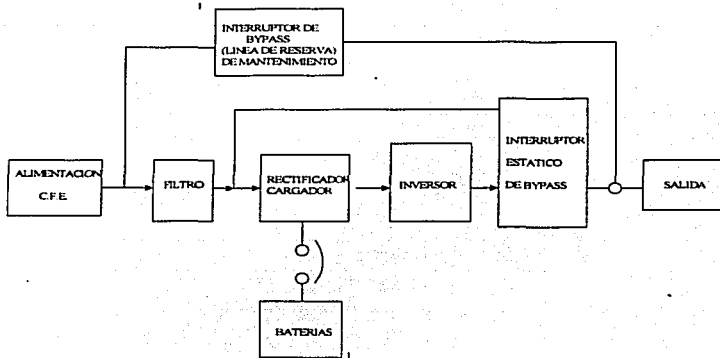


Figura 4.2.1 MODO NORMAL

IMPRESO CON  
MÁQUINA DE ORIGEN



#### 4.2.2 MODO DE OPERACIÓN EN BATERIAS

El modo baterías es automáticamente activado cuando ocurre una falla en el suministro de la línea comercial o cuando la línea comercial no cumple con ciertos parámetros preestablecidos. El UPS puede cambiar automáticamente a energía de cd (Corriente Directa), proporcionada por el banco de batería y proveer así de energía el inversor es ahora alimentado por el banco de baterías, la salida de el inversor es sin ningún disturbio y la carga continua operando sin ninguna interrupción.

Cuando el equipo pasa a modo de baterías, una alarma audible suena y el indicador de baterías se ilumina, indicando que hay que hay un corte en el suministro de energía comercial. El UPS permanecerá en esa condición hasta que el suministro de la energía comercial retorne o hasta que el banco de baterías ya no pueda soportar la operación del inversor.

El tiempo de respaldo es variable, pues depende del tipo y la capacidad de la batería y de la carga crítica conectada al UPS. Si existe una falla de corte de energía a la salida del UPS provocado por el tiempo de respaldo del banco de baterías, el UPS en varía una orden de apagado para evitar una descarga total del banco. Cuando el suministro de la línea comercial retorna, el UPS automáticamente se reestablece, suministrando energía confiable a su carga crítica y cargando al banco de baterías.

TESIS CON  
FALLA EN EL ORIGEN



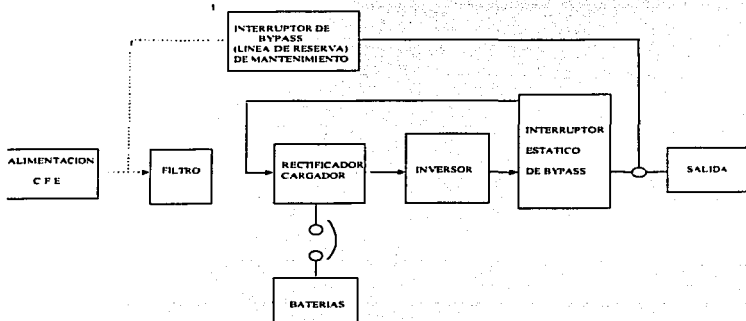


Figura 4.2.2 Modo en baterías

#### 4.2.3 MODO DE OPERACIÓN EN BYPASS

Existen dos causas por las cuales el equipo se transfiere a bypass automáticamente:

El UPS cambia a modo bypass en el momento en que existe una condición de sobrecarga, sobre temperatura o falla en el UPS. Cuando el equipo cambia a bypass, un sonido de alarma monótono se genera y el indicador BYPASSED se ilumina, indicando que la carga es alimentada a través de la línea comercial. Sin embargo, línea comercial continuamente es filtrada por el UPS.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

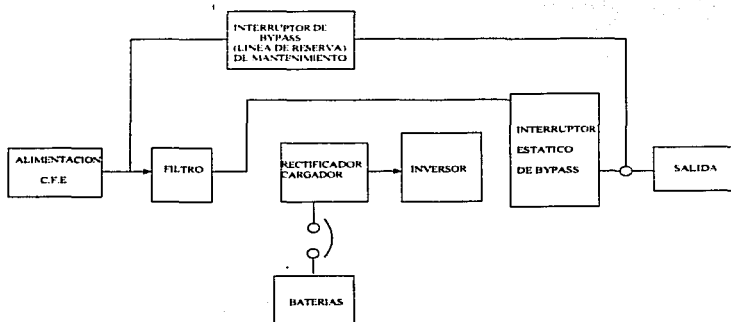


Figura 4.2.3 Modo de operación en bypass

### 4.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

#### MANTENIMIENTO

Los requerimientos de mantenimiento preventivo son mínimos. Basta con verificar una vez al año los niveles de voltaje de salida de rectificador/cargador en los modos de flotación o recarga del voltaje de salida inversor.

La limpieza del el equipo depende del sitio de instalación y la acumulación de polvo en el interior del gabinete; sin embargo, se recomienda limpiarlo al menos una vez al año y no más de una vez al mes.



El interruptor de mantenimiento de bypass su función es transferir la operación del equipo UPS a la línea de reserva (BYPASS) durante el mantenimiento o servicio si el interruptor se encuentra en la posición de servicio el ingeniero de servicio dispondrá de un voltaje de entrada al UPS para verificar su operación, mientras la carga crítica es alimentada a través de la línea de reserva.

Mientras el interruptor de mantenimiento este activado, el UPS puede ser operado y aprobado, sin afectar la carga crítica y el trabajo de mantenimiento puede efectuarse dentro del sistema con algunas partes cargadas y protegidas.

Este caso suele ser utilizado para reparación del equipo o en la realización de un mantenimiento mayor.

#### 4.4 OPERACIONES DE ACONDICIONAMIENTO

El funcionamiento del microprocesador es acondicionado por los requerimientos del usuario en el mismo sitio, utilizando los interruptores especiales para programación de:

- Voltajes exactos de operación
- Límites de frecuencia a la salida del UPS
- Modo de servicio
- Determinar el funcionamiento del UPS cuando transfiera a la línea de reserva sin sincronización
- Activando el límite de corriente reducida
- Programación del tiempo de baterías
- Programación del número telefónico local para llamadas Automáticas de emergencia (opcional).



#### 4.4.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Los UPS están diseñados para operar entre  $0^{\circ}$  Y  $45^{\circ}$  C de temperatura ambiente. No obstante, para mayor confiabilidad, es recomendable su operación a una temperatura ambiente de  $20 - 30^{\circ}$  C.

La humedad relativa permitida es de hasta 95% (sin consideración). Altitud 0 - 1000 metros. El nivel audible del UPS no debe exceder 60 dBA, medidos a 1 metro de distancia del panel frontal de la unidad.

El UPS es diseñado minimizando las emisiones electromagnéticas hacia el exterior para que no produzcan efectos adversos en la carga o en el equipo adyacente, razón por la cual puede ser instalado dentro del centro de computo.

#### 4.5 AUTOTRANSFORMADORES O SIN TRANSFORMADORES

Estos sistemas no ofrecen aislamiento alguno a la batería ni a la carga crítica de la línea comercial. La línea se conecta directamente al rectificador o por medio de un autotransformador de entrada con conexión estrella de cuatro hilos. La salida de inversor se conecta a la salida del sistema directamente o por medio de un autotransformador. En sistema trifásicos se conectan tres autotransformadores monofásicos en conexión estrella. Cuando se emplea el auto transformador, el devanado primario hace las veces de filtro reactivo de CA.



Una de las terminales del devanado secundario del autotransformador de salida esta conectada al centro de la batería por medio de una red divisoria del voltaje, que es la referencia o neutro para la generación de los semiciclos positivo y negativo. Normalmente, el neutro del sistema eléctrico general del usuario esta conectado a tierra física de la subestación o de la cometa principal por lo tanto, el neutro de salida del equipo y el centro de la batería se encuentra conectado a la tierra general del sistema eléctrico del usuario, razón por la que la señalización de alarma de falla a tierra de batería debe ser cancelada.

La ventaja de los sistemas con autotransformadores radica en su precio y la alta eficiencia de operación que ofrecen (generalmente por encima del 90% a plena carga).

#### 4.5.1 TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO

Estos sistemas cuentan con un transformador de aislamiento en conexión delta a la entrada del rectificador y un transformador de aislamiento a la salida del inversor, con conexión delta-estrella, siendo su centro el neutro de salida. Además, si se instala un transformador de aislamiento en la línea de reserva, se aísla totalmente la carga crítica de perturbaciones en la línea comercial.

La aplicación de estos transformadores reduce la eficiencia total del sistema (88% típico a plena carga) y aumenta las dimensiones físicas.

TESIS CON  
VALIA DE ORIGEN



En este tipo de sistemas, la carga crítica es alimentada por la línea comercial en operación normal y solo cuando esta falla o se encuentra fuera de tolerancia en estos casos la ventana es transferida al inversor, lo que permite a los fabricantes ofrecer eficiencia elevada de operación (próxima al 95%), ya que no se presentan las pérdidas de la doble conversión.

En equipos pequeños hasta 3 kVA, se cuenta con cargador de batería, inversor y relevadores de transferencia.

En operación normal, el inversor se encuentra apagado y cuando se encuentra apagado y cuando se presenta la falla de la línea comercial, los relevadores de transferencia que alimentan su entrada desde la batería comandan el inicio de operación, conectando su salida a la carga crítica, lo que su tiempo de transferencia de la línea comercial a inversor sea considerable.

En equipos capacidad mayor a 5 kVA monofásicos o trifásicos, el UPS empleado comúnmente es el híbrido, también conocido como Thee Port o Semi-on-line, que en el mercado pretende hacerse pasar como vendadamente en línea.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



#### 4.6 UPS HÍBRIDO

En este sistema, el inversor opera en forma permanente a pesar de que la carga crítica es alimentada por la línea de reserva conectada a un autotransformador, que funciona como regulador de voltaje. A este mismo transformador se conecta la salida del inversor.

Mientras el equipo se encuentra en operación normal, existe un desfase entre la línea comercial y el inversor, para que este funcione como cargador de baterías, lo que se conoce también como convertidor bidireccional, es decir, a mayor demanda de corriente de la batería, mayor también el de fase entre ambos.

Cuando la línea de reserva sale de tolerancia, el inversor toma carga después de que se suprimen las señales de control-aparentemente con un tiempo de transferencia cero-, para que el autotransformador cumpla las funciones del regulador, presentado una diferencia de fase en la transferencia.

El verdadero tiempo de transferencia del UPS híbrido es de 10 a 20 milisegundos, por lo que ofrece elevada eficiencia de operación (95% típica mientras no este recargando batería); no obstante su menor tamaño y peso, solo puede utilizarse en ambientes cuya temperatura, humedad y polvo están controlados. Además, no proporciona aislamiento a la carga crítica y la tolerancia de línea comercial es muy amplia, por lo que no es recomendable para cargas sensibles o procesos críticos

A pesar de la gran variedad de tecnologías y tipos sistemas de fuerza ininterrompible disponibles en el mercado, es importante aclarar que únicamente existen dos tipos de sistemas de UPS's: los sistemas verdaderamente en línea y los sistemas fuera de línea.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

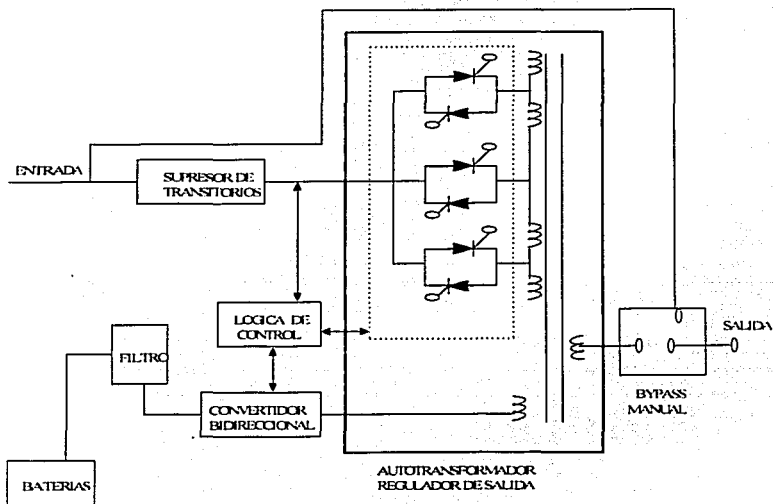


Figura 4.6 UPS híbrido

TESIS CON  
LA DE ORIGEN



# CONCLUSIONES

E. F. A



## CONCLUSIONES.

Hoy en día la necesidad de realizar las transformaciones de alterna/continua y continua/alterna, son primordiales ya que necesita una estable y continua fuente de corriente para operar correctamente. Frecuentemente ocurren disturbios en la línea de alimentación como variaciones de voltaje, frecuencia, parpadeos y ausencia de energía; resulta en un mal funcionamiento en su caso en completo apagado de la carga crítica.

Sin lugar a duda el progreso de los dispositivos de potencia ha sido una de las causas fundamentales de la evolución de la electrónica de potencia, como consecuencia de los avances tecnológicos en las características de los Mosfet's. Estos fueron utilizados con convertidores CD/CA y CA/CD de alta frecuencia. Además los avances en el modelo9 de patrón fino y en las tecnologías de diseño de dispositivos permitieron la producción de tiristores RTO con altas especificaciones de tensión y corriente.

La gran mayoría de los equipos de los equipos electrónicos de potencia tienen como misión transformar las características eléctricas de una fuente de tensión primaria, de forma que la tensión y/o la frecuencia de la misma, aplicada a la carga, sean distintas a las de la fuente de tensión primaria.

En muchas ocasiones, la fuente de tensión de entrada es de alterna, mientras que la tensión aplicada a la carga es continua. Cargas típicas alimentadas en continua son los propios sistemas electrónicos, los motores de continua y las baterías de almacenamiento de energía eléctrica, incluso en algunos casos en los que la carga se alimenta en alterna, resulta preciso realizar una convención intermedia a corriente continua.

TESIS CON  
ALLA DE ORIGEN



Esto es lo que ocurre en los accionadores de motores de inducción en los sistemas de alimentación ininterrumpible (UPS). Por lo tanto, la conversión de corriente alterna/corriente continua (AC/DC) resulta de las mas frecuentes en todos los equipos electrónicos de potencia, creandose de esta forma un bus al que se conecta directamente la carga.

El diseño de cualquier sistema de pende en gran medida del funcionamiento de los componentes existente. La historia de la tecnología esta llena de ejemplos de sistemas brillantes fracasaron debido a la falta de componentes disponibles.

Ha sido solamente en el siglo XX que la tecnología en componentes ha desafiado la imaginación de los diseñadores de los sistema. Mas alla de estas tecnologías ha habido el desarrollo de componentes semiconductores de interruptores rudimentarios a microprocesadores y grandes escalas de memoria MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). No menos importante es el desarrollo de la tecnología de semiconductores de poder (Tiristor) también llamado Rectificador Controlado de Silicio (SCR) fue presentado por la General Electric en 1957. Este invento fue mejorado en términos de manejar la capacidad de poder, así provenían al desafiados de sistemas un interruptor de relativa baja velocidad al convertir la corriente alterna a corriente directa y viceversa. El SCR permitió el desarrollo de los sistemas UPS de estado sólido. Anterior a este avance tecnológico dependían de maquinaria rotativa (Motor generador). Con la aplicación de los SCR los UPS fueron conocidos como ESTATICOS ya que no utilizan partes mecánicas para la conversión de la energía.

Con el propósito de suministrar energía eléctrica continua de alta cálida, filtrada regulada y estable, en frecuencia para cualquier aplicación se han desarrollado los sistemas de energía ininterrumpible (UPS) para aplicaciones tanto en ambiente controlado como en ambiente industrial verdaderamente en línea (doble conversión AC/DC y DC/AC). Inversor de tecnología de modulación de ancho de pulsos basado en IGBT'S controlados.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Ante las nuevas necesidades planteadas por el desarrollo informático se han fabricado sistemas electrónicos, que ofrecen respuesta a los distintos problemas de operación en los sistemas inteligentes.

Tal es el caso de los UPS o Sistemas de Energía Ininterrumpible que solucionan el suministro de energía, de las grandes empresas garantizando la continuidad de sus operaciones.

Un sistema de fuerza ininterrumpible que se protege para prevenir una falla propia en condiciones anormales de la línea de alimentación o en la carga crítica mientras el proceso se detiene, no sirve. Por ello, la posibilidad de fallas en la línea comercial, el desarrollo tecnológico de los equipos por soportar y la importancia de la función desempeñada, que debe cumplir un UPS.

Los requerimientos de mantenimiento preventivo son mínimos. Basta con verificar una vez al año los niveles de voltaje de salida de rectificador/cargador en los modos de flotación o recarga del voltaje de salida inversor.

La limpieza del equipo depende del sitio de instalación y la acumulación de polvo en el interior del gabinete; sin embargo, se recomienda limpiarlo al menos una vez al año y no más de una vez al mes.

Este trabajo del UPS, pretende ser una herramienta práctica y eficiente para quienes tienen bajo su responsabilidad el mantenimiento de equipos UPS, proporcionándoles todos los elementos necesarios para comprenderlos eventos y contingencias que puedan presentarse durante el desempeño del sistema, permitiéndoles actuar rápida y oportunamente en la solución de problemas concretos.

**YESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## BIBLIOGRAFIA

ELECTRONICA DE POTENCIA CIRCUITOS, DISPOSITIVOS Y  
APLICACIONES

MUHAMMAD H. RASHID, 2 EDICION  
ED. PRENTICE HALL, 1995.

TIRISTORES Y TRIACS, CIRCUITECA DE ELECTRONICA

HENRI LILEN  
ED. MARCOMBO, SA BARCELONA ESPANA, 1996.

POWER AND ELECTRONICS CONVERTERS, APPLICATIONS AND  
DESIGN

NED HOMAN  
TORE M. UNDELAND  
WILLIAM P. RIBBINS  
ED. JOHN WILRAND SONS, 1989.

NOTAS DE ELECTRONICA DE POTENCIA SECCION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACIÓN.

ESIME, IPN.  
DR. LESZEK KAWEDKL, ENERO 1997.

ARTICULO DEL CIEP TENDENCIAS FUTURAS EN LA CORRECCION  
DEL CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA EN SISTEMAS DE  
ALIMENTACION.

CUERNAVACA, MEXICO AGOSTO DE 1993.

TESIS CON  
DE OPORTUNIDAD



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN

POWER SEMICONDUCTORES CIRCUITS  
S.B. DEWAN  
A. STRAUGHEN  
WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION  
ED. JOHN WILEY AND SONS.

TRIACS Y TIRISTORES  
FRITZ BERGTOLD  
ED. CEA/CALLE PERU, 164/BARCELONA.

ELECTRONICA DE POTENCIA. LOS CONVERTIDORES ESTATICOS DE  
ENERGIA  
GUY SEGUIER  
ED. MARCOMBO

ELECTRONICA INDUSTRIAL, DISPOSITIVOS Y SISTEMAS  
TIMOTHY J. MALONEY  
PRENTICE HALL

ELECTRONICA TEORIA DE CIRCUITOS  
ROBERT BOYLESTAD  
LOUIS NASHELSKY  
PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA S.A. 4 EDICION.

CONTROL ELECTRONICO DE LOS MOTORES DE CORRIENTE  
CONTINUA  
COLECCIÓN ELECTRONICA/INFORMATICA  
R. CHAUPRADE  
AD. GUSTAVO GILI, S.A. BARCELONA 1983.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN