



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
CORRECTIVO DEL UPS MARCA TOSHIBA”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

**PRESENTAN:**

**AGUILAR PÉREZ ABEL  
CORTÉS GARCÍA LUIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
(ÁREA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA)**

**PRESENTAN:**

**CORONA HERNÁNDEZ FELIPE DE JESÚS  
GARCÍA MUÑOZ EUSEBIO MISAEL  
LOUVET RODRÍGUEZ JOSÉ ANTONIO**

**DIRECTOR DE TESIS:  
M. C. EDGAR BALDEMAR AGUADO CRUZ**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D. F., 2009**



***A mis padres Celia y Benito,***

por el gran amor que me tienen, por su gran esfuerzo y admirable ejemplo, por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida...gracias por todo.

***A mi hermana Alba,***

por su cariño, comprensión y apoyo incondicional, por estar a mi lado en todo momento, por el extraordinario ejemplo que ha sido para mí.

***A mi familia,***

a quienes quiero y respeto mucho.

***A David,***

por su sincera y gran amistad, por ser un hermano para mí.

***A Erick,***

por la gran amistad que hemos compartido, por brindarme siempre su apoyo y entera confianza.

***A Juan Carlos, Alejandra, Alba Itzel,***

y a todas aquellas personas que enriquecieron mi vida.

***A Felipe, Misael, Luis y José Antonio,***

por su compañerismo, dedicación y profesionalismo en el desarrollo de esta tesis.

***Al profesor Edgar Baldemar,***

por todos los consejos y dedicación para la elaboración de esta tesis.

***A mi amada Universidad Nacional Autónoma de México,***

por haberme dado la oportunidad de ser parte de ella, por abrirme sus puertas y ser mi segunda casa, por abrirme las puertas de ese maravilloso universo que es el conocimiento, por contribuir en mi formación.

***ABEL AGUILAR PÉREZ***



***A mis padres Luis y Cruz,***

por su incondicional apoyo y por creer en mí.

***A mi esposa Mariza,***

por su amor, apoyo y compañía en cada etapa del camino recorrido juntos y, también en aquellos momentos difíciles. Gracias por haber aparecido y cambiado mi vida.

***A mi bebe Luis Alejandro,***

que aunque todavía no puedes leer, algún día vas a aprender y por eso también te dedico esta tesis, gracias por alegrarme todos los días con tus sonrisitas y balbuceos.

***A mis hermanos Edgar y Brenda,***

por su fraternidad.

## ***AGRADECIMIENTOS***

***Al profesor Edgar Baldemar,***

por todos los consejos, indicaciones y asesorías durante la elaboración de esta tesis.

***A mis compañeros del PAT,***

por su esfuerzo, dedicación y organización para que esta tesis su llevara a cabo.

***LUIS CORTÉS GARCÍA***



***A Dios,***

Por la fortaleza que me dio para llegar hasta este punto donde hoy día estoy parado.

***A mis padres Guadalupe y Hermil,***

Por el su gran esfuerzo, amor, comprensión, paciencia y su mayor herencia que me han dado, el conocimiento. Y por el extraordinario ejemplo que han sido para mí.

***A mi sobrino Eduardo,***

Quien lo vi crecer y que deseo que un día no muy lejano este en esta misma situación.

***A mis sobrinas Stephanie, Guadalupe y a mi hermana Blanca,***

Porque son lo que llenan mi corazón de alegría.

***A mis amigos,***

***Michelle y Guillermo,***

Por el inmenso cariño que les tengo como hermanos, que me han apoyado en las buenas y en las malas.

***A mi equipo de tesis,***

***Edgar, Abel, Misael, José Antonio y Luís***

Por su forma profesional de trabajar y dedicarse al desarrollo de esta tesis. Y nuestro asesor quien siempre nos brindo su apoyo.

***A mis maestros,***

***Pablo García Y Colomé y Francisco Guerrero Lutteroth***

Quienes cambiaron mi vida y me motivaron a luchar para terminar mi carrera.

***FELIPE DE JESÚS CORONA HERNÁNDEZ***



***A mis padres Matilde y Juvenal,***

Porque sin ellos simplemente esto no hubiera sido posible.

***A mi esposa Diana,***

Por su compañía, su apoyo, comprensión y motivación para concluir mis objetivos.

***A mis hermanos Gudelia, Jaime, Jesús, Antonio, Isaac, Lilia, Lauro, Severo y Eva.***

Por su compañía y apoyo.

***A mis primas Irasema, Lilia Gemma y Norma, mi primo Alejandro***

Por su compañía y su apoyo

***A mi sobrino Alejandro,***

Por su solidaridad y su compañía.

**AGRADECIMIENTOS**

***A la Universidad y a la Facultad de Ingeniería.***

Por haberme procurado la educación superior y seguir contribuyendo en la formación de profesionistas de tan alta calidad.

***Al profesor Edgar Baldemar,***

Por sus asesorías y consejos para concluir esta tesis.

***A mis compañeros del PAT, Abel, Felipe, José Antonio y Luis.***

Por su compañerismo, compromiso y dedicación.

***A mis profesores en general,***

Que con su entusiasmo y dedicación han contribuido a la formación de mejores ciudadanos.

***A mis compañeros de carrera Gabriel, Arturo y René.***

Por su solidaridad y compañerismo, con quienes forme un gran equipo a lo largo de varios semestres.

***EUSEBIO MISAEL GARCÍA MUÑOZ***



***A mis padres Antonio y María de Jesús***

Por su esfuerzo en mi formación como persona, siendo ejemplo en cualidades y en buenos hábitos y sembrando en mi mente el objetivo de ser mejor persona a través de la excelencia del desempeño de mis actividades sociales.

***A mi hermana Alejandra,***

Por el apoyo brindado para terminar la tesis tanto moral como económico.

***A mis hermanos Salvador, Arturo, Javier, Luís,***

Por la convivencia y solidaridad que hemos compartido.

***A mi esposa e hija,***

Por la madurez que han ayudado a desarrollar en su diario compartir nuestra vida.

***A mis amigos Ernesto, Pablo y Alba,***

Por la amistad que hemos conservado durante tantos y años y los momentos inolvidables en la universidad.

***A todos mis sobrinos y sobrinas,***

Por toda la alegría que me han proporcionado.

***A mis de compañeros tesis Felipe, Abel, Misael y Luís,***

Por el trabajo desarrollado en hacer la tesis.

***A Manuel y Enrique,***

Por el apoyo en la información, asesoría, y manuales para la tesis. Como también a los compañeros de trabajo.

***JOSÉ ANTONIO LOUVET RODRÍGUEZ***



# TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL UPS MARCA TOSHIBA

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1. SISTEMAS DE FUERZA ININTERRUMPIBLE. ....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	1
1.2 Fuente de fuerza ininterrumpible (UPS).....	2
1.2.1 UPS de continua.....	3
1.2.2 UPS de alterna. ....	4
1.2.3 UPS Off-Line (fuera de línea) o Stand-By.....	6
1.2.3.1 Ventajas y desventajas del UPS Off-Line o Stand-By. ....	7
1.2.4 UPS On-Line (en línea). ....	7
1.2.5 UPS On-Line de doble conversión. ....	9
1.2.6 Bloques constructivos de un UPS. ....	10
1.2.7 Sistema de control del UPS.....	12
1.3 ¿Para qué sirve un UPS?.....	12
1.4 ¿Dónde se utilizan los UPS's?.....	13
1.5 Determinación de la potencia de un ups para necesidades específicas. ....	13
<b>CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO. ....</b>	<b>16</b>
2.1 Nociones generales de mantenimiento. ....	16
2.1.1 Definición.....	16
2.1.2 Objetivo del mantenimiento. ....	16
2.1.3 Tipos de mantenimiento. ....	16
2.1.3.1 Mantenimiento preventivo. ....	17
2.1.3.2 Mantenimiento correctivo. ....	17



2.1.3.3	Mantenimiento predictivo.....	18
2.1.3.4	Mantenimiento cero horas (overhaul).....	18
2.1.3.5	Mantenimiento en uso. ....	18
2.1.4	Modelos de mantenimiento. ....	18
2.1.4.1	Modelo correctivo. ....	19
2.1.4.2	Modelo condicional.....	19
2.1.4.3	Modelo sistemático.....	20
2.1.4.4	Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad.....	20
2.1.5	Importancia del mantenimiento.....	22
2.2	Mantenimiento preventivo. ....	24
2.2.1	Definición.....	24
2.2.2	Características.....	25
2.2.3	Nociones generales.....	25
2.2.4	Ventajas. ....	27
2.2.5	Desventajas.....	28
2.2.6	Plan de mantenimiento preventivo. ....	28
2.2.6.1	Recursos técnicos. ....	28
2.2.6.2	Inspección. ....	29
2.2.6.3	Clasificación de componentes.....	29
2.2.6.4	Planeación del trabajo de mantenimiento.....	30
2.2.7	Corolario.....	30
2.3	Mantenimiento correctivo. ....	31
2.3.1	Introducción.....	31
2.3.2	Definición.....	32
2.3.3	Clasificación. ....	32
2.3.3.1	No planificado.....	32
2.3.3.2	Planificado.....	33
2.3.4	Problemática del mantenimiento correctivo.....	34
2.3.5	Consideraciones básicas como punto de partida. ....	35
2.3.6	Ventajas. ....	36
2.3.7	Desventajas.....	36

2.3.8	Indicadores del mantenimiento.....	37
2.3.8.1	Disponibilidad.....	37
2.3.8.2	Fiabilidad.....	38
2.3.8.3	Mantenibilidad.....	38
2.3.8.4	Eficacia total de los equipos (OEE).....	38
2.3.8.5	Rendimiento.....	39
2.3.8.6	Calidad.....	39
2.3.9	Políticas de mantenimiento.....	39
2.3.10	Corolario.....	40
 <b>CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS BÁSICAS.....</b>		<b>42</b>
3.1	Pinzas.....	42
3.1.1	Tipos de pinzas.....	43
3.2	Desarmadores.....	45
3.2.1	Tipos de desarmadores.....	45
3.3	Equipos y materiales para soldar y desoldar.....	46
3.3.1	El cautín.....	47
3.3.2	Soportes para cautines.....	49
3.3.3	La soldadura.....	49
3.3.4	Equipos y materiales para desoldar.....	52
3.3.4.1	El desoldador de pera.....	52
3.3.4.2	El desoldador de vacío.....	53
3.4	Multímetro y Osciloscopio.....	54
3.4.1	Multímetro.....	54
3.4.2	Osciloscopio.....	56
3.4.2.1	Osciloscopio analógico.....	57
3.4.2.1.1	Limitaciones del osciloscopio analógico.....	59
3.4.2.2	Osciloscopio digital.....	59
3.4.2.3	Función del osciloscopio.....	61
3.5	Otros instrumentos.....	61
3.5.1	Densímetro.....	61

3.5.2	Termómetro digital infrarrojo. ....	62
3.5.3	Milivoltímetro. ....	62
3.5.4	Probador para diagnóstico de batería. ....	62
3.5.5	Vatímetro. ....	63
3.5.6	Amperímetro. ....	64
3.5.7	Software. ....	64

**CAPÍTULO 4. INSTALACIÓN DEL UPS TOSHIBA. .... 65**

4.1	Características del UPS Toshiba. ....	65
4.1.1	Características de los UPS's Toshiba Bifásicos 1600ep 3.6 (3.06), 6 (5.1), 8 (6.8), 10 (8.5), 14 (11.9), 18 (15.3) y 22 (18.7) kva (kw). ....	65
4.1.2	Características de los UPS's Toshiba Trifásicos 4200fa xt 15 (12), 25 (20), 30 (24), 50 (40) y 80 (64) kva (kw). ....	69
4.2	Instrucciones generales de seguridad. ....	72
4.3	Instrucciones importantes de seguridad. ....	73
4.4	Diagrama de instalación del UPS Toshiba. ....	73
4.5	Precauciones de instalación de un UPS Toshiba. ....	77
4.5.1	Operación del UPS, ....	82

**CAPÍTULO 5. SEGUIMIENTO DE FALLAS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO. .... 93**

5.1	Determinación de los síntomas. ....	93
5.1.1	Funciones de alarma sonoras. ....	93
5.1.2	Panel frontal de control. ....	95
5.1.2.1	Indicadores de los diodos emisores de luz (LED's). ....	95
5.1.2.2	Mensajes de alerta. ....	98
5.2	Acorralamiento sistemático de la falla. ....	101
5.2.1	Recomendaciones. ....	101
5.3	Reparación de la falla. ....	104
5.4	Verificación de la reparación. ....	106

**CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE LOS SÍNTOMAS..... 109**

6.1 Importancia del primer paso del mantenimiento correctivo. .... 109

6.1.1 Importancia de las especificaciones..... 109

6.1.2 Introducción a la teoría de operación del UPS Toshiba..... 110

6.2 Requisitos para un buen análisis..... 111

6.2.1 Pantallas, alarmas y equipo de diagnóstico. .... 112

6.2.2 Signos de operación anormal del UPS..... 113

6.3 La teoría y la práctica..... 114

6.4 La operación del equipo..... 114

6.5 Evaluación de los síntomas..... 120

**CAPÍTULO 7. LOCALIZACIÓN DE LA FALLA..... 123**

7.1 Las expectativas. .... 123

7.2 La profundización progresiva. .... 134

7.2.1 Las unidades funcionales..... 134

7.2.2 Los circuitos..... 138

7.2.2.1 Convertidor / Cargador / Rectificador de CD. .... 142

7.2.2.2 Inversor modulado por ancho de pulso (PWM). .... 143

7.2.2.3 Interruptor de derivación estático. .... 144

7.2.2.4 Sistema de control con microprocesador. .... 144

7.2.3 Los componentes. .... 146

7.2.4 Revisión de componentes. .... 147

7.3 Probabilidades de falla. .... 149

**CAPÍTULO 8. REPARACIÓN DE LA FALLA..... 152**

8.1 Sustitución de componentes. .... 152

8.1.1 Interruptores y relevadores..... 152

8.1.2 Reemplazo de partes para modelos 1600EP. .... 153

8.1.3 Reemplazo de partes para modelos 4200PS. .... 153

8.2	Semiconductores discretos.....	155
8.2.1	IGBT's.....	157
8.2.2	Prueba del tiristor de batería de respaldo.....	160
8.3	Circuitos integrados.....	161
8.3.1	Circuitos integrados para aplicaciones especiales.....	165
8.3.2	Prueba de pulso de encendido para compuertas de modelos Toshiba... ..	165
8.4	Capacitores.....	170
8.4.1	Voltaje de ruptura de un capacitor.....	171
8.4.2	Tolerancia del capacitor.....	172
8.4.3	Corriente de fuga del capacitor.....	173
8.4.4	Inductancia parásita.....	174
8.4.5	Relación carga, voltaje y capacidad de un capacitor.....	174
8.4.6	Energía almacenada en un capacitor.....	175
8.4.7	El capacitor y la corriente alterna.....	176
8.4.8	Tecnología de los capacitores electrolíticos.....	177
8.4.9	Diversas fallas en capacitores electrolíticos.....	179
8.4.10	Medición y comprobación de capacitores electrolíticos.....	180
8.5	Resistencias.....	186
8.5.1	Resistencias lineales fijas.....	187
8.5.1.1	Características técnicas.....	187
8.5.2	Resistencias variables.....	189
8.5.2.1	Características técnicas.....	190
8.5.2.2	Clasificación de las resistencias variables.....	192
8.5.2.2.1	Resistencias variables de capa.....	193
8.5.2.2.2	Resistencias variables bobinadas.....	195
8.5.3	Resistencias no lineales.....	196
8.5.3.1	Termistores.....	197
8.5.3.2	Varistores.....	198
8.5.3.3	Foto resistencias.....	198

<b>CAPÍTULO 9. BATERÍAS.....</b>	<b>200</b>
9.1 Componentes de una batería.....	200
9.2 Voltaje de flotación.....	201
9.3 Consideraciones técnicas.....	205
9.4 Tipos de baterías.....	206
9.4.1 Baterías de plomo-ácido.....	207
9.4.2 Baterías de níquel-cadmio.....	211
9.4.3 Baterías gelificadas.....	215
9.5 Cálculo de la potencia y la corriente de una batería.....	217
9.6 Procedimiento de inspección y almacenamiento.....	218
9.7 Objetivo del mantenimiento de las baterías.....	220
<b>CAPÍTULO 10. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>223</b>
10.1 Procedimientos de mantenimiento preventivo.....	223
10.1.1 Mantenimiento preventivo con paro.....	223
10.1.2 Mantenimiento preventivo sin paro.....	227
10.2 Procedimientos de mantenimiento correctivo.....	229
10.2.1 Mantenimiento correctivo con paro.....	229
10.2.2 Mantenimiento correctivo sin paro.....	231
10.2.2.1 Instalación de una batería de reemplazo.....	232
<b>CAPÍTULO 11. PUESTA EN OPERACIÓN.....</b>	<b>236</b>
11.1 Ajustes alterados durante la operación.....	236
11.2. Fallas.....	240
11.2.1 Fallas en los componentes reemplazados.....	240
11.2.2 Fallas secundarias.....	241
11.2.3 Fallas intermitentes.....	242
11.3 Verificación de las especificaciones.....	242

<b>CAPÍTULO 12. CONCLUSIONES.</b> .....	<b>244</b>
<b>ANEXOS.</b> .....	<b>247</b>
<b>GLOSARIO.</b> .....	<b>250</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b> .....	<b>252</b>

# **CAPÍTULO 1**

## **SISTEMAS DE FUERZA ININTERRUMPIBLE**



## **CAPÍTULO 1. SISTEMAS DE FUERZA ININTERRUMPIBLE**

### **1.1 Introducción**

Uno de los principales insumos en la actualidad es la energía eléctrica, la cual es indispensable ya que sin ella no se puede comunicar, producir, maquilar, facturar, iluminar, etc. “Sin energía eléctrica casi todo deja de funcionar”.

Por otro lado, el tener un suministro de energía eléctrica deficiente puede representar grandes pérdidas económicas, ya que muchas veces una simple variación de tensión puede ocasionar paros inesperados de la producción y caídas de los sistemas de comunicación.

El término calidad de la energía eléctrica es muy amplio, pero se puede definir como la ausencia de disturbios que provoquen una deformación de la onda senoidal pura de tensión y/o corriente; los disturbios pueden ser: sobre tensión, baja tensión, interrupciones, deformación producida por armónicas y variaciones de la tensión que es suministrada al usuario y que pueden comprometer la continuidad del servicio eléctrico (y lo que esto implica).

Varios de los disturbios eléctricos son causados por la compañía suministradora de energía eléctrica, sin embargo, la mayoría de ellos son originados por los equipos propiedad del usuario, es decir, dentro de la instalación eléctrica. Las cargas que provocan este tipo de disturbios son equipos con alto contenido de dispositivos electrónicos como: rectificadores, fuentes de poder de equipo de cómputo, balastos electrónicos, UPS's, variadores de velocidad de motores de CD y CA (en sus diferentes aplicaciones: elevadores, equipos de aire acondicionado, bombas de agua, etc.) entre otros.

La cantidad de equipos con alto contenido de dispositivos electrónicos ha crecido rápidamente en los últimos años y en consecuencia también la cantidad de disturbios que existen en las instalaciones eléctricas.

Diferentes usuarios están conectados al mismo sistema eléctrico de distribución de Luz y Fuerza, por lo tanto están relacionados en lo referente a la calidad de la energía eléctrica. Los disturbios que produce un usuario se transmiten a través de los elementos del sistema eléctrico y pueden afectar a otro usuario y a la red del suministrador en general, por tal motivo, en la actualidad se están desarrollando estándares y guías que permitan evaluar la calidad del suministro eléctrico que la empresa generadora entrega al usuario y por otro lado la cantidad de disturbios que el usuario está generando e inyectando al sistema eléctrico de potencia.

## **1.2 Fuente de Fuerza Ininterrumpible (UPS)**

Un UPS, por sus siglas en inglés **Uninterruptible Power Supply (Fuente de Fuerza Ininterrumpible)**, es un equipo cuya función principal es evitar una interrupción de voltaje en la carga a proteger, además puede agregar otras funciones que terminan mejorando el suministro de energía eléctrica a los equipos sofisticados o de alto riesgo eléctrico que tiene conectados a él, mediante el filtrado de subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red, en el caso de corriente alterna. Básicamente es un dispositivo con baterías capaz de seguir proporcionando energía eléctrica tras una interrupción del suministro a todos los dispositivos que tenga conectados.

También es conocido con otros nombres como **No break (Sin interrupción)**, SFI (Sistema de Fuerza Ininterrumpible) y SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpible).

Existen diferentes tamaños de UPS's los cuales pueden ser desde los más pequeños para suministrar a una sola computadora (alrededor de 200 VA) hasta

unidades que pueden proveer de energía a edificios enteros, centros de datos o centrales telefónicas (del orden de varios mega Watts).

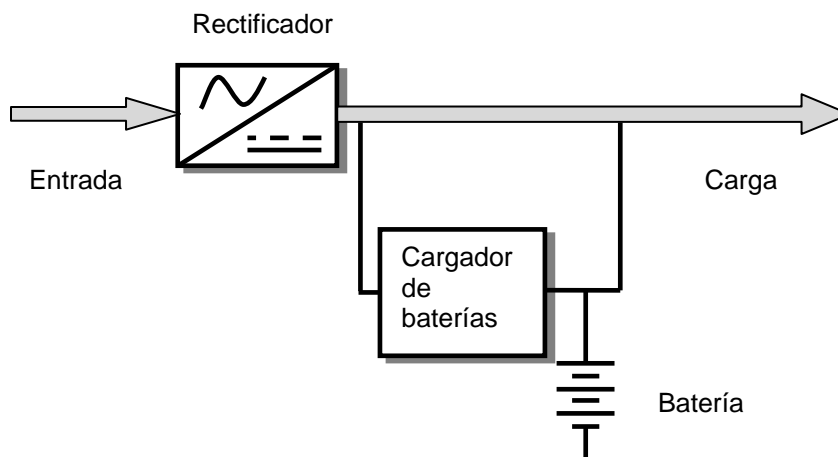
Existe una gran variedad de topologías para los UPS's, además de contar con UPS's para corriente continua como para corriente alterna.

### **1.2.1 UPS de continua**

Existen una gran cantidad de aparatos y equipos electrónicos que requieren de corriente continua o directa, y que además requieren de un control y regulación para seguir trabajando y en caso necesario de un sistema que los siga alimentando cuando se presente ausencia total de energía en el sistema eléctrico de donde se encuentren conectados. Es por esta razón que estos aparatos o equipos se conectan a los UPS's, toda vez que requieren de una alimentación de corriente continua. El UPS se encarga de transformar la corriente alterna de la red comercial a corriente continua la cual es usada para alimentar los equipos o aparatos mencionados anteriormente y además se almacena en las baterías del UPS.

Esto le permite al UPS trabajar sin la necesidad de convertidores entre las baterías y los aparatos o equipos. Por lo tanto se puede decir que el esquema típico de este tipo de UPS consta de dos módulos principales: el de rectificación que sirve para convertir la corriente alterna a continua y el de almacenamiento de energía.

La figura 1.1 nos muestra el diseño general de este tipo de UPS.



**Figura 1.1** UPS de continua

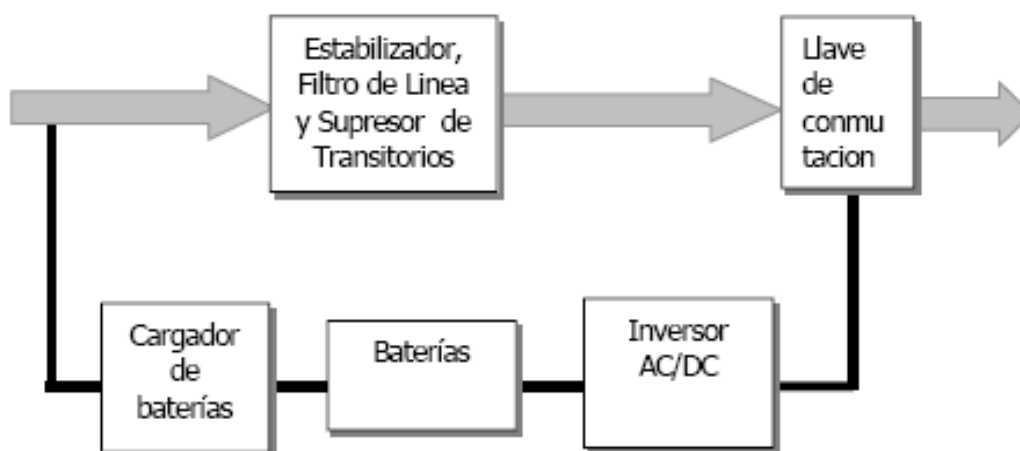
### 1.2.2 UPS de alterna

Los UPS's de alterna son UPS's de continua complementados con convertidores y filtros entre la batería y los aparatos o equipos que se alimentaran. Estos UPS producen una salida de señal alterna, por lo cual se ven en la necesidad de emplear un convertidor CD-CA o también conocido como un inversor para transformar la señal continua que proviene de las baterías en la señal alterna. En pocas palabras no existe mucha diferencia entre un UPS de continua y uno de alterna.

Entre las cosas que agrega, puede contarse un estabilizado de la energía eléctrica entrante, aislamiento de la fuente de energía de eléctrica normal, filtrado de la energía entrante, corrección de la forma de onda, corrección de la frecuencia de línea, protección de periféricos de las CPU o incluso sus partes, como placas de red o módems, monitoreo de la energía de línea para optimizar la protección, etc.

Puede darse que el agregado de funciones genere distintos tipos o topologías de construcción de estos equipos.

La topología básica se muestra en la figura 1.2.



**Figura 1.2** UPS de alterna

El UPS tomará energía de la batería, en caso de que haya ausencia de voltaje de entrada y de esta manera se podrá seguir dando voltaje a la carga.

La "carga" esta constituida por los aparatos a ser alimentados por el voltaje de salida del UPS y en los cuales no deseamos se interrumpa la energía. Algunos ejemplos de cargas serían: computadoras, equipo médico, equipo de telecomunicaciones, conmutadores telefónicos, cajeros automáticos de bancos, equipos de radar en aeropuertos, sistemas contra incendios, etc.

Todo UPS tiene un elemento importante llamado **INVERSOR**, el cual tiene la función de transformar la corriente directa de las baterías a corriente alterna.

Tenemos diferentes tipos de inversores como son de: onda cuadrada, onda cuasisenoidal, modulación PWM y onda senoidal.

Un circuito cargador es necesario para recargar la batería después de un corte de energía y para mantener a la batería a plena carga mientras no está en uso.

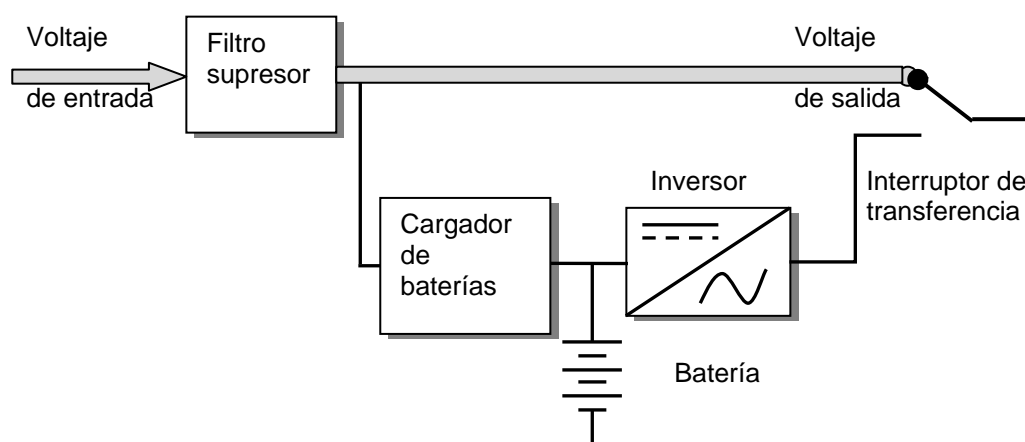
Existen cinco tipos de sistemas ininterrumpibles: stand-by, interactivos, simple conversión, conversión delta y doble conversión.

A su vez estos se definen dentro de dos grupos: Off-Line y On-Line.

### 1.2.3 UPS Off-Line (Fuera de Línea) o Stand-By

Se le llama Off-Line porque el Inversor se encuentra fuera del camino principal de la corriente, y también se le llama Stand-by porque el Inversor se encuentra apagado o “en espera” de que sea requerido para encender.

El UPS Off-Line es el tipo de UPS más económico ya que integra muy pocos componentes, el nivel de protección obtenido es muy limitado pero en general se considera que es adecuado para protección de equipos domésticos, ya que la inversión es muy baja (alrededor de unos 70 a 100 dólares) y aún así tenemos protegida nuestra computadora. El diagrama se muestra en la figura 1.3.



**Figura 1.3** UPS Off-Line

Como hemos visto una de las características que tienen los UPS's es que a la vez de proteger a la carga de cualquier perturbación eléctrica pueden continuar alimentando a dicha carga por un período de tiempo establecido por un banco de baterías y que la etapa encargada de realizar esta función se la llama "inversor" y a esta etapa es a la que uno se refiere cuando se habla de Off-Line.

### 1.2.3.1 Ventajas y desventajas del UPS Off-Line o Stand-By

A continuación listamos las ventajas y desventajas del UPS Off-Line:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muy económico</li> <li>• Consume muy poca energía</li> <li>• Es ligero</li> <li>• Es el más adecuado para el uso domestico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene regulación de voltaje</li> <li>• No tiene regulación de frecuencia</li> <li>• La protección a la carga es limitada</li> <li>• La vida de la batería es corta (de 2 a 4 años)</li> <li>• Hay una interrupción en el voltaje de 4 a 10 milisegundos cuando se va a baterías.</li> <li>• La forma de onda cuasisenoidal no es compatible para todo tipo de cargas.</li> </ul>

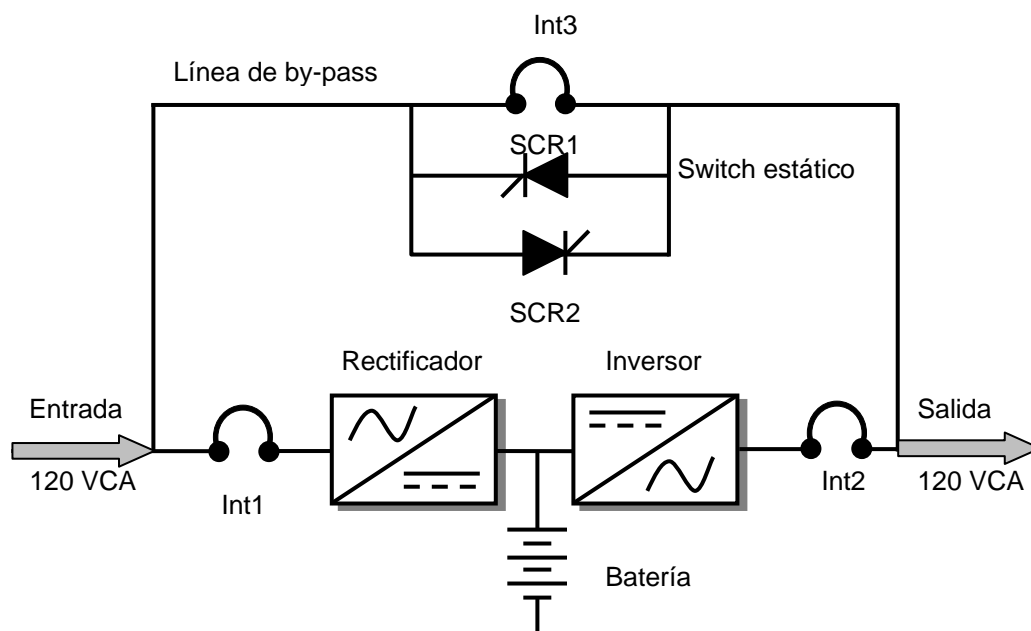
**Tabla 1.1** Ventajas y desventajas del UPS Off-Line

Un UPS Off-Line es aquel cuyo inversor solo funciona y alimenta a la carga en un corte de energía, estando fuera de servicio y desconectado de los consumos durante la presencia de red eléctrica.

### 1.2.4 UPS On-Line (En Línea)

Este tipo de equipos es llamado "En Línea" debido a que el Inversor se encuentra dentro de la línea principal de energía, por lo tanto siempre se encuentra operando.

Esta tecnología es la más cara de todas pero es la que ofrece el mayor nivel de protección. En la figura 1.4 se muestra la figura con esta topología.



**Figura 1.4** UPS On-Line

En el modo normal Int1 está cerrado, con lo cual alimenta el rectificador, y este a la vez proporciona un voltaje directo regulado que alimenta al inversor y también a las baterías en flotación. El inversor convierte el voltaje del rectificador en corriente alterna regulada y en frecuencia para que por medio de Int2 se alimente la carga. Int3 está abierto y el “Switch Estático” está apagado. Cuando el voltaje en la entrada es más alto o más bajo del que debe ser, ya no puede seguir entregando voltaje directo regulado, por lo tanto el rectificador se apaga. Pero se tiene en paralelo conectada la batería, por tanto el inversor solo detecta cuando el voltaje baja, puesto que ahora opera la batería, sin embargo esa variación de voltaje no importa ya que el inversor lo regula y el voltaje en la carga permanece sin problema.

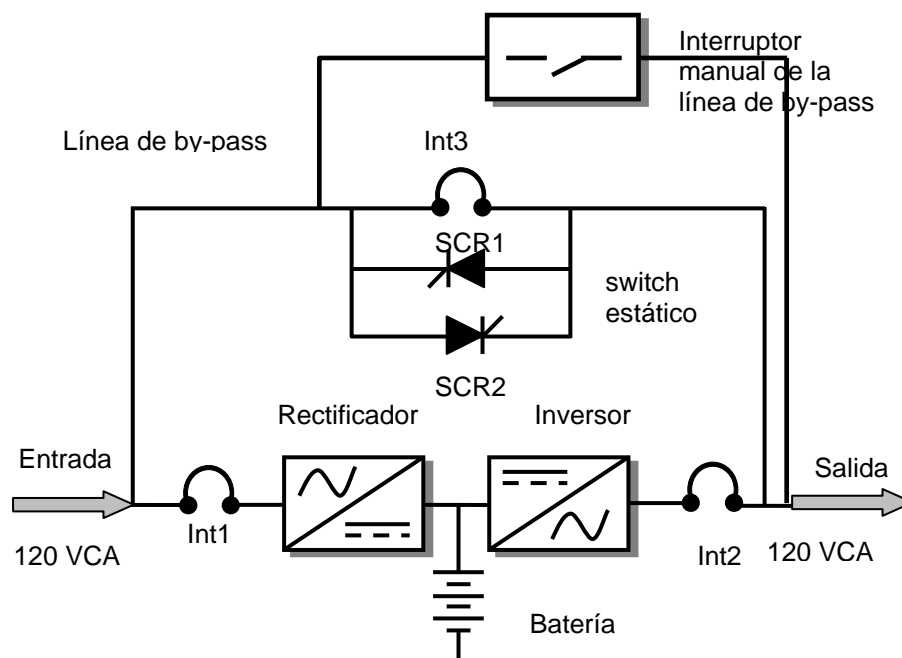


Existe la posibilidad de que por algún motivo el inversor no pueda seguir alimentando la carga, por lo tanto esta topología incorpora la línea de Derivación, que es una forma de alimentar la carga directamente de la toma de corriente. Cuando el UPS esta en Derivación el Int2 está abierto para desconectar el inversor de la carga mientras el Int3 se cierra para alimentar la carga. Desafortunadamente este último modo de operación no se encuentra protegido de las altas y bajas de corriente que se presenten.

Si se fue a Derivación por sobrecarga (por pedir al Inversor más kilowatts de los que puede alimentar) el UPS intentará regresar al cabo de unos segundos, si ya puede con la carga quedará en Normal, si la sobrecarga persiste regresará a Derivación y se quedará en Derivación para obligar a que se revise la razón de la sobrecarga.

### **1.2.5 UPS On-Line de doble conversión**

Es la topología más habitual de los UPS's de potencia. Primero se rectifica la señal de la toma corriente, la cual alimenta la batería y después va hacia el inversor y luego a la carga. La batería también va a la carga a través del inversor en caso de que el voltaje de la toma corriente no sea adecuado para alimentar. La figura 1.5 muestra el diagrama.



**Figura 1.5** UPS On-Line de doble conversión

El UPS On-Line representa la mejor calidad de equipo porque la carga siempre está alimentada por el Inversor y por tal razón el voltaje permanece estable a 120 volts $\pm$ 1%. La frecuencia permanece estable en  $\pm$ 1 Hz. La forma de onda del Inversor en el UPS On-Line es senoidal.

Hay equipos On-Line desde 1 kVA hasta 1000 kVA, si se requiere más capacidad, se pueden conectar módulos en paralelo para obtener 4000 ó 5000 kVA.

Hay equipos monofásicos a 120 Volts, monofásicos a 208 Volts y trifásicos a 208, 480 y 600 Volts.

### 1.2.6 Bloques constructivos de un UPS

Todos los sistemas de energía ininterrumpible utilizan los mismos bloques constructivos.

La sección de entrada es la forma en que la tensión de la línea es conectada al UPS. Puede ser un cable incorporado, un cable conectivo o una bornera con terminales.

Algunos UPS's pequeños tienen una entrada común para la entrada y la Derivación. Los UPS's de gran potencia suelen tener una entrada independiente para la conexión de la Derivación.

Después de la sección de entrada suele haber un filtro e incluye la protección contra picos transitorios, interferencias de radio frecuencia, etc.

Un filtro tiene una respuesta de frecuencia y no atenúa todas en la misma proporción.

Todas las configuraciones de UPS's tienen un Inversor. Los UPS's de bajo costo poseen un inversor que entrega una salida de onda cuasi-senoidal, mientras que los UPS's de mayor tamaño y costo incorporan un Inversor con una forma de onda de salida senoidal.

Una batería es necesaria para mantener funcionando al UPS cuando la energía de la línea falla o cae demasiado. Normalmente los UPS's de pequeña potencia utilizan baterías internas selladas, libres de mantenimiento.

En los grandes UPS's se suele usar también baterías de electrolito líquido. Una autonomía (tiempo de reserva de energía) típica para un UPS de pequeño ó mediano tamaño, suele ser de 10 a 15 minutos.

Un circuito cargador es necesario para recargar la batería luego de un corte de energía y para mantener a la batería a plena carga mientras no está en uso.

En un UPS On-Line un conmutador mecánico ó estático es usado como parte del circuito automático o manual de Derivación.

En un UPS Off-Line, un conmutador mecánico (relé) es usado para conmutar la carga a la salida del inversor cuando falla la línea de alimentación.

### **1.2.7 Sistema de control del UPS**

EL UPS está controlado por una tarjeta lógica donde generalmente encontramos un microcontrolador o un microprocesador que sería el que toma decisiones tales como las siguientes:

- Apagado del UPS por bajo voltaje de batería.
- Detección del nivel de voltaje de batería para que aún y cuando el voltaje varíe, el inversor entregue un voltaje regulado a la carga.
- Detección del Voltaje de entrada para encender el Inversor.
- Detección de regreso de Voltaje de entrada a niveles normales para apagar el Inversor y comenzar a recargar la batería.

Hay equipos UPS desde 250 Volt-Amperes hasta 1000 kVA, así es que obviamente la Lógica de Control del equipo varía ampliamente dependiendo del UPS y la capacidad.

### **1.3 ¿Para qué sirve un UPS?**

Normalmente se utiliza para proporcionar potencia de manera ininterrumpible a equipos. Típicamente suministran energía a los equipos en cortes de energía en lapsos de tiempo de alrededor de 5 a 15 minutos, tiempo en el cual una planta auxiliar de emergencia es encendida o la energía de la red pública es restablecida.

Un UPS protege a muchos equipos de todos los problemas eléctricos conocidos, pero no lo hace en el 100% en todos los casos. Con mayor precisión, esto quiere decir que nos protegerá de una caída de voltaje, pero no de todas las caídas.

Para que quede más claro, una caída de voltaje tiene parámetros que la identifican, por citar dos, una la profundidad de la misma y la otra el tiempo de duración de esta. Una caída de voltaje puede llegar por ejemplo hasta 172 Volts, pero puede durar 4 segundos o 4 milésimas de segundos y de acuerdo al tipo de UPS que estemos usando, tendremos distintas respuestas. Lo mismo ocurre con los otros fenómenos eléctricos.

Un buen UPS soluciona el problema crónico de todas las instalaciones eléctricas, las caídas de voltaje y el otro tan común en nuestro país, los voltajes fuera del valor especificado por norma. Obviamente lo hace sin necesidad de usar sus baterías internas.

Otro fuerte argumento es la pérdida de datos, o rotura de hardwares producidos por un corte de energía o una gran caída de voltaje.

#### **1.4 ¿Dónde se utilizan los UPS's?**

Los UPS's dan energía eléctrica a equipos llamados de cargas críticas, que pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos, que requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad debido a la necesidad de estar en todo momento operando y sin fallas (picos o caídas de tensión).

#### **1.5 Determinación de la potencia de un UPS para necesidades específicas**

1. Liste todos los equipos que serán protegidos por el UPS en la columna "Equipos Protegidos" de la tabla.

2. Lea la placa de características de cada uno de los equipos listados en el paso 1 y traslade los valores ahí indicados, en Volts y en Amperes, a las columnas correspondientes de la tabla.

3. Multiplique el voltaje y el amperaje de cada equipo y entre el resultado en la columna VA.

Algunos equipos como microcomputadoras, pueden estar marcados con un consumo de potencia medido en Watts.

Para convertir esa lectura a VA, simplemente divida por 0.7 (para un factor de potencia = 0.7) ó multiplique por 1.43.

4. Sume los valores de la columna VA y entre el resultado en la celda "Subtotal".

5. Multiplique el valor resultante del paso 4 por 0.25 e ingrese ese valor en la celda "Factor de Crecimiento". Este cálculo toma en consideración un futuro crecimiento del sistema. Las computadoras modernas están diseñadas para ser expandidas, y éste paso es recomendado para hacerlo posible. ISO9000 recomienda que se admita un 5% de tasa de crecimiento por año, por un período de 5 años, o un total del 25%. Sus planes actuales de crecimiento podrían requerir un aún mayor factor de corrección.

6. Sume los valores de "Factor de Crecimiento" y "Subtotal" para obtener los "VA requeridos".

7. Seleccione el UPS apropiado, eligiendo un modelo cuya capacidad en VA sea al menos tan grande como el valor obtenido en el paso 6 en la casilla "VA Requeridos".

8. Para cargas específicas, recurra a su proveedor de servicios.

Ejemplo para el cálculo de la potencia requerida:

<b>Equipos protegidos</b>	<b>Volts</b>	<b>Amperes</b>	<b>VA (Volts-Amperes)</b>
Computadoras	120V	2,0A	240VA
Módem	120V	0.2A	24VA
Central telefónica	120V	3.0A	360VA
Monitor	120V	1.0A	120VA
<b>Subtotal</b>			744VA
<b>Factor de Crecimiento (25% del total)</b>			186VA
<b>VA Requeridos</b>			930VA (.93kVA)
<b>Modelos apropiados (basado en el cálculo):</b> Unidades con capacidad de 1 kVA o mayor.			

**Tabla 1.2** Ejemplo del cálculo de la potencia requerida de un UP

# **CAPÍTULO 2**

## **INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO**



## **CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO**

### **2.1 Nociones generales de mantenimiento**

#### **2.1.1 Definición**

La Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) define al mantenimiento como conjunto de actividades destinadas a mantener o establecer un bien a un estado a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión. Existen diferentes tipos de mantenimiento.

En resumen mantenimiento es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

#### **2.1.2 Objetivo del mantenimiento**

Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y maximizar el beneficio global.

#### **2.1.3 Tipos de mantenimiento**

Tradicionalmente, se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

### **2.1.3.1 Mantenimiento preventivo**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

### **2.1.3.2 Mantenimiento correctivo**

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

### **2.1.3.3 Mantenimiento predictivo**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.

Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

#### **2.1.3.4 Mantenimiento cero horas (Overhaul)**

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

#### **2.1.3.5 Mantenimiento en uso**

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, ajuste de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve.

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM, por sus siglas en inglés **Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total)**.

#### **2.1.4 Modelos de mantenimiento**

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos anteriores de mantenimiento, en la proporción que se indica.

Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable. Incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente abandonamos el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que nos se produce una avería, es conveniente observarlo

al menos una vez al mes, y lubricarlo con productos adecuados a sus características.

Las inspecciones visuales prácticamente no cuestan dinero. Esta inspección nos permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más económica cuanto antes detectemos el problema.

Hecha esta puntualización, podemos definir ya los diversos modelos de mantenimiento posibles.

#### **2.1.4.1 Modelo correctivo**

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

#### **2.1.4.2 Modelo condicional**

Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja.

### **2.1.4.3 Modelo sistemático**

Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cual es la condición del equipo; realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y por último, resolveremos las averías que surjan.

Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos.

Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja.

Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

Un ejemplo de equipo sujeto a este modelo de mantenimiento es un reactor discontinuo, en el que las materias que deben reaccionar se introducen de una sola vez, tiene lugar la reacción, y posteriormente se extrae el producto de la reacción, antes de realizar una nueva carga. Independientemente de que este reactor esté duplicado o no, cuando está en operación debe ser fiable, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan presentado algún síntoma de fallo.

### **2.1.4.4 Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad**

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son

equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%.

La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto costo en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático).

Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años).

Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tienen que ser exactamente iguales año tras año.

Como quiera que sea en este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es cero averías, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la Puesta a Cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

Algunos ejemplos de este modelo de mantenimiento pueden ser los siguientes:

- Turbinas de producción de energía eléctrica.

- Hornos de elevada temperatura, en los que una intervención supone enfriar y volver a calentar el horno, con el consiguiente gasto energético y con las pérdidas de producción que trae asociado.
- Equipos rotativos que trabajan de forma continua.
- Depósitos reactores o tanques de reacción no duplicados, que sean la base de la producción y que deban mantenerse en funcionamiento el máximo número de horas posible.

### **2.1.5 Importancia del mantenimiento**

Las civilizaciones brillan no solo por el esplendor de sus pensamientos, si no también por su realización de técnicas.

Existen en la actualidad y a medida que pasa el tiempo equipos más y más complejos de los que cada vez se benefician más personas, se encuentran sometidos a todo tipo de desgaste, por el simple hecho de su utilización, como desgaste por roce, abrasión, erosión, corrosión, deformación por esfuerzos térmicos, etc. Estas distintas fuerzas pueden entrañar a su vez en diversos tipos de defecto:

- Parcial. Defecto que tiene como resultado el que el bien solo pueda cumplir con parte de las funciones requeridas, o solo pueda cumplir con ellas de una manera limitada.
- Completo. Defecto que entraña la incapacidad para cumplir con todas las funciones requeridas.
- Súbito. Fallo brusco debido a una evolución casi instantánea de las características de un bien.
- Progresivo. Defecto debido a una evolución en el tiempo de las características de un bien.

En general los fallos progresivos pueden preverse con una inspección o control previo, y ser evitados mediante la puesta en marcha de políticas de mantenimiento.

La función del mantenimiento se revela, por consiguiente, necesaria para evitar en la medida de lo posible la aparición de fallos o llegado el caso para subsanación del mismo.

Ciertamente, la sustitución del equipo por uno nuevo cuando se produce una avería, o mejor, antes de producirse suprimirá casi en su totalidad la necesidad de su mantenimiento, esto no resulta posible en ciertos casos, como por ejemplo en los motores de un transporte en funcionamiento.

El costo directo de la puesta en marcha del mantenimiento solo constituye uno más de los factores económicos a tener en cuenta por la empresas, mientras los costos indirectos, es decir, los derivados de la falta de disponibilidad o deterioro de las funciones de los equipos, si presentan un factor económico de primer orden en ellas.

Las repercusiones económicas por la pérdida de la producción por paro, falta de disponibilidad o deterioro de la función y de los costos de falta de calidad que pudiera derivarse.

En resumen, la función del mantenimiento presenta una importancia capital:

- Desde una perspectiva económica, en lo que concierne al control de sus costos directos ya los costos atribuibles a la falta de disponibilidad o el deterioro de la función de los equipos.
- Desde la perspectiva de la seguridad de las personas y de los bienes.



## **2.2 Mantenimiento preventivo**

### **2.2.1 Definición**

Acción de carácter periódica y permanente que tiene la particularidad de prever anticipadamente el deterioro, producto del uso y agotamiento de la vida útil de componentes, partes, piezas, materiales y en general, elementos que constituyen la infraestructura o la planta física, permitiendo su recuperación, restauración, renovación y operación continua, confiable, segura y económica, sin agregarle valor al establecimiento.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

### **2.2.2 Características**

El mantenimiento preventivo presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovechan las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios listos para cuando se requieran.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.
- La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

### **2.2.3 Nociones generales**

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

El mantenimiento preventivo consiste en crear un ambiente favorable para el sistema y conservar limpias todas las partes que lo componen. El mayor número de fallas que presentan los equipos es por la acumulación de polvo en los componentes internos, ya que este actúa como aislante térmico.

El calor generado por los componentes no puede dispersarse adecuadamente porque es atrapado en la capa de polvo.

Las partículas de grasa y aceite que pueda contener el aire del ambiente se mezclan con el polvo, creando una espesa capa aislante que refleja el calor hacia los demás componentes, con lo cual se reduce la vida útil del sistema en general. Por otro lado, el polvo contiene elementos conductores que pueden generar cortocircuitos entre las trayectorias de los circuitos impresos y tarjetas de periféricos.

Si se requiere prolongar la vida útil del equipo y hacer que permanezca libre de reparaciones por muchos años se debe de realizar la limpieza con frecuencia.

El medio ambiente que rodea al sistema encuentra en él un imán de polvo, se preguntará y esto en qué me afecta. Pues resulta que el polvo, aunado a un ambiente húmedo o muy seco puede ser un magnífico conductor eléctrico, lo cual puede provocar pequeñas fallas en los componentes electrónicos, asimismo el polvo acumulado reduce la eficiencia de los ventiladores de enfriamiento y puede actuar como un manto aislante que conserva el calor y no permite que la irradiación de éste se aleje de los componentes. De este modo, se debe limpiar el sistema, tomando en cuenta que dependiendo del medio ambiente que lo rodee dependerá la periodicidad con que se lleve a cabo ésta tarea.

Ahora bien, si ya se está dispuesto a dar mantenimiento al sistema, será conveniente establecer medidas de seguridad y más o menos determinar cuál será el área de trabajo ideal para abrir al sistema. La mayor de las veces que uno realiza un trabajo, cualquiera que sea éste, es necesario siempre contar con todo el material, herramientas y área de trabajo adecuados para llevar a buen término dicha tarea. Un ejemplo muy simple es el siguiente: si al retirar una tuerca para remover una pieza mecánica, no cuento con una llave adecuada, y por falta de tiempo utilizo unas pinzas de presión, de momento se soluciona el problema, pero

al no utilizar la llave adecuada se pueden ocasionar problemas que van desde el maltrato de la tuerca en el menor de los casos, y en el peor su deformación por la aplicación excesiva de presión, con la consecuencia de quedar inutilizada y tener que retardar el término de la tarea.

Una iluminación adecuada es indispensable para poder observar las áreas que se limpiarán, a la par de una mejor identificación de los componentes para evitar confusiones al momento de conectar los diferentes cables que hay dentro del sistema.

#### **2.2.4 Ventajas**

¿Porque el mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia de las instalaciones?

El realizar mantenimiento preventivo en instalaciones eléctricas de manera organizada y pro-activa genera muchos beneficios, por mencionar algunos:

- *Aumento de la disponibilidad.* A través del aumento del tiempo entre fallas y la disminución del tiempo medio de reparaciones.
- *Aumento de la productividad.* Esto por medio de una mejor planeación y organización.
- *Reducción de costos de tercerización.* Debido a una mejor planeación, un menor número de solicitudes de servicios de emergencia y una menor cantidad de picos de servicio.
- *Reducción de inventarios.* A través del establecimiento de planes de trabajo que identifican con exactitud cuáles son los materiales requeridos y cuando serán necesarios para su aplicación en órdenes de trabajo.
- *Reducción de compra de materiales.* Debido a las mejores prácticas y decisiones de compra y a un menor número de compras de emergencia.
- *Reducción de consumo de energía eléctrica.* A través de la implementación de rutas de inspección de puntos donde hay mayores pérdidas de energía.

### **2.2.5 Desventajas**

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

### **2.2.6 Plan de mantenimiento preventivo**

El problema para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para un determinado equipo consiste en determinar:

- Que debe inspeccionarse.
- Con qué frecuencia se debe inspeccionar y evaluar.
- A qué debe dársele servicio.
- Con qué periodicidad se debe dar el mantenimiento preventivo.
- A qué componentes debe asignárseles vida útil.
- Cuál debe ser la vida útil y económica de dichos componentes.

#### **2.2.6.1 Recursos técnicos**

Para determinar los puntos anteriores se recurre a:

- Recomendación del fabricante.

- Recomendación de otras instalaciones similares.
- Experiencias propias.
- Análisis de ingeniería.

### **2.2.6.2 Inspección**

Para determinar lo que debe inspeccionarse se dan a continuación las recomendaciones siguientes:

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, etc.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas hidráulicos, neumáticos, de gas y tuberías de distribución de fluidos.
- Lo que con variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite aislante, niveles de agua.
- Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, etc.

### **2.2.6.3 Clasificación de componentes**

- Componentes no reparables. Aquellos que se desechan al agotar su vida útil o al fallar.
- Componentes reparables o reconstruibles. Aquellos que al agotar su vida útil o al fallar se sustituyen y se envían a talleres para su inspección, reparación, ajuste, calibración, pruebas, etc., después de lo cual quedan disponibles para ser instalados de nuevo.

### 2.2.6.4 Planeación del trabajo de mantenimiento

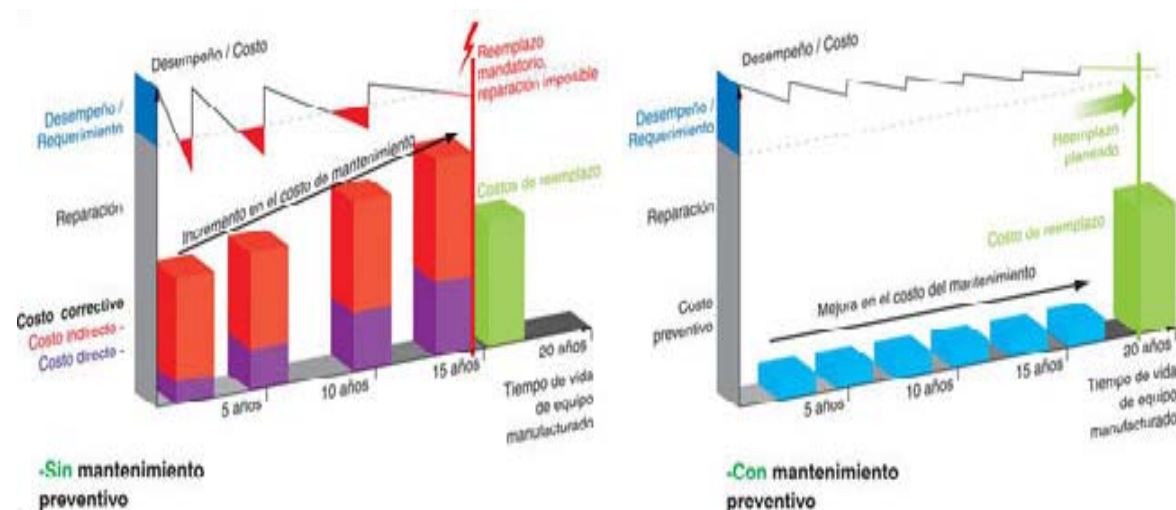
La planeación permite estimar las actividades que estarán sujetas a la cantidad y calidad de mano de obra necesaria, los materiales y refacciones que se deberán emplear, así como el equipo y el tiempo probables en el trabajo que se pretende desarrollar.

Nota: la planeación debe prever tiempos muertos por factores diversos, cuya probabilidad de ocurrencia y lapsos los da la experiencia.

### 2.2.7 Corolario

Debemos agregar que el mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo. En mención este tipo de mantenimiento nos ayuda en reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo.

La instalación eléctrica es el sistema nervioso de su negocio, El mantenimiento de los equipos es esencial para asegurar una operación adecuada de los mismos.



**Figura 2.1** Diferencia costo/desempeño de una estrategia de mantenimiento preventivo y un mantenimiento correctivo

## **2.3 Mantenimiento correctivo**

### **2.3.1 Introducción**

Cuando hablamos de máquinas, equipos e instalaciones entendemos que todos ellos tienen una vida útil. A lo largo de ese tiempo, sufren desgaste, así como averías, necesitando constantes reparaciones. Es aquí donde encontramos el papel del mantenimiento: efectuar las reparaciones y arreglos en la maquinaria y equipo; así mismo en las instalaciones de la empresa, con la finalidad de que se conserven en condiciones satisfactorias para llevar a cabo una operación normal.

Debido a que el mantenimiento es una de las principales actividades en las que se ve involucrado un ingeniero de servicio, resulta imprescindible el conocimiento y comprensión de lo que conlleva.

El mantenimiento surgió como un costo necesario para evitar o reducir los fallos y su incidencia cuando se producen, dado que una parada de producción debida a la avería del sistema representa un costo de oportunidad que debe ser eliminado.

Como toda actividad que no añade valor, debe ser un costo a eliminar. Pero dado que todo sistema real fallará en un momento determinado, resulta una actividad imprescindible y clave en la producción actual. Esto último es debido a que la capacidad de producción depende directamente de la disponibilidad de las máquinas, y si esta disminuye por averías o mal funcionamiento, provocará el incumplimiento de los plazos de entrega al no haber sido contemplado por producción.

El objetivo del mantenimiento es conservar la capacidad de un sistema mientras se controlan también los costos.



### **2.3.2 Definición**

Se llama mantenimiento correctivo a toda actividad que se realiza para restablecer un equipo o instalación que por alguna causa ha entrado en estado de fallo. Se aplica sobre una base de emergencia o prioridad.

Es el mantenimiento apropiado en máquinas de baja repercusión en el sistema, dado que, de este modo, sólo se emplean recursos cuando se produce el problema.

En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

El trabajo de mantenimiento correctivo es mucho más complejo que el mantenimiento preventivo, pues además de requerir amplios conocimientos sobre el aparato a reparar exige otros similares sobre circuitos, equipos y técnicas de medición, habilidades en el manejo de herramientas y lo principal, mucho sentido común y una gran disciplina.

### **2.3.3 Clasificación**

#### **2.3.3.1 No planificado**

El mantenimiento correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápido posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Este tipo de mantenimiento resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente integrados por componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos dichos sistemas se someten a una mayor exigencia.

Otro inconveniente es que debería disponerse de un capital fijo importante invertido en piezas de repuesto, ya que se ha observado que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir de una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo, en el caso de equipos o piezas de repuesto que ya no están en fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante, etc.).

En relación al personal que ejecuta el servicio, no cabe duda que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

### **2.3.3.2 Planificado**

Se sabe con anticipación qué es lo que se debe realizar, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación se disponga del personal, los repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, éste corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro

normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no se podría llevar a cabo con el equipo en funcionamiento.

Lógicamente, estas paradas se realizarán en horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

#### **2.3.4 Problemática del mantenimiento correctivo**

En principio, tenemos que esta actividad esencialmente no se planea, ya que supuestamente no deben existir las fallas. Pero la realidad es otra, las fallas existen y pueden deberse a varias causas, en especial las siguientes:

- Imperfecciones en los componentes.
- Fallas en el proceso de ensamble.
- Diseños deficientes.
- Instalación u operación inadecuadas.
- Sobreesfuerzos debidos al medio ambiente.

Los técnicos e ingenieros de mantenimiento deben saber localizar y corregir las fallas que eventualmente se presentan en los equipos. La mayoría de la literatura referente de este tema se concentra en la teoría de los componentes y circuitos, y escasamente analiza sus posibles fallas. El verdadero aprendizaje de cómo llevar la teoría a la práctica de reparación aparece hasta que la experiencia en el trabajo provee los elementos olvidados o descuidados en el proceso de estudio.

### **2.3.5 Consideraciones básicas como punto de partida**

El mantenimiento correctivo puede ser considerado como una aproximación lógica y sistemática para la localización y corrección de cualquier falla en la operación de un equipo.

Para normar su criterio y evitar desviaciones respecto al objetivo fundamental del mantenimiento correctivo debe tener en cuenta cinco consideraciones básicas:

1. Debe asumir que el trabajo de diseño ya fue realizado y dedicarse solamente a buscar alguna parte, conexión o ajuste dañado o alterado.
2. Debe asumir que el equipo funcione bien alguna vez y que el circuito, alambrado y conexiones están o estuvieron correctas. Debe concentrarse en localizar la parte que ha cambiado, regresarla a su condición original y verificar su operación.
3. Debe asumir que busca una falla única en la mayoría de los casos, y no problemas múltiples dispersos y sin relación. Claro que esto supone que el equipo no ha pasado antes por manos inexpertas en fallidos intentos de reparación. Infórmese bien.
4. Debe asumir que los circuitos se comportan de acuerdo a la teoría, si no parece así, lo más seguro es que se esté pasando por alto algún detalle. Quizás sus conocimientos teóricos sobre tal circuito no sean suficientes o sus técnicas de medición sean inadecuadas.
5. Debe asumir que su tiempo es importante y valioso. Según trabaja debe considerar los instrumentos, procedimientos, existencia de refacciones e información que le permitan ahorrar tiempo. Sin embargo se debe tomar en cuenta

que ahorrar tiempo no significa dejar de estudiar la información o pasar a otra consulta sin haber comprendido la anterior.

Cuando resulte obvio que alguna de estas consideraciones será imposible de asumir (porque el equipo ha sido alterado, nunca ha funcionado bien o acaba de ser construido), descarte la posibilidad de poder realizar un trabajo eficiente. En los centros de mantenimiento estos casos difíciles deben asignarse al personal más experimentado.

### **2.3.6 Ventajas**

- Si el equipo está preparado, la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente. Por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, la experiencia será más prioritaria y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

### **2.3.7 Desventajas**

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- Se puede producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente. Debido a éste hecho se produce un hábito de trabajar

defectuosamente, ya que éste tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por una mala reparación, por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

### 2.3.8 Indicadores del mantenimiento

Cuando se emprende cualquier actividad es necesario definir una serie de indicadores que cuantifiquen la eficacia y eficiencia de dichas actividades. De este modo se puede evaluar de forma objetiva si se consiguen los objetivos que se pretendían con la realización de dicha actividad.

#### 2.3.8.1 Disponibilidad

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una máquina o sistema esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p} \quad [\text{Disponibilidad}]$$

$T_o$  = Tiempo total de operación

$T_p$  = Tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por convenios laborales, por mantenimiento planificado, o por paradas de producción, dado que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación, dado que son los datos que se conocerán para cada sistema.

Así, se tiene que:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR} \quad [\text{Disponibilidad}]$$

*TMEF* = Tiempo Medio Entre Fallos

*TMDR* = Tiempo Medio de Reparación

### 2.3.8.2 Fiabilidad

La fiabilidad es la probabilidad de que un determinado equipo o instalación desarrolle su función, bajo unas condiciones específicas, y durante un tiempo determinado.

Por tanto, la media de tiempos entre fallos (*TMEF*) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

### 2.3.8.3 Mantenibilidad

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo sea restablecido a una condición especificada, dentro de un período de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación (*TMDR*) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

### 2.3.8.4 Eficacia total de los equipos (OEE)

El OEE, por sus siglas en inglés **Overall Equipment Effectiveness (Eficacia total de los equipos)**, es un indicador que se emplea para definir la eficiencia total de los equipos, al englobar bajo un sólo índice los tres parámetros fundamentales relacionados con el funcionamiento de los equipos de producción.

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

### 2.3.8.5 Rendimiento

El rendimiento contempla la pérdida de eficiencia de un determinado equipo como una disminución de su capacidad de producción frente a la nominal o esperada.

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ total de unidades}}{\text{Tiempo de operación} \cdot \text{Capacidad nominal}}$$

### 2.3.8.6 Calidad

La calidad es el indicador de las pérdidas por fabricación defectuosa de los productos, ya sea al fabricar unidades que directamente deben ser desechadas como aquellas que requieran ser reprocesadas.

$$\text{Calidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades válidas}}{N^{\circ} \text{ total de unidades fabricadas}}$$

### 2.3.9 Políticas de mantenimiento

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programa en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido. A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.



- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.

Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento
- El resultado de la evaluación de dichos equipos
- Tiempo real que duro la labor
- Personal que estuvo a cargo
- Inventario de piezas y repuestos utilizados
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento
- Conclusiones

### **2.3.10 Corolario**

La principal función de una gestión adecuada del mantenimiento consiste en rebajar el mantenimiento correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa. El mantenimiento correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo

tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programado un paro, para que esa falla no se repita.

El mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también a los empleados que contarán con mejores condiciones de trabajo.

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.

El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto, sino que además al trabajador se le debe concientizar en mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta y maquinaria, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

# **CAPÍTULO 3**

## **HERRAMIENTAS BÁSICAS**

## **CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS BÁSICAS**

Desde hace tiempo se ha hablado mucho acerca del progreso logrado con el uso de las herramientas portátiles, lo más interesante es que nadie puede negar que las ha utilizado en alguna ocasión, ya que contamos con ellas no tan sólo en nuestro trabajo sino también en nuestro hogar, automóvil, en fin, en cualquier lugar donde surja la necesidad de atornillar, aflojar, colgar artículos, etc. Lo que sin duda nos demuestra la gran ayuda que éstas nos proporcionan para realizar diversas labores en forma sencilla y segura.

Estudios estadísticos han puesto de manifiesto que más del 15% de accidentes se debe al mal uso o inadecuada utilización de herramientas; esto es, que rara vez nos ponemos a pensar en los riesgos que corremos cuando no hacemos buen uso de las herramientas, además, no tenemos presente que éstas pueden ser manuales o motrices y por lo tanto su campo de acción es muy grande.

En la industria, el uso de herramientas es frecuente en la conservación de oficinas, edificios y en toda la gran diversidad de actividades en las que son utilizadas las herramientas.

### **3.1 Pinzas**

Una pinza es una herramienta cuyos extremos se aproximan para sujetar algo. Funciona con el mecanismo de palancas simples, que pueden ser accionadas manualmente o con mecanismos hidráulicos, neumáticos o eléctricos. Existen pinzas para diferentes usos: corte, sujeción, prensa o de presión.

Las pinzas se usan para soportar o apretar objetos, cuando éstos son delicados (como la madera o metales suaves), los dientes de las pinzas se deben forrar con cinta de aislar, o bien envolver el objeto con tela para que no se dañe.

### 3.1.1 Tipos de pinzas

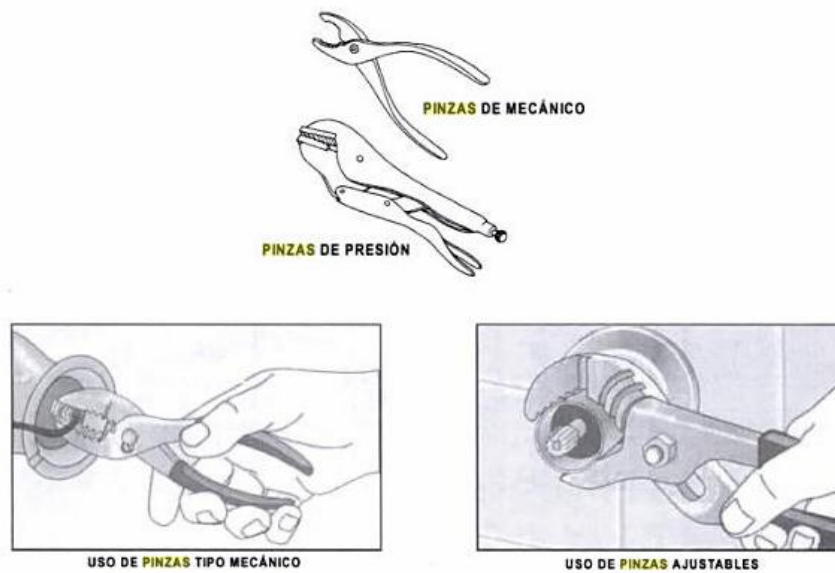
Uno de los tipos de pinzas más usados es el conocido como de **unión deslizante** o **de mecánico**, que permiten modificar su apertura, según sea el tamaño del objeto por sujetar.

Una variante de la pinza de mecánico, que es usada en muchas aplicaciones debido a su versatilidad, es la llamada pinza ajustable, que tiene las manijas más largas y sus mandíbulas se abren más, por lo que son particularmente útiles para trabajos donde se usan tuercas de gran diámetro.

Adicionalmente, hay otro tipo de pinzas que se conoce como **pinzas de punta** que se usan para laborar en espacios estrechos; en particular donde se hacen trabajos eléctricos, sirven también para sujetar objetos pequeños como algunos clavos o tornillos pequeños.

Existe otro tipo de pinzas de uso muy especializado, que se utiliza por lo general para pelar alambre y que se conoce como **pinza de corte o pinzas diagonales**, así como para cortar y pelar conductores eléctricos.

Existen pinzas que son excepcionalmente versátiles, se conocen como **pinzas de presión**, en realidad son una combinación de pinzas y llave, tienen una cantidad de usos prácticamente ilimitados; cuentan con la propiedad de que se pueden cerrar sus mandíbulas a presión y mantener esta posición por medio de un mecanismo.



**Figura 3.1** Tipos de pinzas y sus usos

Hay pinzas de muchas clases diferenciándose básicamente por su punta. Dentro de las pinzas de taller se pueden distinguir cuatro tipos:

- Pinzas de corte.
- Pinzas de presión.
- Pinzas mecánicas.
- Pinzas de punta.



**Figura 3.2** Pinzas de taller: Pinzas de corte (izquierda), Pinzas de presión (arriba), Pinzas mecánicas (en medio), Pinzas de punta (abajo)

## **3.2 Desarmadores**

Los desarmadores son herramientas que nos permiten extraer o insertar tornillos y pijas en madera o metal, su trabajo lo hacen girando.

### **3.2.1 Tipos de desarmadores**

Los desarmadores están diseñados con diferentes tipos de mangos y de puntas, de acuerdo al tipo de trabajo que se requiera realizar, es el tipo de desarmador que se debe emplear.

Hay dos tipos básicos o estilos de desarmadores: el plano y el Phillips. El convencional de hoja plana sirve para tornillos con ranura ordinaria y el tipo Phillips o de cruz se usa en tornillos con cabeza de cruz. En realidad la mayoría de los tornillos que se pueden adquirir y se usan, tienen cabeza con ranura convencional, mientras que los tornillos con cabeza de cruz, se usan frecuentemente por los fabricantes para ensamblar aparatos electrodomésticos, muebles, juguetes, etc. Por lo tanto, ambos tipos de desarmadores se deben incluir en una caja de herramientas básica.

De hecho, se pueden requerir varios tamaños de cada tipo, al menos tres o cuatro desarmadores con punta plana de varios largos, más un desarmador de hoja muy delgada para tornillos muy finos. Se requieren al menos dos desarmadores Phillips o de cruz, uno con cabeza estándar y otro con cabeza fina.

En adición a la variación en el tamaño de la hoja, los desarmadores también varían en longitud, con longitudes que generalmente se incrementan en la medida que las hojas son más delgadas y pesadas.

Un desarmador que es muy popular en su uso, es el llamado tipo **trompo o corto**, que tiene unos 4 centímetros de longitud y que permite el acceso a lugares estrechos donde un desarmador de longitud mayor no puede acceder.



**Figura 3.3** Distintos tipos de desarmadores

Otro desarmador que proporciona una ayuda invaluable en cierto tipo de trabajo, es el que usa una extensión y del cual existen varias versiones, pero la más común es aquella que tiene una extensión espiral con medio de sujeción a base de resortes.

Cuando se usa un desarmador, se debe tratar de seleccionar uno con punta que prácticamente llene la ranura del tornillo y que sea en práctica del mismo ancho de la cabeza del tornillo y se debe recordar que los desarmadores no se deben usar como cinces para hacer perforaciones o como barra para hacer palanca.

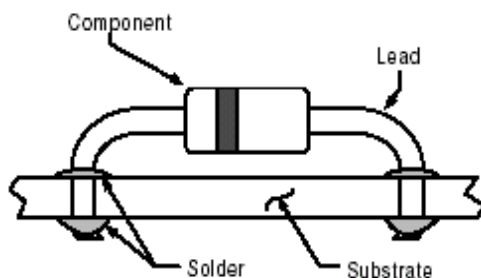
### 3.3 Equipos y materiales para soldar y desoldar

Invariablemente el trabajo de mantenimiento de equipo electrónico estará ligado a las tareas de soldar y desoldar, por lo que el buen conocimiento de las herramientas y técnicas para estos fines es muy importante.



En la industria de la electrónica, la aleación de estaño y plomo es la más utilizada, aunque existen otras aleaciones, esta combinación da los mejores resultados. La mezcla de estos dos elementos crea un suceso poco común. Cada elemento tiene un punto elevado de fundición, pero al mezclarse producen una aleación con un punto menor de fundición que cualquiera de los elementos para esto debemos de conocer las bases para soldar. Sin este conocimiento es difícil visualizar que ocurre al hacer una unión de soldadura y los efectos de las diferentes partes del proceso.

La soldadura es un metal fundido que une dos piezas de metal, de la misma manera que realiza la operación de derretir una aleación para unir dos metales, pero diferente de cuando se soldan dos piezas de metal para que se unan entre sí formando una unión soldada.



**Figura 3.4** Esquema de unión de circuito con soldadura

### 3.3.1 El cautín

El cautín que se utilice deberá ser capaz de elevar hasta a 275 °C la temperatura de la unión por soldar durante uno o dos segundos. Para trabajos intermitente, como el de servicio, se recomiendan cautines tipo lápiz de temperatura controlada. Los de tipo de pistola solo deberán utilizarse ocasionalmente para áreas grandes (soldadura a chasis, por ejemplo) o terminales y cables y cables muy gruesos. En general bastará con un cautín de 25 a 50W de potencia.

Las puntas para los cautines pueden tener formas diversas, de acuerdo a las aplicaciones para las que han sido diseñadas. Para trabajos finos, como la soldadura de circuitos integrados, se requieren delgas y largas; para áreas más grandes hay que utilizar puntas gruesas que permitan mayor transferencia de calor. Independientemente del tamaño y la forma conviene comprar puntas plateadas, que llegan a durar diez veces más que las sencillas de cobre cuando se utilizan en cautines de temperatura controlada. Las puntas de cobre simples se disuelven lentamente en la soldadura líquida, por lo que hay que limpiarlas con una esponja humedecida después de cada uso; si llegan a perder su forma o se erosionan pueden ser limadas. Las puntas plateadas nunca deberán ser limadas y después de cada uso habrá que limpiarlas y recubrirlas con soldadura “fresca” para evitar que el recubrimiento se deteriore. Las puntas que se atornillan al cautín pueden atorarse por la corrosión y acabar dejando inservible a éste, por lo que no deben dejarse de utilizar los compuestos anti-oxidantes para estos casos.



**Figura 3.5** Cautín de lápiz de 30 W

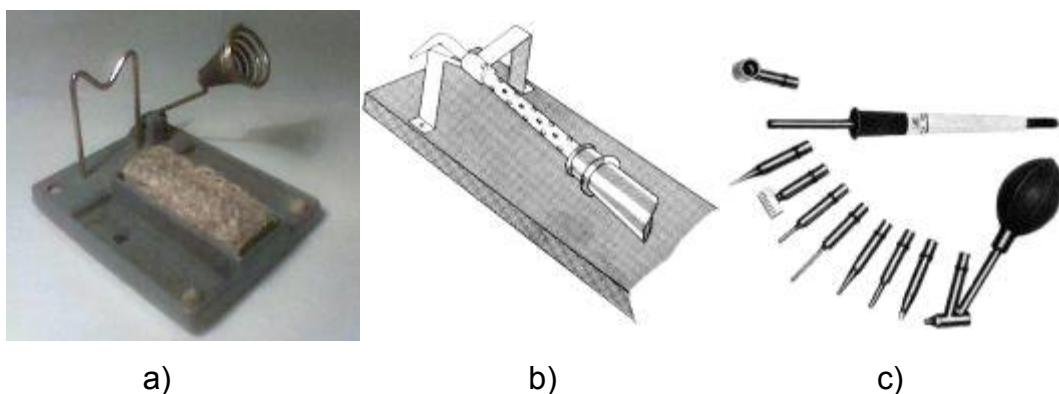


**Figura 3.6** Cautín de pistola

La punta se calienta por el efecto de una gran corriente que pasa por ella (el abultado mango aloja un transformador que la produce). Resulta útil para trabajos esporádicos ya que se calienta instantáneamente. No se usa mucho en electrónica porque la punta no suele resultar lo bastante fina y precisa.

### 3.3.2 Soportes para cautines

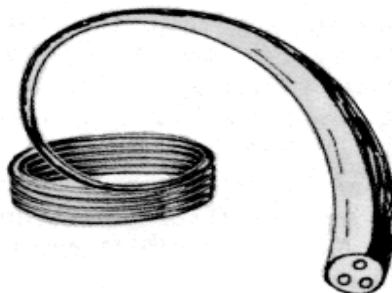
Debido a que el cautín mantiene la punta caliente (entre 250-300 °C), es necesario el uso de un soporte para ponerlo durante el tiempo que no se use, para evitar quemar la mesa de trabajo.



**Figura 3.7** a) Soporte JBC que permite colocar el cautín de dos forma distintas, tiene esponja, b) El soporte más sencillo puede construirse con un trozo de chapa y madera, c) Cautín con todas sus puntas que se le pueden acoplar: punta fina, gruesa y punta para desoldar circuitos integrados e incluso accesorio para desoldar con pera de goma incluida

### 3.3.3 La soldadura

La soldadura para uso electrónico es una aleación de estaño y plomo que, al ser calentada por sobre su punto de fusión, es capaz de adherirse a otros metales, como el cobre. La aleación 60/40 (60% estaño, 40% plomo) con centro de resina es la más utilizada en aplicaciones electrónica; se funde a los 190 °C y solidifica debajo de 183 °C.



**Figura 3.8** Soldadura con centro de resina

Otras aleaciones menos empleadas son la eutéctica 63/37 (funde a 183 °C), la 50/50 (213 °C) y la 40/60 (236 °C). La eutéctica tiene la ventaja de solidificar de inmediato, sin pasar por un estado plástico al enfriarse, el que a menudo ocasiona soldaduras falsas; las aleaciones 50/50 y 40/60 son menos utilizadas en electrónica por la alta temperatura que requieren para fundirse. Debido a la capa de óxido que se desarrolla sobre las superficies metálicas expuestas al aire, la soldadura pura no podrá adherirse adecuadamente a menos que se utilice algún fundente; por esto la soldadura electrónica incluye uno o varios núcleos de resina. Otros tipos de fuente (“pastas para soldar”) deben evitarse porque tienden a dejar residuos muy corrosivos. La resina en sí no es conductora, pero tiende a coleccionar polvo y otras sustancias nocivas que pueden causar problemas, por lo que debe aplicarse alcohol o algún otro solvente especial con un cepillo después de soldar para remover el exceso de resina. La soldadura se vende en forma de alambre en varios calibres, recomendándose el de 1mm de diámetro o menor para uso electrónico. La soldadura en estado líquido absorbe gases del aire y se oxida en poco tiempo, por lo que las uniones deben realizarse rápidamente y como se menciona a continuación.

Las buenas uniones se logran calentando el alambre y la terminal lo suficiente para que fundan las soldaduras, la cual se aplicará a éstos y no a la punta del cauterio. Antes de aplicar la punta del cauterio a la unión hay que verificar que este

libre de resina o soldadura y que este en buen estado. La punta se deberá apoyar firmemente contra la terminal y el alambre (elija la punta adecuada) y, cuando la temperatura haya subido lo suficiente, la soldadura se aplicara de modo que no toque la punta del cautín. Al fundirse la soldadura deberá rodear toda la unión y mostrar un acabado brillante y uniforme. Entonces habrá que retirar la punta del cautín, procurando no mover la unión hasta que la soldadura haya enfriado, puede soplar levemente sobre la unión para acelerar el enfriamiento.

Si la punta es la adecuada, bastarán de uno a tres segundos de calentamiento para que la soldadura se funda, y otro segundo más para que fluya completamente alrededor; el tiempo en total no debe exceder de dos a cuatro segundos. Tiempos mayores pueden ocasionar que las pistas de los circuitos impresos se levanten de la base, que la soldadura se oxide o que los aislamientos o componentes plásticos se derritan. Las soldaduras deben notarse brillantes y los bordes graduales; soldaduras de formas esféricas señalan que no se calentó bien la unión o que se aplico soldadura en exceso. Las soldaduras granulosas, opacas o con irregularidades son debidas a calor excesivo.

Los componentes o las superficies sucias impedirán la buena soldadura, aun con las resina. Limpie estas superficies con un cepillo fino de alambre, con papel lija delgado o con una fibra de cocina antes de intentar soldarlos. Al momento de soldar puede tallar la pieza con la punta del cautín, pero cuide no sobrecalentar la soldadura. En ocasiones convendrá “estañar” previamente las superficies por unir. Para limitar el paso de calor a los componentes sensibles puede emplear pinzas especiales o simples “caimanes” entre la soldadura y el cuerpo de estos.

### **3.3.4 Equipos y materiales para desoldar**

Las uniones deberán ser desoldadas si la soldadura se ha oxidado por sobrecalentamiento, si se han movido antes de enfriarse o si hay que reemplazar algún componente o cambiar una conexión.

Actualmente existen muchos dispositivos para desoldar, los que utilizan vacío o acción capilar para retirar la soldadura derretida. En el primer caso se tienen desde simples bombillas manuales hasta bombas de vacío eléctricas, y para el segundo existen mallas finas de cobre de varios tipos y medidas.

La aplicación de calor para desoldar es muy crítica, ya que las pistas de los circuitos impresos suelen levantarse fácilmente. La desoldadura no debe tomar más de dos segundos. A menos que sea absolutamente necesario retirar el componente intacto, corte sus terminales por el lado de las piezas y retírelo, para posteriormente desoldar cada una de ellas con cuidado. No intente forzar las terminales para retirarlas, y menos con las uniones calientes; asegúrese de haber retirado por completo la soldadura y utilice una navaja para desdoblarlas antes de jalar.

#### **3.3.4.1 El desoldador de pera**

Consiste en un cautín tipo lápiz sin punta, en lugar de la punta se le coloca el accesorio que se ilustra en la figura 3.9. Suele recibir el nombre de desoldador de pera, como se puede observar, el accesorio tiene una punta, un depósito donde se almacena el estaño absorbido, una espiga para adaptarlo al soldador y una pera de goma que sirve para hacer el vacío que absorberá el estaño.



**Figura 3.9** Desoldador de pera

### 3.3.4.2 El desoldador de vacío

Este desoldador de vacío es una bomba de succión que consta de un cilindro que tiene en su interior un embolo accionado por un muelle. Tiene una punta de plástico, que soporta perfectamente las temperaturas utilizadas. El cuerpo principal (deposito) suele ser aluminio. Para manejarlo debemos cargarlo venciendo la fuerza del muelle y en el momento deseado pulsaremos el botón que libera el muelle y se produce el vacío en la punta.



**Figura 3.10** Desoldador de vacío

Las perillas de hule o los succionadores de pistón actuado por resorte (ambos con puntas recubiertas de teflón) deben aplicarse sobre la unión inmediatamente después de que la soldadura se ha derretido para succionarla. Este procedimiento deberá repetirse hasta que la terminal pueda ser retirada sin forzar, dejando enfriar la unión antes de cada intento y cuidando no sobrecalentarla. Las mallas desoldadoras deben colocarse sobre la unión para que el calor se aplique a través de ellas, de modo que absorban la soldadura en cuanto esta se derrita; las partes

ya utilizadas de la cinta deben ser cortadas para que no desvíen el calor del punto de interés.

Consejo práctico: si va a cambiar un componente opte por cortar sus terminales antes de desoldarlo, para después retirar cada una de ellas cuidadosamente. No vale la pena arriesgar la calidad de la reparación por sacar al componente completo si lo más seguro es que este ya no sirve. Después de cada trabajo de soldadura o desoldadura no olvide limpiar muy bien el área afectada; el mejor trabajo es aquel que no se nota.

### **3.4 Multímetro y osciloscopio**

#### **3.4.1 Multímetro**

Con este aparato podemos realizar mediciones de voltaje de corriente alterna, voltaje de corriente directa, amperes de corriente alterna, amperes de corriente directa, resistencia, continuidad, temperatura, frecuencia, capacitancia, así como el estado de varios semiconductores tales como diodos, transistores, etc. También existen multímetros con más opciones como generadores de señales, osciloscopio, entre otros.

Hay multímetros analógicos (de aguja) y digitales, estos últimos son los más usados en la actualidad, aunque los analógicos no han dejado de usarse ya que brindan una rápida respuesta (movimiento de la aguja) cosa que con los digitales no es posible.





**Figura 3.11** a) Multímetro analógico, b) Multímetro digital

Antes de hacer una medición con el multímetro, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La escala de medición en el multímetro debe ser más grande que el valor de la medición que se va a hacer. En caso de no conocer el valor de la medición, se debe seleccionar la escala más grande del multímetro y a partir de ella se va reduciendo hasta tener una escala adecuada para hacer la medición.
- Para medir corriente eléctrica se debe conectar el multímetro en serie con el circuito o los elementos del circuito en donde se quiere hacer la medición.
- Para medir voltaje el multímetro se conecta en paralelo con el circuito o los elementos en donde se quiere hacer la medición.
- Para medir la resistencia eléctrica el multímetro también se conecta en paralelo con la resistencia que se va a medir.

El multímetro es un instrumento tan valioso para el técnico en electrónica, como lo es el estetoscopio para el médico; por lo tanto, todo estudiante de electrónica debe conocer las características y funciones de los multímetros, pues con ellos podrá medir y analizar voltajes, corrientes y resistencias en diversas partes de un circuito.

Los circuitos electrónicos funcionan con señales que tienen múltiples formas de onda, las señales pueden ser de video, de audio, datos de computadora, etc. El multímetro puede medir valores pico o valores RMS de voltajes o corrientes, sin

embargo estas medidas son correctas, solamente para señales con nivel CD constante o señales senoidales no distorsionadas. Cuando se analizan las señales en un circuito electrónico y estas no tienen nivel CD constante o en forma senoidal, el valor RMS o el valor pico no tiene ningún significado, en estos casos si es necesario ver lo que esta pasando en determinado circuito, el osciloscopio es el instrumento que presenta las formas de onda de las señales, permitiendo de esta forma que el técnico o el ingeniero puedan realizar el análisis del comportamiento de las señales en el circuito.

### **3.4.2 Osciloscopio**

El osciloscopio puede medir las variaciones de voltaje en el tiempo de una señal, de tal manera que la información que aparece en la pantalla del osciloscopio contiene información con respecto a la cantidad de voltaje que se encuentra presente y como es la variación del nivel de esta voltaje con respecto al tiempo.

Presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje X (horizontal) representa tiempos y el eje Y (vertical) representa tensiones. La imagen así obtenida se denomina oscilograma. Suelen incluir otra entrada, llamada eje Z que controla la luminosidad del haz, permitiendo resaltar o apagar algunos segmentos de la traza. En un osciloscopio existen, básicamente, dos tipos de controles que son utilizados como reguladores que ajustan la señal de entrada. El primer control regula el eje X (horizontal) y aprecia fracciones de tiempo (segundos, milisegundos, microsegundos, etc., según la resolución del aparato). El segundo regula el eje Y (vertical) controlando la tensión de entrada (en Volts, mili volts, micro volts, etc., dependiendo de la resolución del aparato).

Estas regulaciones determinan el valor de la escala cuadrangular que divide la pantalla, permitiendo saber cuánto representa cada cuadrado de esta para, en

consecuencia, conocer el valor de la señal a medir, tanto en tensión como en frecuencia.

Los osciloscopios, clasificados según su funcionamiento interno, pueden ser tanto analógicos como digitales, siendo el resultado mostrado idéntico en cualquiera de los dos casos, en teoría.

#### **3.4.2.1 Osciloscopio analógico**

La tensión a medir se aplica a las placas de desviación vertical de un tubo de rayos catódicos (utilizando un amplificador con alta impedancia de entrada y ganancia ajustable) mientras que a las placas de desviación horizontal se aplica una tensión en diente de sierra (denominada así porque, de forma repetida, crece suavemente y luego cae de forma brusca). Esta tensión es producida mediante un circuito oscilador apropiado y su frecuencia puede ajustarse dentro de un amplio rango de valores, lo que permite adaptarse a la frecuencia de la señal a medir. Esto es lo que se denomina base de tiempos.

En la figura 3.12 se puede ver una representación esquemática de un osciloscopio con indicación de las etapas mínimas fundamentales. El funcionamiento es el siguiente:

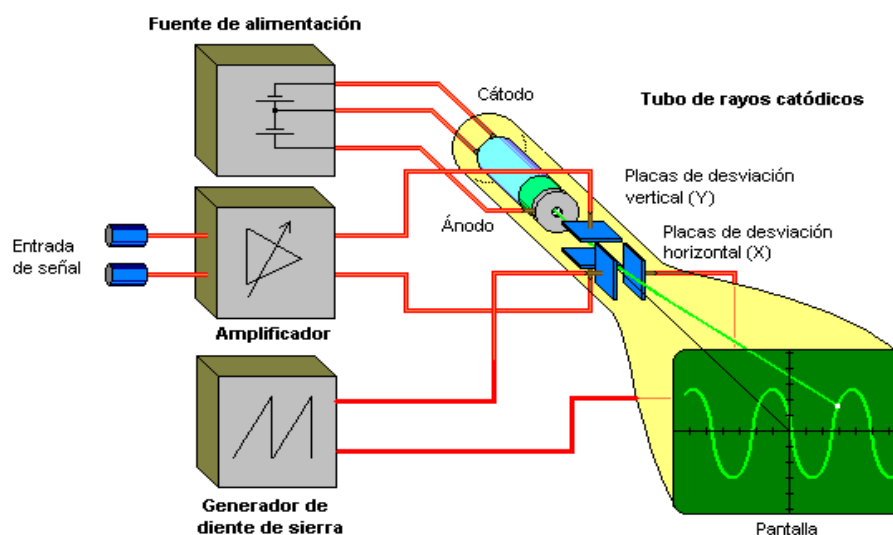
En el tubo de rayos catódicos el rayo de electrones generado por el cátodo y acelerado por el ánodo llega a la pantalla, recubierta interiormente de una capa fluorescente que se ilumina por el impacto de los electrones.

Si se aplica una diferencia de potencial a cualquiera de las dos parejas de placas de desviación, tiene lugar una desviación del haz de electrones debido al campo eléctrico creado por la tensión aplicada. De este modo, la tensión en diente de sierra, que se aplica a las placas de desviación horizontal, hace que el haz se mueva de izquierda a derecha y durante este tiempo, en ausencia de señal en las

placas de desviación vertical, dibuje una línea recta horizontal en la pantalla y luego vuelva al punto de partida para iniciar un nuevo barrido. Este retorno no es percibido por el ojo humano debido a la velocidad a que se realiza y a que, de forma adicional, durante el mismo se produce un apagado (borrado) parcial o una desviación del rayo.

Si en estas condiciones se aplica a las placas de desviación vertical la señal a medir (a través del amplificador de ganancia ajustable) el haz, además de moverse de izquierda a derecha, se moverá hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de la polaridad de la señal, y con mayor o menor amplitud dependiendo de la tensión aplicada.

Al estar los ejes de coordenadas divididos mediante marcas, es posible establecer una relación entre estas divisiones y el período del diente de sierra en lo que se refiere al eje X y al voltaje en lo referido al Y. Con ello a cada división horizontal corresponderá un tiempo concreto, del mismo modo que a cada división vertical corresponderá una tensión concreta. De esta forma en caso de señales periódicas se puede determinar tanto su período como su amplitud.



**Figura 3.12** Representación esquemática de un osciloscopio

#### **3.4.2.1.1 Limitaciones del osciloscopio analógico**

El osciloscopio analógico tiene una serie de limitaciones propias de su funcionamiento:

- Las señales deben ser periódicas. Para ver una traza estable, la señal debe ser periódica ya que es la periodicidad de dicha señal la que refresca la traza en la pantalla.
- Las señales muy rápidas reducen el brillo. Cuando se observa parte del período de la señal, el brillo se reduce debido a que la tasa de refresco disminuye.
- Las señales lentas no forman una traza. Las señales de frecuencias bajas producen un barrido muy lento que no permite a la retina integrar la traza. Esto se solventa con tubos de alta persistencia. También existían cámaras Polaroid especialmente adaptadas para fotografiar las pantallas de osciloscopios. Manteniendo la exposición durante un periodo se obtiene una foto de la traza.
- Sólo se pueden ver transitorios si éstos son repetitivos.

#### **3.4.2.2 Osciloscopio digital**

En la actualidad los osciloscopios analógicos están siendo desplazados en gran medida por los osciloscopios digitales, entre otras razones por la facilidad de poder transferir las medidas a una computadora personal o pantalla LCD.

En el osciloscopio digital la señal es previamente digitalizada por un conversor analógico digital. Al depender la fiabilidad de la visualización de la calidad de este componente, esta debe ser cuidada al máximo.

Las características y procedimientos señalados para los osciloscopios analógicos son aplicables a los digitales. Sin embargo, en estos se tienen posibilidades

adicionales, tales como el disparo anticipado (pre-triggering) para la visualización de eventos de corta duración, o la memorización del oscilograma transfiriendo los datos a un PC. Esto permite comparar medidas realizadas en el mismo punto de un circuito o elemento. Existen asimismo equipos que combinan etapas analógicas y digitales.



**Figura 3.13** Osciloscopio digital

Estos osciloscopios añaden prestaciones y facilidades al usuario imposibles de obtener con modelos analógicos, como los siguientes:

- Medida automática de valores de pico, máximos y mínimos de señal.
- Verdadero valor eficaz.
- Medida de flancos de la señal y otros intervalos.
- Captura de transitorios.
- Cálculos avanzados, como la FFT, por sus siglas en inglés **Fast Fourier Transformation (Transformación Rápida de Fourier)**, para calcular el espectro de la señal.

### 3.4.2.3 Función del osciloscopio

Básicamente funciona para lo siguiente:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar que parte de la señal es CD y cual CA.
- Localizar averías en un circuito.
- Medir la fase entre dos señales.
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varia éste en el tiempo.

## 3.5 Otros instrumentos

Ya existen en el mercado una serie de instrumentos que permiten medir diferentes parámetros que ayudan a tener una idea del estado de una batería estacionaria. Nos referimos a parámetros como la resistencia interna, la impedancia o, incluso, algo con lo que cuesta más familiarizarse, como la conductancia.

### 3.5.1 Densímetro

Un densímetro, es un instrumento que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen.

El densímetro de pipeta con escala graduada sirve para medir la densidad del electrolito y el estado de la carga de las baterías.

La densidad relativa del electrolito contenido en una batería permite conocer el estado de su carga en un momento determinado.

### **3.5.2 Termómetro digital infrarrojo**

El termómetro digital por infrarrojos con puntero láser mide temperaturas sin tocar los productos.

El termómetro funciona con una pila y lleva incorporado un puntero láser para localizar con más precisión el punto donde se desea tomar la temperatura.

Es importante revisar la temperatura en las baterías del UPS para un óptimo funcionamiento.

### **3.5.3 Milivoltímetro**

Es un voltímetro muy sensible, graduado en milivolts, principalmente lo utilizamos para revisar las baterías de un UPS.

Las características varían de acuerdo al modelo y marca de dicho aparato, la sensibilidad, puede estar en el rango 1 mV escala hasta 300 V, con un ancho de banda 2 Hz hasta 12 MHz, teniendo una alta impedancia de hasta 1 M $\Omega$ .

Dichas propiedades ofrecen un amplio campo de aplicación tanto en medidas de alta frecuencia como de baja frecuencia, en altos o muy bajos niveles.

Complementan al equipo tanto una salida de señal CD proporcional a la desviación del instrumento, que se puede seleccionar internamente en AC, como una salida para la calibración.

### **3.5.4 Probador para diagnóstico de batería**

Este nos diagnostica el estado de las baterías de un UPS; tiene la capacidad de guardar la información de las mediciones de las baterías y exportarla a Excel para ser analizada.



Podemos encontrar en el mercado una variedad, un ejemplo de este es el modelo SBS-IBEX de la marca SBS Battery.

### **3.5.5 Vatímetro**

El vatímetro es un instrumento electrodinámico para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado. El dispositivo consiste en un par de bobinas fijas, llamadas “bobinas de corriente”, y una bobina móvil llamada “bobina de potencial”.

Las bobinas fijas se conectan en serie con el circuito, mientras la móvil se conecta en paralelo. Además, en los vatímetros analógicos la bobina móvil tiene una aguja que se mueve sobre una escala para indicar la potencia medida. Una corriente que circule por las bobinas fijas genera un campo electromagnético cuya potencia es proporcional a la corriente y está en fase con ella. La bobina móvil tiene, por regla general, una resistencia grande conectada en serie para reducir la corriente que circula por ella.

Existen diferentes marcas y modelos en el mercado, un ejemplo de este instrumento lo podemos encontrar en los modelos 2551 y 2553 de la marca XITRON, estos modelos en especial miden y muestran la potencia, frecuencia, armónicos, perturbaciones y cortes de la red eléctrica.

### **3.5.6 Amperímetro**

Un amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Los amperímetros, en esencia, están constituidos por un galvanómetro cuya escala ha sido graduada en amperios.

El aparato descrito corresponde al diseño original, ya que en la actualidad los amperímetros utilizan un conversor analógico/digital para la medida de la caída de tensión sobre una resistencia por la que circula la corriente a medir. La lectura del conversor es leída por un microprocesador que realiza los cálculos para presentar en un display numérico el valor de la corriente circulante.

### **3.5.7 Software**

En la actualidad existe una diversidad de software que puede monitorear un UPS, un ejemplo es el software LanSafe, este programa entrega un amplio soporte tanto para UPS's Powerware monofásico y trifásico vía puerto serial, USB y opciones de conectividad a red.

Podemos mencionar otro software que trabaja en plataforma Windows el cual es llamado PowerVision, este nos brinda un monitoreo pro-activo al desempeño del UPS, de la distribución de energía y sistemas ambientales en toda la empresa desde cualquier lugar, más allá de aumentar la confiabilidad de la protección de toda la infraestructura de energía.

# **CAPÍTULO 4**

## **INSTALACIÓN DEL UPS TOSHIBA**

## **CAPÍTULO 4. INSTALACIÓN DEL UPS TOSHIBA**

### **4.1 Características del UPS Toshiba**

#### **4.1.1 Características de los UPS's Toshiba bifásicos 1600EP 3.6 (3.06), 6 (5.1), 8 (6.8), 10 (8.5), 14 (11.9), 18 (15.3) y 22 (18.7) kVA (KW)**

La serie 1600EP de UPS's Toshiba entregan energía de CA continuamente en un equipo compacto, de alta calidad y eficiente. Los equipos UPS's aseguran una operación confiable de los equipos críticos de oficina. Todas las unidades tienen una alarma audible la cual suena si el voltaje de batería está en operación. Esto es para ayudar en la conservación de los archivos de datos de la oficina. Todos los equipos tienen una interfaz serial para computadora.

Su topología consta de doble conversión de V. A. (208/240), un IGBT a la entrada, y para la corrección del factor de potencia un transformador de aislamiento interno. Tiene las certificaciones de UL 1778, CUL, CE, FCC CLASS A, IEEE 587, ANSI / C62.41, ISO 9001, ISO14001, NEMA / PE1 – 1993.

Sus características a la entrada son:

- Voltaje en una sola fase y 208 / 240 V. A. y acepta una variación desde + 10 % hasta – 30 %
- La frecuencia puede variar de 45 hasta 65 Hz, la cual es medida por el mismo equipo
- El factor de potencia es mayor del 95% para cualquier carga
- La corriente THD en carga lineal es menor al 5% (aún para el 100% de carga no lineal)

Los interruptores a la entrada se muestran en la tabla 4.1.

Equipo	Capacidad
3.6 kVA	30 A
8.0 kVA	60 A
10.0 kVA	60 A
14.0 kVA	100 A
18.0 kVA	100 A
22.0 kVA	125 A

**Tabla 4.1** Interruptores a la entrada

Los equipos utilizan baterías del tipo ácida con válvula de plomo regulada y flama retardada (9.0 Amp. HR), los tiempos de descarga de los bancos de baterías a carga total son:

Equipo	Tiempo
3.6 kVA	14 MINUTOS
6.0 kVA	7 MINUTOS
8.0 kVA	7 MINUTOS
10.0 kVA	5 MINUTOS
14.0 kVA	7 MINUTOS
18.0 kVA	5 MINUTOS
22.0 kVA	3 MINUTOS

**Tabla 4.2** Tiempos de descarga de los bancos de baterías a carga total

Esto es con un factor de potencia de 0.85, a 77 °F y aproximadamente un 30% más de tiempo para un factor de potencia de 0.7 y el triple de tiempo cuando el equipo está trabajando a media carga.

El tiempo para que el banco de baterías se recargue totalmente es de 24 horas, 12 horas para un 90 %, el voltaje del banco de baterías en los equipos de 3.6 y 6 kVA es de 216 VCD y en los demás equipos es de 288 VCD, este voltaje es el que debe tener el banco cuando se conecte al cargador.

Las características de salida del equipo son:

- Voltaje en una sola fase, 208/240/120 Volts
- La regulación de voltaje puede variar desde un + 3 % a un – 3%, pero el valor típico va de + 1% a – 1%
- La frecuencia es de 50/60 HZ con una aceptación de variación de +/- 0.5 HZ / 1 HZ / 1.5 HZ, la cual viene de fábrica o para ser seleccionado por un centro de servicio autorizado
- El voltaje THD es menor del 3% para carga lineal y 1 % típico
- Ruido en modo común es menor al 0.5 Vrms
- El factor de potencia de carga es de 0.85 con una variación de 0.6 a 1.0 retrasado
- La eficiencia (CA-CD-CA) es menor del 85 % sin estar cargando las baterías
- El voltaje del transitorio es menor al +/- 8% con carga de 0 a 100%

La tabla 4.3 muestra los valores de corriente en la salida del equipo a 240 VCA así como la corriente de pico máxima para cada uno de los equipos.

Equipo	Corriente a 240 V	Corriente de Pico Máxima
3.6 kVA	15.0 A	45 A
6.0 kVA	25.0 A	75 A
8.0 kVA	33.3 A	100 A
10.0 kVA	42.0 A	126 A
14.0 kVA	58.0 A	174 A
18.0 kVA	75.0 A	225 A
22.0 kVA	91.0 A	273 A

**Tabla 4.3** Corriente a la salida de los equipos (serie 1600EP)

Cuando sucede una sobrecarga, los equipos tienen una capacidad soporte de 150% por 10 segundos y 125% por 30 segundos antes de irse a derivación. Si el equipo está en derivación soportará una sobrecarga del 125% en 10 minutos y del

1000% en un ciclo; la cantidad de calor que generan los equipos está dada por la tabla 4.4, que deberá ser considerada para la selección de los sistemas de aire acondicionado.

Equipo	Valor
3.6 kVA	1588 BTU/HR
6 kVA	2610 BTU/HR
8 kVA	3482 BTU/HR
10 kVA	4352 BTU/HR
14 kVA	6092 BTU/HR
18 kVA	7832 BTU/HR
22 kVA	9600 BTU/HR

**Tabla 4.4** Cantidad de calor que genera cada equipo

Los gabinetes de los equipos están hechos de acero y cumplen con las normas de NEMA 1 y UL tipo 1. Las dimensiones de los equipos de 3.6 y 6 kVA son 27.5" de largo, 10" de ancho y 33" de alto; de los equipos de 8 y 10 kVA son 28.25" de largo, 13" de ancho y 33.5" de alto y de los equipos de 14, 18 y 22 kVA son 39.1" de largo, 17.5" de ancho y 34.8" de alto. Los pesos de embarque se muestran en la tabla 4.5.

Equipo	Peso
3.6 kVA	166 kg
6.0 kVA	175 kg
8.0 kVA	222 kg
10.0 kVA	222 kg
14.0 kVA	281 kg
18.0 kVA	340 kg
22.0 kVA	343 kg

**Tabla 4.5** Pesos de embarque

Las baterías están montadas en módulos cuyas dimensiones son 5" de largo, 7.3" de ancho y 18.2" de alto, cada módulo contiene 6 baterías. Los equipos de 3.6 y 6 kVA tienen 3 módulos, los equipos de 8 y 10 kVA tienen 4 módulos y los de 14, 18 y 22 kVA tienen 8 módulos.

La temperatura del cuarto en donde va a trabajar el UPS se recomienda que sea de 15 a 25°C, la humedad deberá ser de un 30 a 90%, y el ruido audible será de 50 Db máximo a un metro del panel frontal de control.

Los equipos pueden tener un monitoreo remoto usando el común SNMP y HTTP de protocolo de red, para esto hay que comprar una tarjeta de red con un distribuidor autorizado de Toshiba, la cual se conecta en una ranura localizada en la parte trasera del equipo donde también está el puerto de interfaz serial RS-232C usando un conector macho 8DB9.

Se puede conectar un gabinete con un banco de baterías en forma paralela al cargador y tener más tiempo de respaldo en las interrupciones de energía, también se puede contratar una derivación de mantenimiento interno o externo.

Los equipos tienen una garantía de 3 años en partes electrónicas y 2 años en baterías.

#### **4.1.2 Características de los UPS's Toshiba trifásicos 4200FA XT 15 (12), 25 (20), 30 (24), 50 (40) y 80 (64) kVA (kW)**

Los equipos Toshiba 4200FA son UPS's que entregan energía de CA, en forma continua y regulada en unidades compactas, eficientes y de alta calidad, asegurando la operación de los equipos de oficina importantes. Todos los equipos tienen una alarma audible que suena si el voltaje de baterías está en uso, lo cual es un gran apoyo para conservar o poder guardar los bancos de datos. También permiten ser monitoreados a través de una interfaz para computadora.

Su topología consta de línea real, doble conversión, IGBT PWM, con una entrada activa para la corrección del factor de potencia.



Las características en la entrada son:

- Voltajes que pueden ser de 208 V, 220 V, 240 V, 380 V, 415 V, 480 V, 600 V, usando tres fases, 3 hilos y tierra
- Acepta variación en el voltaje desde +10% hasta -30% sin utilizar baterías
- El factor de potencia es mayor del 0.98 cuando está trabajando el inversor
- La corriente THD es menor del 3%
- La frecuencia es de 50 o 60 HZ, la cual puede variar en un rango de 45 a 65 HZ
- La corriente límite es de 115% máxima

Los equipos manejan a la salida las siguientes características:

- Posibilidades de voltaje de 208 V, 220 V, 240 V, 380 V, 415 V, 480 V, 600 V. Los equipos de 80 kVA también manejan 120 V, usan 3 fases, 4 hilos y tierra
- La frecuencia puede ser de 50 o 60 HZ
- La regulación de frecuencia es de +0.01% a -0.01%, puede ser usado como un convertidor de frecuencia
- La frecuencia de sincronía puede variar de +0.5/1.0/1.5 a -0.5/1.0/1.5 HZ, la cual debe ser seleccionada por un técnico calificado
- El error en la regulación de voltaje es menor del 1% con carga balanceada y menor del 2% con carga desbalanceada

Las corrientes de salida se muestran en la tabla 4.6.

Equipo	Valor
15 kVA	42.0 A
25 kVA	69.5 A
30 kVA	104.2 A
50 kVA	138.9 A
80 kVA	204.0 A

**Tabla 4.6** Corriente a la salida de los equipos (serie 4200FA XT)

El inversor soporta una sobrecarga del 125% por 90 segundos y 150% en 30 segundos antes de transferir la carga a derivación, la capacidad de sobre carga que soporta la derivación es de 125% por 10 minutos y 1000% en 10 milisegundos.

El voltaje del banco de baterías es de 240 VCD, el voltaje de flotación del cargador es de 270 VCD con una tolerancia de +2% a -2%, y el voltaje de rizo es menor del 2% VCD.

La temperatura del cuarto donde se instala el UPS debe estar entre 0 y 40 °C, la óptima es de 25 °C; la humedad relativa debe ser menor a 90% sin condensación; el calor generado por cada equipo se muestra en la tabla 4.7, el cual debe ser tomado en cuenta para seleccionar los sistemas de aire acondicionado.

EQUIPO	CANTIDAD
15 kVA	5733 BTUs
25 kVA	7600 BTUs
30 kVA	9100 BTUs
50 kVA	17737 BTUs
80 kVA	24270 BTUs

**Tabla 4.7** Calor generado por cada equipo (serie 4200FA XT)

La eficiencia de los equipos de 15, 25 y 30 kVA de CA/CD/CA es de 87.7% y de CD/CA es del 90 %, en el equipo de 50 kVA de CA/CD/CA es de 88.5% y en el equipo de 80 kVA de CA/CD/CA es de 90 %; el ruido audible en los equipos de 15,

25 y 30 kVA es menor de 60 Db y en los de 50 y 80 kVA es de 65 Db a 1 metro de distancia del panel frontal de control; las dimensiones de los equipos de 15, 25 y 30 kVA son de 20" ancho x 36.3" largo x 59.8" alto, el equipo de 50 kVA tiene 35.4" ancho x 37.6" largo x 59.8" alto y el equipo de 80 kVA mide 31" ancho x 44" largo x 74" alto. Los pesos de los equipos van de acuerdo al diseño con 1 o 2 transformadores, los equipos de 15, 25, 30 kVA pesan 1275 Lbs, o 1475 Lbs, el de 50 kVA pesa 1,581 Lbs o 1,941 Lbs, y el de 80 kVA pesa 2450 Lbs.

Los equipos vienen con un interruptor interno para mandar al equipo a derivación por mantenimiento; también traen un conector macho de interfaz serial RS232 localizado en la parte trasera del equipo, esta interfaz permite el control del UPS desde una computadora personal, comprando el software especial Toshiba con el distribuidor autorizado.

Las opciones que pueden traer los equipos son: Una alimentación en la entrada dual, filtros para aire en las puertas y monitoreo remoto.

El equipo cumple con las normas UL 1778, CUL, NEC, ISO9001, ISO14001, ANSI C62.41 (IEEE 587), NEMA PE1- 1993.

## **4.2 Instrucciones generales de seguridad**

- El UPS no debe ser prendido hasta que se haya leído totalmente el manual de operación y entendido.
- El voltaje de la fuente de energía de entrada deberá estar dentro del rango de +10% a -30% del voltaje nominal de entrada; la frecuencia de entrada deberá estar dentro del rango permitido de la frecuencia de entrada. Los voltajes y frecuencias fuera de los rangos de tolerancia permitidos pueden causar que las fuentes de protecciones internas se activen.
- El UPS no deberá ser usado con una carga la cual sea mayor a la capacidad que soporta.

- No se debe conectar a la salida del UPS motores que requieran alta corriente de inicio o de tiempo prolongado tal como aspiradoras o maquinas de herramientas.
- No inserte objetos metálicos o materiales inflamables en las ranuras de las unidades de ventilación.
- No ponga, cuelgue o pegue cualquier objeto en la parte superior o en las superficies exteriores del UPS.
- Estos equipos contienen baterías selladas con ácido de plomo. La falta de mantenimiento preventivo puede resultar en explosiones y emisiones de gas o fuego. Personal capacitado deberá realizar mantenimiento preventivo periódicamente.
- El no remplazar una batería a tiempo puede causar que se abra y se derrame el electrolito causando fallas como olor, humo y fuego

### 4.3 Instrucciones importantes de seguridad

Existen importantes instrucciones para los equipos de 3.6, 6, 8, 10, 14, 18 y 22 kVA que deberán seguirse en la instalación y mantenimiento del UPS y sus baterías.

Las unidades del UPS no están equipadas con una protección para sobre corriente en la salida del equipo. Por consiguiente, un interruptor deberá ser instalado por el usuario entre la salida del UPS y la entrada a la carga. El interruptor se instalará de acuerdo a la tabla 4.8

240 VCA	3.6 kVA	6 kVA	8 kVA	10 kVA	14 kVA	18 kVA
<b>VALOR</b>	20 A	30A	40 A	60 A	80 A	125 A

**Tabla 4.8** Capacidad de los interruptores de protección para sobre corriente a la salida del UPS

La temperatura máxima ambiental en la cual el UPS deberá trabajar es de 40 °C.

El servicio a las baterías deberá ser realizado únicamente por representantes calificados de Toshiba, quienes están especializados en el manejo de baterías y las precauciones requeridas. Para reemplazar las baterías se debe contactar al centro de servicio autorizado Toshiba. Se debe mantener al personal no autorizado alejado de las baterías. No se deben poner las baterías en el fuego ya que pueden explotar.

El mal uso o manejo del equipo podría resultar en daño humano y/o del equipo.

No se deben abrir o mutilar las baterías ya que el electrolito que se derrama es perjudicial para los ojos y la piel, además es tóxico.

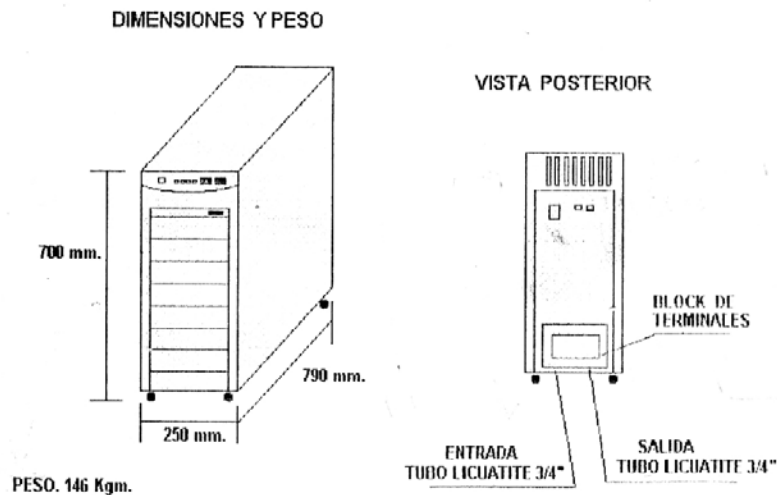
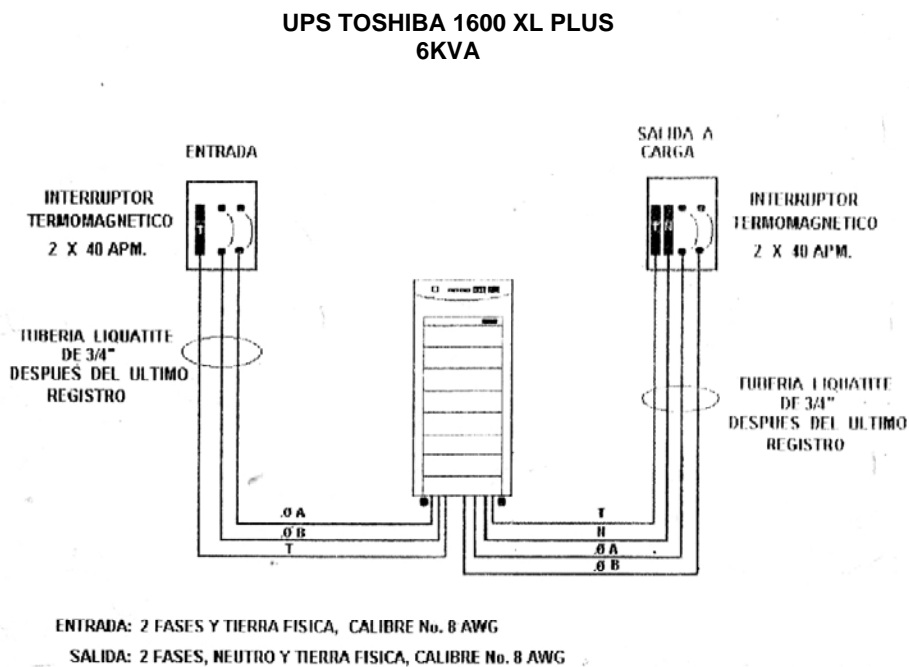
El banco de baterías puede presentar un riesgo de choque eléctrico y una alta corriente de corto circuito, por lo cual cuando se trabaje con las baterías se deben observar las siguientes instrucciones:

- Verificar que el UPS este apagado y que el cable de energía este desconectado.
- No usar relojes, anillos u otros objetos de metal.
- Usar herramientas aisladas para prevenir posibles cortos.
- Usar guantes de hule y botas.
- No dejar herramientas o partes metálicas sobre las baterías.
- Determinar si la batería esta aterrizada inadvertidamente, encontrar y eliminar la causa. El tocar cualquier parte de una batería aterrizada puede resultar en un choque eléctrico.
- La probabilidad de tal choque puede ser reducido si tales conexiones a tierra son eliminadas durante la instalación y el mantenimiento.
- Verificar las polaridades del circuito antes de realizar las conexiones.
- Desconectar el cargador y carga, antes de conectar y desconectar terminales.

- Las baterías VRLA, por sus siglas en inglés **Valve Regulated Lead Acid (Plomo-Ácido de Válvula Regulada)**, contienen una mezcla explosiva de gas de hidrógeno, por lo que no se debe fumar o crear una flama o chispa cerca de las baterías. Esto incluye electricidad estática del cuerpo.
- No intente abrir las baterías para adicionar agua o simplemente verificar el nivel del electrolito, las baterías son del tipo acida con válvula de plomo regulada y tal servicio no es posible sin dañar la batería.
- Usar el equipo apropiado para mover el banco de baterías, así como usar ropa y equipo de seguridad apropiado.
- No deseche las baterías, excepto utilizando los canales apropiados de acuerdo a las regulaciones federales locales.

#### 4.4 Diagrama de instalación del UPS Toshiba

A continuación se muestra el diagrama de instalación del UPS Toshiba serie 1600.



**Figura 4.1** Diagrama de instalación del UPS Toshiba

#### **4.5 Precauciones de instalación de un UPS Toshiba**

Cuando se va a instalar un equipo nuevo, se debe de hacer una inspección cuidadosa del mismo, para descartar daños debidos al transporte del mismo. Si un daño ha ocurrido, como golpes, alguna parte quebrada, algún conector roto, etc., se deberá tapar con sus empaques originales y regresarlo al distribuidor autorizado.

También hay que revisar la capacidad y el número de modelo especificado en la placa conforme a la orden de servicio.

Las siguientes precauciones de instalación, deberán ser observadas para la instalación del equipo:

- Revisar que todos los conectores y terminales estén asegurados y haciendo buen contacto.
- Confirmar que ninguna batería este abierta o dañada y que el voltaje total del banco este dentro del rango especificado.
- Verificar que todos los fusibles estén bien.
- Instalar la unidad en un lugar bien ventilado; en los equipos 1600EP deberá existir por lo menos 10 cm en todos los lados para haya buena ventilación y para mantenimiento; en los equipos 4200 se deberá dejar por lo menos 70 cm en la parte de enfrente y 50 cm por la parte de atrás y en los lados para el acceso al mantenimiento.
- Instalar la unidad en un lugar estable, nivelado en la posición correcta y libre de vibraciones o sacudidas, pues esto podría dañar los circuitos del UPS.
- Instalar el equipo dentro de una temperatura ambiente que este dentro del rango de operación correcta, por lo que se deberá verificar que la ventilación y los sistemas de aire acondicionado en el lugar sean capaces



de remover el calor generado por el UPS. La temperatura recomendada de operación es de 25 °C para máxima vida de las baterías.

- No debe instalar el equipo en lugares que estén sujetos a alta humedad.
- No instalar el UPS en lugares en donde quede expuesto directamente a la luz del sol.
- No instalar en lugares que estén expuestos a contaminantes, tales como altos niveles de polvo, partículas metálicas o gas inflamable.
- Evitar la instalación cerca de fuentes de ruido eléctrico. Y siempre asegurarse que exista una buena instalación de tierra, que el cable este en buenas condiciones para prevenir un corto circuito y evitar el ruido eléctrico.
- No instalar en lugares donde líquidos u otros objetos extraños puedan introducirse al UPS.
- Este UPS genera y radia energía de radiofrecuencia durante su operación. Sin embargo, los filtros para ruido RFI que están instalados dentro del equipo no garantiza que el UPS no tendrá influencia en algunos aparatos sensibles que estén operando cerca de él. Si tales influencias son experimentadas, el UPS deberá ser instalado lejos de los equipos afectados y/o conectado en diferente toma de corriente de donde estén conectados los equipos con interferencia.
- Antes de conectar un equipo hay que verificar que los interruptores de entrada estén en la posición de OFF, así como la llave de STOP/RUN en los equipos 4200 este en la posición de STOP.

Se debe de usar tubo de licuatite entre los interruptores externos de entrada/salida y las respectivas entrada/salida del UPS ya que protegen los cables y facilitan el movimiento del UPS impidiendo que los cables se salgan de los conectores o tengan falsos contactos.

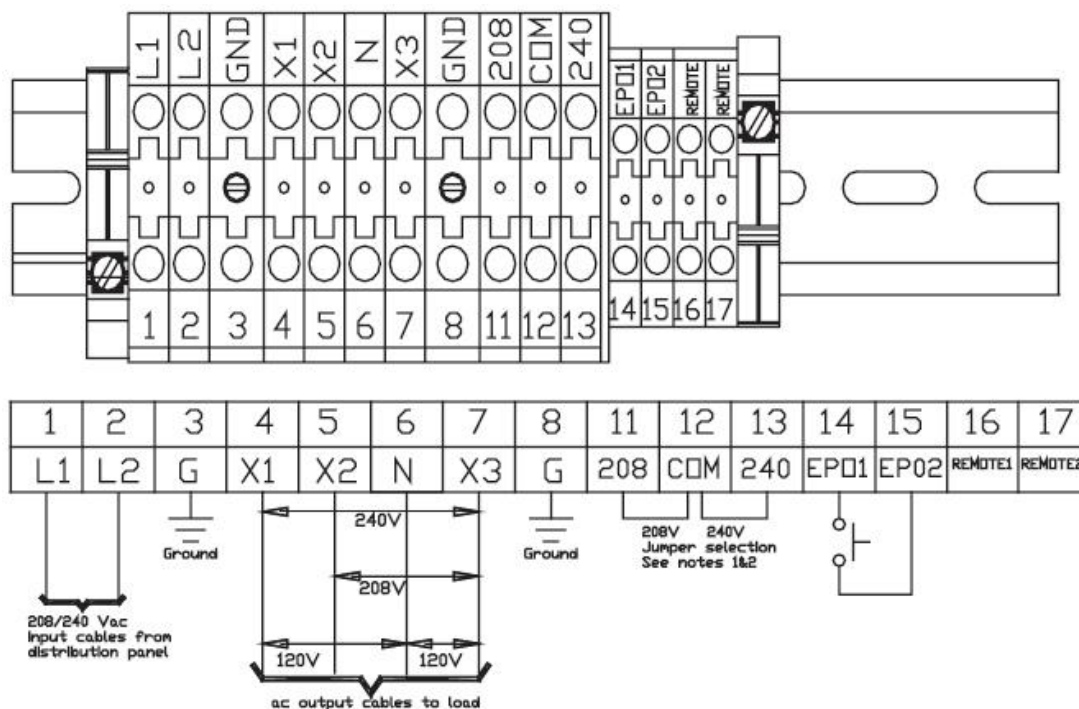
La tabla 4.9 muestra el calibre (AWG) y apretado del torque (libra-pulgada) recomendados de los cables utilizados en las conexiones de entrada y salida de cada UPS de la serie 1600.

Artículo	No. de terminal	3.6kVA	6kVA	8kVA	10kVA	14-18kVA	Torque
Cables entrada	1 y 2	12	10	8	6	4	14.2
Cables salida	4, 5 y 7	12	10	8	6	4	14.2
Neutro salida	6	12	10	8	6	4	14.2
Tierra física	3 y 8	12	10	8	6	4	14.2
Int. EPO	14 y 15	16	16	16	16	16	9
Int. Remoto	16 y 17	16	16	16	16	16	9

**Tabla 4.9** Calibre y torque de las conexiones de entrada y salida de cada UPS de la serie 1600

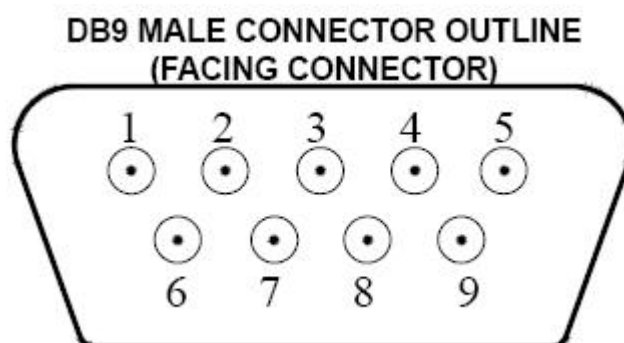
La figura 4.2 muestra la culca y describe la el lugar donde los cables deben ir conectados para los equipos bifásicos.

Si la entrada de energía es de 240 VCA, las terminales 12 y 13 deben estar conectadas por un puente, no se debe conectar de 11 a 12 o 13, si la entrada de energía es de 208 VCA, las terminales 11 y 12 deben estar conectadas por un cable, no se debe conectar de 13 a 12 o 11.



**Figura 4.2** Culca

Si la interfaz de comunicación serial RS-232C esta habilitada por medio de un conector hembra DB9 (figura 4.3) se podrá tener control del UPS desde una computadora personal por medio de un software especial Toshiba. Los datos que el UPS envía por medio de la comunicación RS-232C son: condiciones de operación, status de operación y detalles de “falla”.



**Figura 4.3** Conector de salida macho DB9

En las condiciones de operación envía el voltaje de entrada, voltaje de salida, corriente de salida, voltaje de baterías, frecuencia de entrada y de salida.

En el status de operación del UPS (descrito como si o no), se envía energía utilizada OK, detección de bajo voltaje de baterías, UPS en modo de DERIVACIÓN, UPS en modo NORMAL, frecuencia sincronizada en entrada y salida, y cuando ha ocurrido una falla en el UPS.

Los detalles de falla se describen como ocurrida y no ocurrida y el UPS envía sobre-corriente en CD, sobrevoltaje en CD, bajovoltaje en CD, sobre-corriente a la entrada, sobre calentamiento, medicion del tiempo de sobrecarga, extralímite del tiempo permitido de sobrecarga, sobrevoltaje de salida durante el modo NORMAL, bajovoltaje a la salida durante el modo NORMAL.

La asignación de las puntas del conector RS-232C se describe en la tabla 4.10

Punta	Ent/Sal	Símbolo	Descripción
1	Esta punta no se usa		
2	Entrada	RXD	Recepción de datos
3	Salida	TXD	Transmisión de datos
4	Salida	DTR	Terminación de datos
5	-----	SG	Señal de tierra
6	Entrada	DSR	Conjunto de datos listo
7	Salida	RTS	Petición para enviar
8	Entrada	CTS	Limpiar para enviar
9	Esta punta no se usa		

**Tabla 4.10** Asignación de las puntas del conector RS-232C

En los equipos 4200 tampoco existe protección a la salida del equipo, por lo que el usuario deberá instalar un interruptor entre la salida del UPS y la entrada de la carga, su selección va de acuerdo con la capacidad del equipo y el voltaje de salida que se esté utilizando.

Las conexiones para los equipos trifásicos de 15 y 25 kVA que van del interruptor de entrada provisto por el usuario a los conectores de entrada (H1, H2, H3 y N) del UPS, se muestran en la figura 4.4. Las salidas del equipo (L1, L2, L3, N y G) son las terminales 6, 7, 8, 9, y 10, que van al interruptor de salida provisto por el usuario.

En la parte inferior de la figura 4.4 se muestran las conexiones de la entrada a la derivación opcional, hay que tener bien identificadas las fases antes de proceder a la conexión de cables.

El calibre de los cables y el apretamiento de los tornillos van de acuerdo a la capacidad del equipo y al voltaje de entrada utilizado.

Se debe usar tubo de licuatite desde el panel de distribución hasta la entrada o salida del UPS, donde ya esta marcado el diámetro del tubo de licuatite que se

debe usar. El licuatite protege los cables y evita que se zafen de sus culcas, disminuyendo las fallas por falsos contactos.

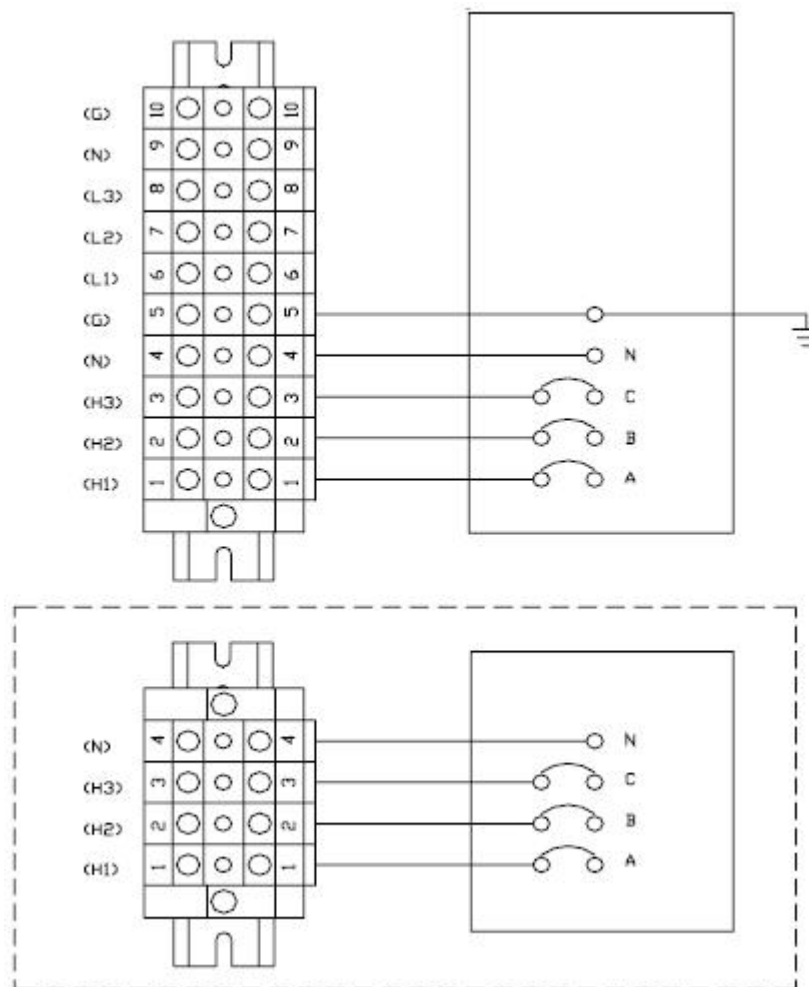
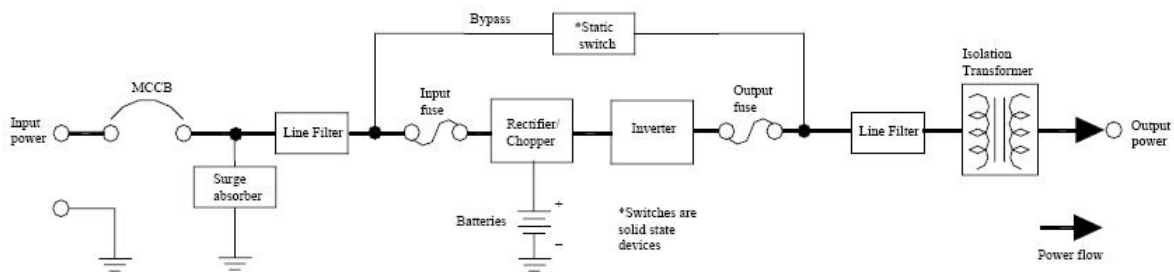


Figura 4.4 Conexiones para los equipos trifásicos de 15 y 25 kVA

#### 4.5.1 Operación del UPS

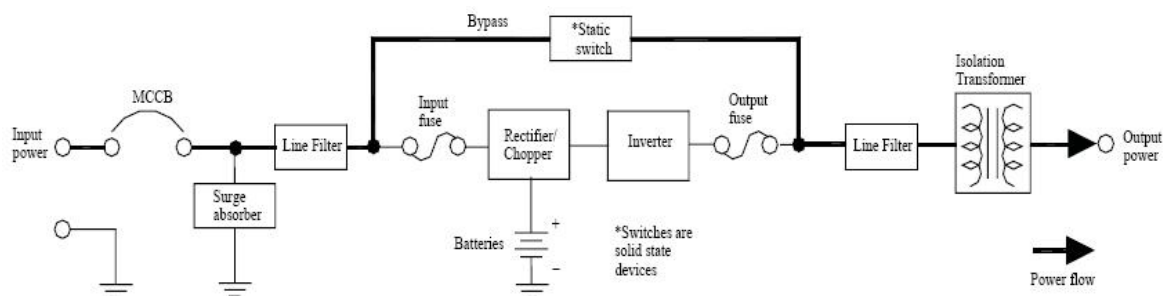
**MODO NORMAL DE OPERACIÓN.** La figura 4.5 muestra el circuito del flujo de energía cuando el UPS está trabajando en el modo normal con entrada de CA. El rectificador, incluyendo el circuito del cargador, convierte la energía de entrada de CA en energía de CD. El circuito del cargador mantiene un voltaje constante, con corriente limitada para cargar las baterías. También entrega voltaje CD regulado a la sección del inversor. La sección del inversor genera una onda de salida de

voltaje de alta calidad. Las baterías siempre están mantenidas en un estado de carga constante cuando el UPS esta trabajando en el modo de operación normal.



**Figura 4.5** Modo normal de operación

**MODO DE DERIVACIÓN.** Si el UPS esta sobrecargado o existe una falla interna, el flujo de energía es transferido automáticamente del circuito principal al circuito de derivación. El flujo de energía por derivación se muestra en la figura 4.6. El cambio ocurre automáticamente en 4 milisegundos en fase. Sí el flujo de energía es transferido al circuito de derivación debido a una falla externa al UPS, se apagará la energía que va de la derivación a la carga y un mensaje indicará la falla del sistema. Sí el flujo de energía es transferido al circuito de derivación debido a una falla interna del UPS se continuará entregando energía a la carga por el circuito de derivación y un mensaje indicará la falla del sistema. Sí el flujo de energía es transferido al circuito de derivación debido a una condición de sobrecarga entonces el flujo de energía será transferido automáticamente del circuito de derivación al inversor cuando se disminuya la sobrecarga.



**Figura 4.6** Modo de derivación

**MODO DE DESCARGA POR BATERÍAS.** La figura 4.7 muestra el flujo de energía durante el modo de descarga por baterías. Cuando ocurre una falla de la energía de CA comercial, las baterías del UPS comienzan inmediatamente a entregar voltaje de CD al circuito del inversor, el cual cambia la energía de CD a energía de CA. Esto continuará hasta que el voltaje de baterías pase de un nivel mínimo o regrese la energía comercial.

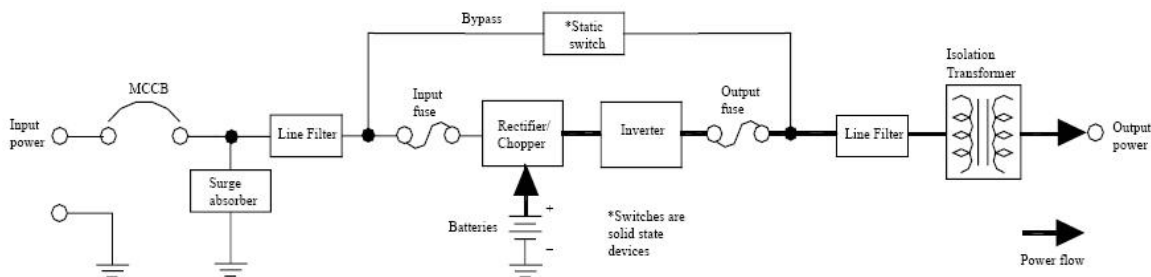


Figura 4.7 Modo de descarga por baterías

**FUNCIÓN EPO (EMERGENCY POWER OFF).** Estos UPS's están equipados con terminales para recibir un interruptor remoto de apagado de emergencia. La función EPO, por sus siglas en inglés **Emergency Power Off (Función Apagado de Emergencia)**, permite apagar rápidamente la salida del UPS y el circuito de baterías. El efecto de usar el interruptor EPO es el mismo si el UPS esta trabajando ya sea por el modo de operación normal o por el modo de descarga por baterías o por el modo de derivación. La figura 4.8 muestra la condición del UPS después de haber aplicado el interruptor EPO.

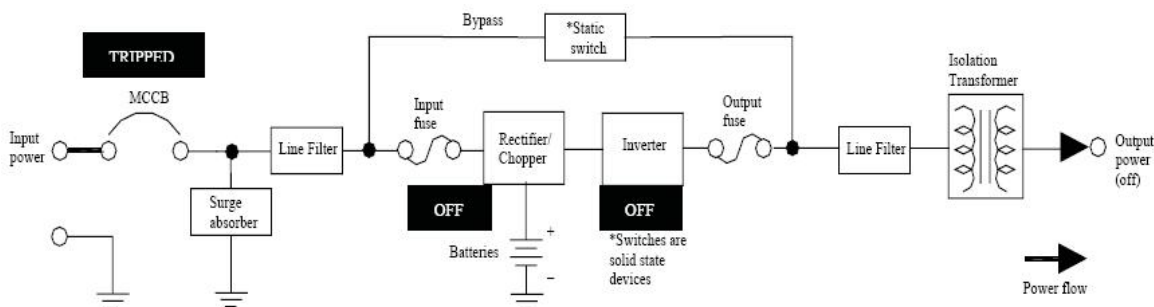


Figura 4.8 Función EPO

**FUNCIONES DE LA ALARMA.** La alarma sonará cuando el UPS este en el modo de baterías, tenga una falla, tenga un voltaje de baterías bajo, o este en una condición de sobrecarga. Sí esta en el modo de baterías, sonará 1 segundo y 9 no lo hará, si el voltaje de baterías esta bajo sonara 1 segundo y 1 no lo hará, si tiene sobrecarga sonará 1 segundo y 1 no lo hará, si tiene falla sonará medio segundo y medio no lo hará. La alarma puede ser silenciada apretando las teclas shift y run del panel frontal de control.

**EL PANEL FRONTAL DE CONTROL.** En los equipos de la serie 1600 el panel frontal de control (LCD, teclas y LED's) es como se ve en la figura 4.9. La pantalla es de cristal líquido con 2 líneas de 16 caracteres. El LCD despliega información acerca de la operación del UPS y deberá ser usado en conjunto con los LED's y la alarma para el total monitoreo del equipo. La información que despliega la pantalla determina el modo y condiciones de operación del UPS.

A continuación se describe el funcionamiento de las teclas:

- La tecla Shift / Select se debe apretar sin soltar mientras se presiona otra tecla para ejecutar su función marcada en su parte superior. Si se presiona esta llave sola se entra al modo del conjunto de datos internos que serán desplegados en la pantalla LCD.
- La tecla de Reset despliega los datos anteriores en la pantalla o con la tecla de Shift limpia la pantalla.
- La tecla Cancel despliega los datos siguientes en la pantalla o con la tecla de Shift cancela la operación anterior.
- La tecla Set / Monitor presionando sin soltar, despliega los datos de operación normal del UPS, continuando la presión esta tecla despliega los datos variables que pueden ser modificados.
- La tecla Run inicia el arranque del UPS o con la tecla de Shift apaga la alarma.
- La tecla Stop para al UPS y lo manda al modo de derivación.





a)



b)

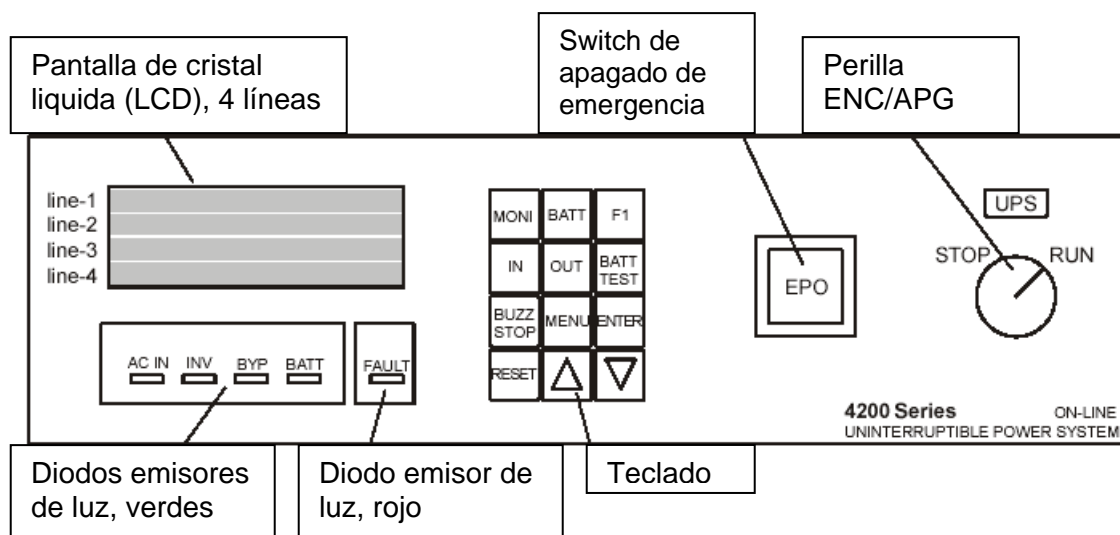
**Figura 4.9** a) Panel frontal de control (serie 1600), b) Panel frontal de control (serie 4200)

A continuación se describen las condiciones para cada LED.

- LED On line / Fault. Si está en verde el UPS esta en operación normal; si prende y apaga en verde la salida del UPS esta apagada; si prende en rojo el UPS tiene una falla y no hay salida; si el LED está apagado el equipo esta en derivación y el inversor esta apagado.

- LED AC Input. Si el enciende en verde, el voltaje de entrada al UPS es normal; si prende y apaga en verde hay sobrevoltaje en la entrada del equipo; si esta apagado hay un bajo-voltaje CA en la entrada o una falla en el suministro de energía.
- LED de Alarma. Si el esta encendido o prende y apaga en ámbar es que hay una advertencia, si esta apagado el UPS esta en operación normal.
- LED Timer. Cuando prende en verde se activa el programa de tiempo, si prende y apaga en verde se ejecuta un aviso de operación reservada, si esta apagado no hay programación de tiempo.

En los equipos 4200 el panel frontal de control es como se muestra en la figura 4.10, la pantalla tiene 4 líneas de 20 caracteres. El LCD despliega información acerca de la operación del UPS y deberá ser usada junto con los LED's y la alarma para el monitoreo total del equipo. El LCD despliega cierta información en líneas específicas de la pantalla, la cual determina el modo y condiciones de operación del UPS.



**Figura 4.10** Panel frontal de control descriptivo de equipos UPS's serie 4200

A continuación se describen las condiciones necesarias para el encendido de cada LED.

- LED verde “AC IN”. Está prendido cuando el UPS no tiene en la entrada alguna condición de sobrevoltaje, voltaje bajo o falla de energía. Si hay una falla de energía este LED estará apagado. Si no hay falla de energía y hay un sobrevoltaje en la entrada el LED parpadea de encendido a apagado rápidamente (cambia cada 0.4 de segundo). Si no hay falla de energía y hay un bajo voltaje en la entrada el LED estará apagado.
- LED verde “INV”. Está prendido cuando el inversor del UPS esta operando.
- LED verde “BYP”. Está prendido cuando el equipo esta en el modo de derivación.
- LED verde “BATT”. Está prendido cuando el UPS esta en el modo de descarga por baterías. Si las baterías están bajas durante el modo de descarga por baterías el LED parpadea lentamente cada 1.2 segundos. El LED se irá a apagado si el voltaje de batería rebasa el nivel mínimo durante el modo de descarga por baterías.
- LED rojo. Está encendido cuando el UPS tiene una condición de falla.

A continuación se muestra el estado de los LED's en los distintos modos de operación.

	<b>Modo normal de operación</b>	<b>Modo derivación</b>	<b>Modo baterías</b>	<b>Modo EPO</b>
<b>LED</b>	<b>ESTADO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>ESTADO</b>	<b>ESTADO</b>
AC IN	ENCENDIDO	ENCENDIDO	APAGADO	APAGADO
INV	ENCENDIDO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
BYP	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	APAGADO
BATT	APAGADO	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO
FAULT	APAGADO	ENCENDIDO	APAGADO	APAGADO

**Tabla 4.11** Estado de los LED's

Cuando sucede un error de comunicación fatal con la interfaz de control todos los LED's estarán parpadeando rápidamente.

En la pantalla LCD los mensajes se despliegan en las diferentes líneas de la siguiente forma:

- En la línea 1, se despliegan los mensajes basados en el modo de operación mientras el equipo se arranca y mientras la pantalla es el monitor principal.
- En la línea 2, los mensajes de falla son automáticamente desplegados cuando una falla del sistema es detectada.
- La línea 3 muestra la información de la corriente de la carga y las instrucciones seleccionadas de usuario.
- La línea 4 refleja las condiciones de operación del UPS.

Los mensajes de advertencia también serán desplegados cuando ocurra una condición de operación anormal.

La descripción de las 12 teclas se presenta a continuación:

<b>MONI</b>	Se presiona para desplegar en la pantalla el monitoreo del sistema.
<b>BATT</b>	Se presiona para desplegar las condiciones de las baterías del UPS.
<b>F1</b>	Se presiona para cambiar los ajustes de varios menús.
<b>IN</b>	Se presiona para desplegar las condiciones de entrada del UPS
<b>OUT</b>	Se presiona para desplegar las condiciones de salida del UPS.
<b>BATT</b>	Se presiona para ejecutar una prueba en línea de las baterías.
<b>TEST</b>	
<b>BUZZ</b>	Se presiona para apagar la alarma del UPS.
<b>STOP</b>	
<b>MENU</b>	Se presiona para desplegar el menú principal para el usuario.
<b>ENTER</b>	Se presiona para confirmar el comando o acción que se selecciono.
<b>RESET</b>	Se presiona para limpiar la pantalla del UPS.

**Tabla 4.12** Descripción de las teclas

Las dos últimas teclas se utilizan para adelantar o regresar los datos que han sido desplegados o para adelantar o regresar los menús.

#### Procedimiento de encendido del UPS 1600:

- Se mueve el interruptor (MCCB) del circuito principal en la parte de atrás del UPS a la posición de “on”, el interruptor deberá permanecer normalmente en esa posición.
- Revisar que el LED “AC INPUT” en el panel frontal de control encienda verde.
- Todos los LED’s del panel frontal de control deberán encender por un momento cuando el interruptor de entrada es movido a “on”. Esto es normal, el UPS esta entregando energía por el modo de derivación.
- Presione la tecla “RUN” para que el UPS trabaje en el modo normal de operación a través del inversor.

Cuando el UPS trabaja por primera vez o después de una operación por falla de energía en la entrada, se deben cargar las baterías por lo menos 24 horas antes de conectar la carga. Usar el UPS sin haber recargado las baterías acorta el tiempo del modo de descarga por baterías y se podría perder información en caso de una falla de energía.

#### Procedimiento de apagado del UPS 1600:

- Para apagar el inversor se debe presionar la tecla de “STOP” aproximadamente 1 segundo hasta que el LED “ON LINE / FAULT” cambia de verde a apagado. El UPS esta ahora en el modo de derivación.
- Para apagar el UPS completamente se debe mover el interruptor de entrada en la parte de atrás a la posición de “OFF”.

#### Procedimiento de encendido del UPS 4200:

- Verificar que todos los interruptores de energía están en “off” y que la llave del interruptor “RUN / STOP” esté en la posición de stop.

- Cerrar el interruptor de energía a la entrada que el usuario instaló.
- Mover los interruptores MCCB del UPS a la posición de “ON”. El LED de “AC IN” debe iluminarse. La pantalla LCD deberá desplegar el siguiente mensaje:

- UPS START UP –  
- PLEASE WAIT –

- Con la llave del interruptor en la posición de STOP, tanto el LED “AC IN” y “BYP” estarán encendidos y la pantalla LCD desplegará el siguiente mensaje:

BYPASS OPERATION –  
OUTPUT VOLTAJE=207V  
CURRENT 100/80/90 %  
DATE (DAY) TIME

- El cargador del UPS está activado. Se debe mover la llave del interruptor “STOP / RUN” a la posición de RUN. El inversor empezará a trabajar y el UPS estará en el modo de operación normal. Tanto el LED “AC IN” y “INV” estarán encendidos. La pantalla LCD desplegará un mensaje como el que sigue:

- UPS ON-LINE -  
OUTPUT VOLTAJE=208V  
CURRENT 100/80/90 %  
DATE (DAY) TIME

#### Procedimiento de apagado del UPS 4200:

- Mover la llave del interruptor “STOP/RUN” a la posición de STOP. El inversor se detiene y la energía a la carga es entregada por el modo de derivación. El cargador permanece activo.

- Los LED's verdes "AC IN" y "BYP" permanecen encendidos y la pantalla LCD muestra el siguiente mensaje:

BYPASS OPERATION  
OUTPUT VOLTAJE=207V  
CURRENT 100/100/100 %  
DATE (DAY) TIME

- Mover los interruptores MCCB a la posición de "OFF". Todos los LED's están apagados y la pantalla desplegará el siguiente mensaje hasta que exista energía:

OUTPUT SHUT DOWN  
OUTPUT VOLTAJE=0V  
CURRENT=LOW/LOW/LOW%

Cuando se aprieta el EPO en el panel frontal de control, el interruptor MCCB es botado y la energía es suspendida del UPS a cualquier carga y todos los LED's estarán apagados y la pantalla LCD desplegará un mensaje igual al anterior.

# **CAPÍTULO 5**

## **SEGUIMIENTO DE FALLAS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**



## CAPÍTULO 5. SEGUIMIENTO DE FALLAS EN EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

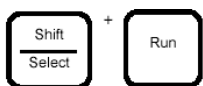
### 5.1 Determinación de los síntomas

A partir del conocimiento del equipo por reparar, tanto en su teoría de funcionamiento como en su operación, la búsqueda de fallas debe siempre empezar con un cuidadoso, crítico y exhaustivo análisis de los síntomas mostrados. El conocimiento del equipo, por la experiencia o el estudio, es fundamental para poder reconocer un funcionamiento anormal y estimar a que puede deberse. En este paso se emplean básicamente los poderes de observación y un mínimo de herramientas o equipos de prueba. Al finalizar, se tendrá la seguridad de la existencia de una falla y la idea aproximada de su posible situación, o en algunos casos, se habrá comprobado que la supuesta falla no existe.

En el caso de los UPS's empezamos por escuchar y observar las alarmas y advertencias que el propio sistema nos arroja a través de sus diferentes indicadores y funciones. Básicamente nos guiaremos por tres medios que el sistema posee para indicarnos que algo anda mal, estos son: alarmas sonoras, indicadores con LED's y mensajes de alerta en la pantalla LCD.

#### 5.1.1 Funciones de alarma sonoras

Las alarmas audibles sonarán cuando el UPS se encuentre en el modo de baterías de respaldo, tenga una falla, las baterías tengan voltaje bajo o se encuentre sobrecargado. Las siguientes tablas muestran el patrón de duración para cada situación. La alarma se puede silenciar al presionar las teclas



(ver figura 5.1) para el UPS serie 1600, y al presionar la tecla

“BUZZ STOP” (ver figura 5.2) para el UPS serie 4200 sobre los paneles frontales de control correspondientes a cada uno.

Condición	Patrón audible
UPS en modo de baterías de respaldo (voltaje baterías: 100%-90%)	
UPS con voltaje en baterías bajo (< 90%)	
Sobrecargado	
Falla	

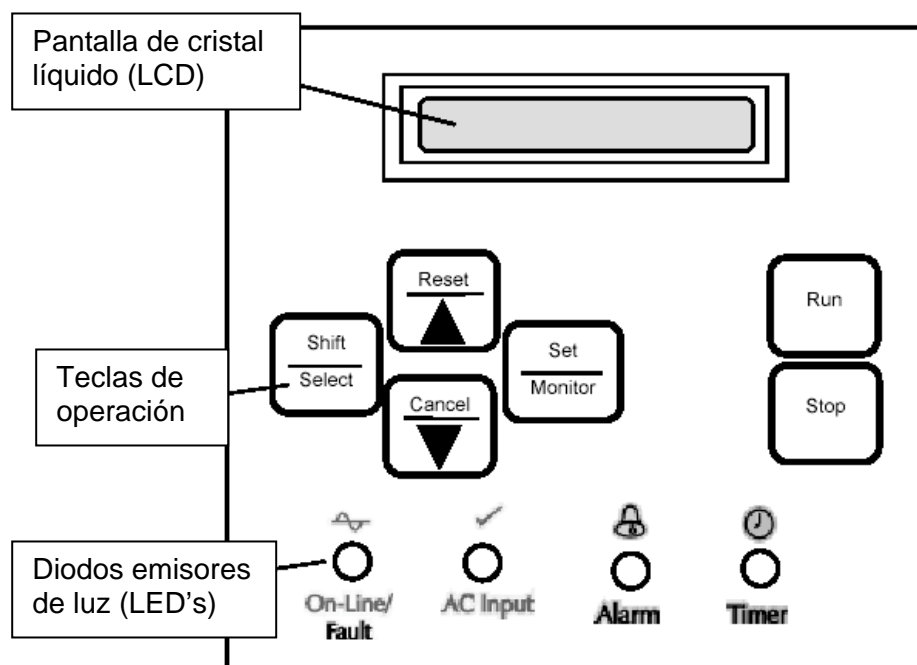
**Tabla 5.1** Patrones de duración de alarmas audibles (Serie 1600)

Condición	Patrón audible
UPS en modo de baterías de respaldo (voltaje baterías: 100%-92%)	
UPS con voltaje en baterías bajo (< 92%)	
Sobrecargado	
Falla	

**Tabla 5.2** Patrones de duración de alarmas audibles (Serie 4200)

### 5.1.2 Panel Frontal de Control

A continuación se muestran las figuras correspondientes a los paneles frontales de control para cada uno de los UPS's vistos en este trabajo. De ahora en adelante referirse a estas figuras para todos los procedimientos de operación que se lleven a cabo en estos paneles.



**Figura 5.1** Panel Frontal de Control (serie 1600)

La pantalla LCD es de 2 líneas por 16 caracteres de amplitud (para la serie 1600) y de 4 líneas por 20 caracteres de amplitud (serie 4200). Muestra información acerca de la operación del UPS. Debe ser utilizada en conjunto con los indicadores LED's y las alarmas audibles para el monitoreo total del sistema. La información se muestra sobre líneas específicas de la pantalla, la cual es determinada por las condiciones y el modo de operación del UPS.

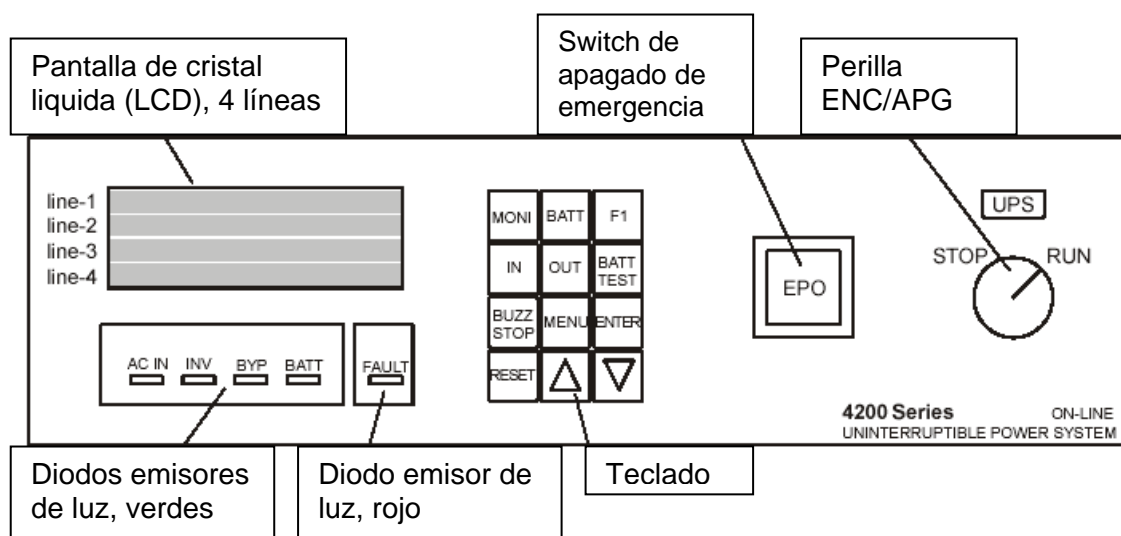






Figura 5.2 Panel Frontal de Control (serie 4200)

### 5.1.2.1 Indicadores de los Diodos Emisores de Luz (LED's)






La siguiente tabla muestra las condiciones en color para cada LED en apagado o encendido sobre el panel de control para el UPS serie 1600.

 <b>On-Line/ Fault</b>	Luz en verde Parpadeo en verde Luz en rojo LED apagado	Operación normal del UPS (Inversor) Salida del UPS en off Falla del UPS (sin salida) En operación de derivación (Inversor off)
 <b>AC Input</b>	Luz en verde Parpadeo en verde LED apagado	Voltaje CA de entrada del UPS normal Sobrevoltaje CA de entrada del UPS Bajo voltaje CA de entrada del UPS (falla de alimentación)
 <b>Alarm</b>	Luz en amarillo Parpadeo en amarillo LED apagado	Advertencia Advertencia UPS normal (inversor) en operación

	<p>Luz en verde Parpadeo en verde LED apagado</p>	<p>Programa o temporizador fijado Aviso de ejecución de operación reservada (5 min en adelante) Programa o temporizador no fijado</p>
---	---	---

**Tabla 5.3** Indicadores LED para la serie 1600

La siguiente lista describe las condiciones para cada LED del panel de control del UPS serie 4200.

	<p>Encendido cuando el UPS tiene alimentación de CA normal. Si existe una falla en la alimentación, el LED se encuentra apagado. Si no hay falla y existe un sobrevoltaje, el LED prende y apaga en forma rápida. Si no hay falla y existe un bajo voltaje, el LED se apagará.</p>
	<p>Encendido cuando el inversor del UPS esta operando</p>
	<p>Encendido cuando el UPS esta en el modo estático de derivación.</p>
	<p>Encendido cuando el UPS se encuentre en el modo de descarga de baterías. Si la batería esta baja durante el proceso de descarga, el LED prenderá y apagará lentamente. El LED se apagará si el voltaje en la batería alcanza el nivel de apagado durante el modo de descarga de baterías.</p>
	<p>Encendido cuando el UPS esta experimentando una falla</p>

La siguiente tabla muestra el estado del sistema UPS (serie 4200) que puede ser determinado al descifrar la condición de encendido y apagado (ON, OFF) de los LED's. Debe ser usada en conjunto con la pantalla LCD y las alarmas sonoras para el monitoreo total del sistema.

LED	Estado ON/OFF	LED	Estado ON/OFF
Operación normal del UPS (UPS en línea)		Apagado de la salida (después de activar el switch de apagado de salida EPO)	
AC IN	ON	AC IN	OFF
INV	ON	INV	OFF
BYP	OFF	BYP	OFF
BATT	OFF	BATT	OFF
FAULT	OFF	FAULT	OFF
Operación en derivación; Falla del UPS		Error de comunicación Fatal	
AC IN	ON	AC IN	Todos en ON o parpadeando rápidamente
INV	OFF	INV	
BYP	ON	BYP	
BATT	OFF	BATT	
FAULT	ON	FAULT	
Respaldo de baterías; (Voltaje en baterías bajo)			
AC IN	OFF		
INV	ON		
BYP	OFF		
BATT	ON (parpadeando)		
FAULT	OFF		

**Tabla 5.4** Condiciones de los LED's para los estados del UPS (serie 4200)

### 5.1.2.2 Mensajes de alerta

Como ya se mencionó la pantalla LCD para la serie 4200 está compuesta de 4 líneas por 20 caracteres de amplitud (ver figura 5.2), que usada en conjunto con los indicadores LED y las alarmas sonoras, proveen de un monitoreo total del sistema UPS. La pantalla muestra cierta información sólo en líneas específicas. Esta información es determinada por las condiciones y el modo de operación del UPS. A continuación se muestran estos mensajes correspondientes a cada una de las 4 líneas que conforman la LCD (para los equipos serie 4200) y que nos ayudarán a determinar si algo anda mal en el sistema o los síntomas de una posible falla.

a) Línea 1. Los mensajes en esta línea se basan en el modo de operación. La siguiente tabla muestra los mensajes disponibles.

Mensaje	Significado
-START-UP-	Aparece cuando el UPS se encuentra en la condición de arranque o la LCD se reinicia
-BYPASS OPERATION-	Aparece cuando el UPS esta en la operación de derivación
-UPS ON-LINE-	Aparece cuando el inversor esta trabajando y no hay anomalías
-BATTERY DISCHARGE-	Aparece durante utilidad anormal; el inversor se alimenta de las baterías
-OUTPUT SHUTDOWN-	Aparece durante una falla de alimentación si el V(min.) se alcanza, se activa la tecla de EPO, o después de completarse la secuencia de arranque (Start-up) del inversor y la derivación no está disponible
-BATTERY BACKUP-	Aparece durante falla de alimentación de entrada

**Tabla 5.5** Mensajes en Línea 1

b) Línea 2. Estos mensajes se despliegan de manera automática cuando se detecta una falla en el sistema.

Mensaje	Significado
DCOC	Sobre-corriente de CD
DCUB	Desbalanceo de CD
DCOV	Sobrevoltaje de CD
OH	Sobrecalentamiento (interno)
OL	Salida sobrecargada
VOUS	Inversor con Bajo-voltaje
VOOV	Inversor con sobrevoltaje

**Tabla 5.6** Mensajes en Línea 2

c) Línea 3. Los mensajes en esta línea muestran información de corriente de carga e instrucciones seleccionadas por el usuario.

d) Línea 4. Estos mensajes reflejan las condiciones de operación del sistema y aparecerán cuando ocurra una condición anormal de operación.

Mensaje	Significado
PHEI	Aparece cuando se invierte la fase de entrada en la dirección de las manecillas del reloj
I/O NOT SYNCHRONIZE	Aparece cuando las frecuencias de entrada y salida no están en sincronía. (Anormal)
*AUTOTRANSFER*	Aparece cuando la transferencia automática a derivación esta activa (esto es, limite de corriente alcanzado). (Anormal)
*LOW BATTERY*	Aparece cuando el voltaje en las baterías es bajo (anormal) o la prueba de autodiagnóstico de baterías fallo.
*UPS OL: REDUCE LOAD*	Aparece cuando el UPS es forzado debido a una condición de sobrecarga. (Anormal)
*DCOC*	Aparece cuando el UPS tiene una falla interna. (Anormal)
*DCOV*	Aparece cuando el UPS tiene un sobrevoltaje interno en el bus de CD. (Anormal)
*DCUB*	Aparece cuando el UPS tiene un desbalance interno en el bus de CD referido a neutro. (Anormal)
*OL*	Aparece cuando el UPS es forzado debido a una condición de sobrecarga. (Anormal)
*FUSE*	Aparece cuando un fusible interno de transistor se abre.
*INOV*	Aparece cuando hay un sobrevoltaje en la salida del inversor. (Anormal)
*INUV*	Aparece cuando hay un bajo-voltaje en la salida del inversor. (Anormal)
*BATT.OH*OR MCCB-B OPEN	Aparece cuando se activa el sensor opcional de sobre-temperatura en las baterías, o si la desconexión externa de las baterías se abre.
*MM/DD/YY (DAY) HH:MM*	Aparece cuando ninguna de las condiciones anormales vistas arriba se presentan. (Normal)
*TRANSFER INHIBITED*	Aparece cuando se cambia de posición la perilla de ENC/APG y la frecuencia no esta en sincronía. (Anormal)



*ENTER FOR DETAILS*	Aparece cuando hay una falla o varias fallas. (Anormal)
---------------------	---

**Tabla 5.7** Mensajes en Línea 4

## 5.2 Acorralamiento sistemático de la falla

Teniendo como información a que se debe la falla, el segundo paso consiste en irse adentrando paulatinamente en el equipo hasta llegar al punto exacto del problema, para este paso se requiere tener la literatura del servicio y el uso de equipos de prueba. En la primera aproximación, el equipo por reparar se analizará como un conjunto de varias unidades funcionales y habrá que determinar en cual de ellas reside la falla. Como siguiente punto, dentro de la unidad donde creemos que existe el problema, se deberá aislar el circuito defectuoso aplicando diversas técnicas y equipos de prueba. Por último, tendrá que localizarse el componente dañado y antes de proceder a la reparación, determinar si la falla del mismo no se debió al mal funcionamiento de algún otro.

### 5.2.1 Recomendaciones

- No es conveniente que trabajen más de 2 técnicos sobre un problema simultáneamente ya que eso implica confusión.
- Comente la naturaleza del problema con el propietario u operador del equipo; la información puede ser valiosa y ahorrarle tiempo.
- Reúna y estudie la mayor información posible.
- Utilice todos los sentidos para localizar la falla.
- Siempre corrija primero las fallas obvias.
- Proceda con precaución y esté seguro de no ignorar ningún síntoma del problema. Analice y subdivida el sistema.
- Nunca asuma algo sin fundamentos. Es un riesgo injustificado dar por hecho que una señal existe o que es correcta sin comprobarlo. Si el trabajo se lo pasaron inícielo a partir de cero.

- Después de varias horas sin ningún resultado, tómese un descanso.
- Recuerde que la eliminación de un paso básico puede ocasionar la pérdida de muchas horas valiosas.
- Llevar un registro de todo lo que se hace, anotar lecturas, dudas, conclusiones, etc.
- No pierda de vista la importancia de su desarrollo profesional. Trate de aprender lo más posible de cada trabajo siendo organizado; aproveche tanto los aciertos como los errores.

La siguiente tabla muestra funciones de protección incorporadas en el UPS en caso de falla para la serie 1600EP.

Protección	Sobre voltaje salida	Bajo voltaje salida	Sobre carga salida
Mensaje LCD	OUT-OV	OUT-UV	OVERLOAD
Causa	Mal funcionamiento control; error chip	Mal funcionamiento cable desconectado	Sobre carga; corto circuito en la carga
Modo de operación después de falla	Operación bypass; chopper e inversor están parados		Inversor OL: transferir a bypass; inversor parado Bypass OL: inversor, chopper y bypass parados
Alarma audible	Sí; continuo zumbido		
Alarma visible	Led rojo encendido de falla		Inversor OL: lámpara falla apagado Bypass OL: lámpara de falla encendida
Alarma contacto Relay	Relay defectuoso cerrado; relay bypass cerrado		Falla relay abierto; Inversor OL: Bypass relay cerrado Bypass OL: Relay bypass abierto
Auto re-transferencia	NO		Inversor OL: Si, si bypass esta bien Bypass OL: No

Protección	Sobre calentamiento interno	Circuito CD sobre voltaje	Circuito CD sobre corriente
Mensaje LCD	<b>OVERHEAT</b>	<b>DC-OV</b>	<b>DC-OC</b>
Causa	Falla de ventilador; temperatura ambiente alta	Mal funcionamiento del chopper	Inversor o chopper fallando
Modo de operación después de falla	Bypass operación; chopper e inversor están parados. Inversor OL: Transferir a bypass		
Alarma audible	Sí; continuo zumbido		
Alarma visible	LED rojo encendido de falla		
Alarma contacto Relay	Relay defectuoso cerrado; relay bypass cerrado		
Auto re-transferencia	NO		

Protección	Voltaje CD desbalanceado
Mensaje LCD	<b>DC UNBALANCE</b>
Causa	Falla de UPS; conexión de un rectificador de media onda carga
Modo de operación después de falla	Apagar; no salida
Alarma audible	Sí; continuo zumbido
Alarma visible	LED rojo encendido de falla
Alarma contacto Relay	Relay defectuoso cerrado
Auto re-transferencia	NO

**Tabla 5.8** Funciones de protección del sistema

Protección	Inversor sobre voltaje (IVOV)	Inversor bajo voltaje (IVUV)	Sobre carga UPS
Mensaje LCD	<b>INVERTIR OVERVOLTAGE</b>	<b>INVERTER UNDERVOLTAGE</b>	<b>OUTPUT OVERLOAD</b>
Causa	Mal funcionamiento control; error Feedback		Sobre carga; corto circuito en la carga
Modo de operación después de falla	Operación bypass; chopper e inversor están parados		Inversor Overload: transferir a bypass; inversor parado Bypass OverLoad: inversor, chopper y bypass parados
Alarma audible	Sí		
Alarma visible	LED rojo prendido		Inversor OL: lámpara falla apagado Bypass OL: lámpara de falla encendida
Alarma contacto Relay	Relay defectuoso cerrado; relay bypass cerrado		Inversor OL: Bypass relay cerrado Bypass OL: Relay bypass abierto y Relay falla cerrado
auto re-transferencia	NO		Inversor OL: Si, si bypass esta bien Bypass OL: No

Protección	Voltaje de batería baja (nivel 1)	Voltaje de batería baja (nivel 2)	Límite de corriente de salida Inversor
mensaje LCD	Línea 4 se leera "Low battery" (batería baja)	DC UNDERVOLTAGE (bajo voltaje CD)	OUTPUT OVERLOAD (Salida sobrecargada)
Causa	Descarga de batería	Batería apagada nivel alcanzado	Carga irrupción de corriente
Modo de operación después de falla	Descarga de batería	Apagado; no salida	Si bypass esta bien Bypass: Transferir a bypass; si no modo limite-corriente
Alarma audible	SI		
Alarma visible	Parpadea lámpara batería	NO	NO
Alarma contacto Relay	Batería baja relay cerrado	Relay bypass cerrado	
auto re-transferencia	NO		Sí, si bypass está bien

**Tabla 5.9** Para modelos de 15, 25, 38.5 y 50 kVA UPS serie 4200PS

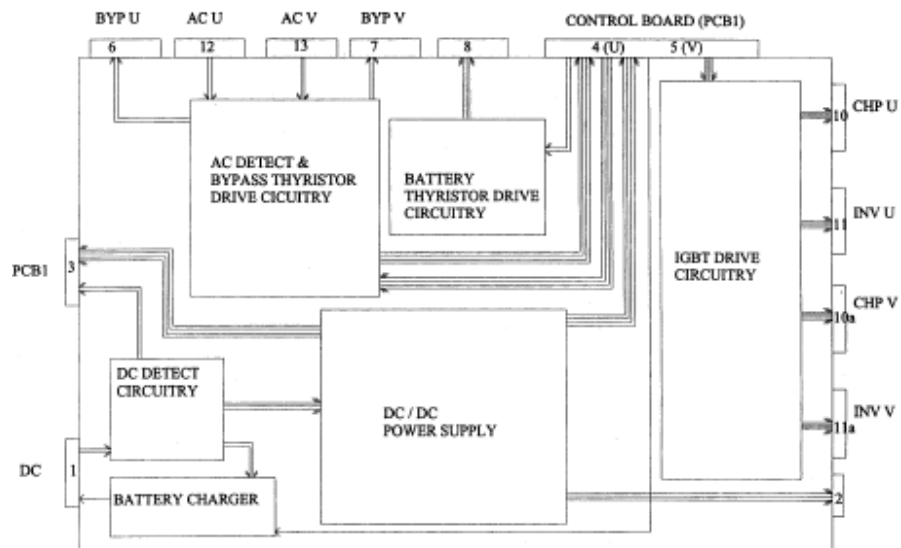
### 5.3 Reparación de la falla

Con la falla localizada a nivel de componentes solo falta reemplazar los elementos dañados para poner en marcha el equipo. Los equipos en general se diseñan con la idea de que nunca requieran servicio y en la gran cantidad de casos utilizan componentes difíciles de identificar y conseguir.

Básicamente para el panel manejador de compuerta, el diagrama de bloques esta formado por los siguientes módulos:

1. Detector de corriente alterna (CA) y circuito manejador tiristor de derivación
2. Circuito manejador tiristor de batería
3. Circuito manejador IGBT
4. Energía suministrada corriente directa(CD)/corriente directa (CD)
5. Circuito detector de corriente directa (CD)
6. Cargador de batería

Teniendo sus respectivas entradas y salidas: Chopper U y V, Inversor U y V, Panel de control PCB1, Derivación U y V, Corriente alterna (CA) U y V, Corriente directa (CD).

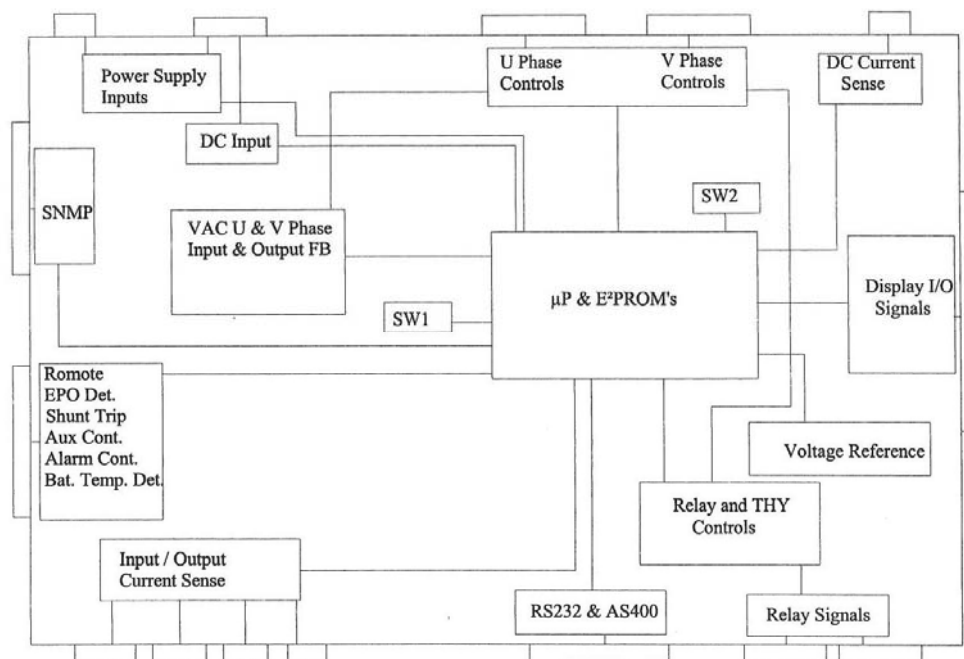


**Figura 5.3** Diagrama de bloques de la tarjeta de manejo de compuerta

Los módulos que forman el panel de control son:

1. Entrada de suministro de energía
2. SNMP
3. VAC U y V fase entrada y salida FB
4. Control de fase U
5. Control de fase V
6. Sensor de corriente directa (CD)
7. SW1 y SW2
8. Display de señales de entrada/salida
9. Referencia de voltaje
10. Microprocesadores y EEPROM's
11. Control de relays y tiristores
12. Señales relays
13. Sensor de corriente de entrada y salida
14. Interfaz RS232 y AS400

15. Remoto EPO det. Desvoi de flujo aux cont. Alarma cont. Temperatura batería det.



**Figura 5.4** Diagrama de bloques de la tarjeta de control

#### 5.4 Verificación de la reparación

El haber localizado el problema y haber reemplazado las partes defectuosas no concluye el trabajo. Aún debe realizarse una revisión operativa para verificar que no existan más fallas y que el funcionamiento es normal nuevamente. Nunca se debe asumir que por haber localizado y sustituido un componente defectuoso el equipo funcionará bien automáticamente, esto se deberá comprobar. Se llevarán a cabo las pruebas recomendadas, o se solicitará ayuda del operador del equipo y realizarán los ajustes necesarios. Se realizaran los siguientes pasos:

1. Comprobación de la estabilidad y estado de carga de la batería, incluyendo una prueba funcional mediante corte del suministro eléctrico (previo aviso a los usuarios de equipos de cómputo para el cierre de aplicaciones). El

tiempo típico de garantía de suministro suele estar sobre los 15 minutos. En su caso, comprobación de cada una de los elementos de las baterías.

2. Inspección visual externa, comprobación de todas las conexiones (internas y externas), alimentación del UPS analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, sobrecalentamientos, desconexiones, etc. Utilizar si fuera necesario un limpiador de contactos, tipo CRC o similar para garantizar la correcta conexión de equipos de cómputo, impresoras, monitores, etc.
3. Revisión y análisis de todos los indicadores del UPS, tanto visuales como audibles.
4. Comprobación-calibración de valores eléctricos, si fuera necesario mediante equipos de medida externa (tester, multímetro, osciloscopio, etc.).
5. Limpieza de la parte de control y electrónica, mediante soplado delicado con aire comprimido.
6. En su caso, actualizaciones del software de control, drivers, etc. Comprobación del software de control remoto del UPS, en caso de existir.
7. Comprobación de la ubicación y ambiente de trabajo de los equipos, temperatura, humedad, etc.
8. Creación y actualización de una ficha de mantenimiento del equipo, situada en el mismo equipo UPS, que permita conocer el estado de revisión, incidencias, etc., de forma inmediata.

Si el resultado es satisfactorio, haga un registro breve del caso para futura referencia; en caso contrario, continúe la reparación regresando paso por paso, si los síntomas no han variado mucho, o desde el inicio si los síntomas son diferentes.

Como es conocido, al primero y último de los pasos mencionados aquí es a los que menos tiempo se le dedica, costumbre que puede catalogarse como un ahorro mal entendido. Un buen estudio y análisis previo reducirán notablemente el tiempo de reparación, pero el problema está en que a veces el estudio es deficiente o sus

resultados no se aprecian a muy corto plazo. Por otra parte, la falta de verificación del trabajo realizado es causa típica de reclamaciones posteriores, lo que lleva a una seria pérdida de prestigio a nivel individual o de la compañía; con todas sus consecuencias económicas.



# **CAPÍTULO 6**

## **ANÁLISIS DE LOS SÍNTOMAS**

## **CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE LOS SÍNTOMAS**

En el primer paso del mantenimiento, la capacidad de análisis es la herramienta fundamental para determinar la naturaleza de un mal funcionamiento. En los pasos iniciales del mantenimiento, es importante saber balancear la teoría y la práctica, conocer la operación del UPS y tomar notas durante el proceso, con el objetivo de facilitar y hacer más efectiva la toma de decisiones.

### **6.1 Importancia del primer paso del mantenimiento correctivo**

Aunque existe una gran variedad de marcas y modelos de UPS's, el procedimiento preliminar de búsqueda de fallas es siempre el mismo: una vez que aparece la falla, los síntomas deben ser analizados como punto de partida.

En la investigación inicial se debe de averiguar tanto como sea posible sobre la naturaleza del mal funcionamiento del equipo, antes de considerar utilizar alguna herramienta para tratar de repararlo. Otro punto a considerar es consultar al personal que opera o tiene a su cargo el UPS, el cual pudo haber notado cierto comportamiento anormal del equipo antes de que se declarara la falla. Además, la misma falla u otra relacionada a ella pudieron haber ocurrido con anterioridad y posiblemente se tenga algún registro de cómo fueron remediadas.

El pasar por alto la importancia de este primer paso del mantenimiento y enfocarse sobre el equipo tomando lecturas de voltajes, formas de onda u otras variables puede ocasionar la pérdida de tiempo y de recursos.

#### **6.1.1 Importancia de las especificaciones**

Puesto que un UPS es la solución más universal para acondicionar energía y además es la más compleja, sus especificaciones son las que deben considerarse en primer término. A fin de definir un sistema UPS de la marca Toshiba, con el

propósito de compra, instalación y mantenimiento, se deben determinar varios factores. Los factores eléctricos más significativos involucran el estado o condición de la energía de entrada y de salida (voltaje, fases y frecuencia), el tiempo de protección de la batería y su capacidad en unidades kVA. El lugar donde se va a ubicar físicamente y el medio ambiente también son factores importantes que se deben tomar en cuenta. Factores que se presenten fuera de sus especificaciones deben considerarse como síntomas de falla.

### **6.1.2 Introducción a la teoría de operación del UPS Toshiba**

Una fuente de fuerza ininterrumpible es un sistema que está instalado entre la energía comercial y el equipo de carga. El UPS provee potencia de salida de CA uniforme durante los cortes de la energía comercial de corto tiempo. Esta potencia es provista durante un lapso de tiempo suficiente a fin de que la carga pueda ser mantenida de manera organizada. Esto previene la pérdida de datos y posibles daños al software y al hardware en alguna aplicación del UPS.

Durante la operación normal, el UPS utiliza potencia comercial de corriente alterna. Además, el UPS toma todos los picos de voltaje y transitorios causados por conmutación y fallas, y todo el ruido común y normal asociado con la potencia comercial de CA. El UPS acondiciona esta energía de entrada convirtiéndola en energía de corriente directa constante. De esta potencia, el UPS recarga sus baterías y genera una forma de onda de salida de CA de muy alta calidad. El resultado de este proceso es un máximo acondicionamiento y regulación de potencia.

Si la potencia de CA suministrada al UPS cae por debajo de un nivel de voltaje especificado, las baterías de la unidad comienzan automáticamente a suplir potencia en lugar de recibirla. Esto asegura que las cargas conectadas al UPS continúan recibiendo potencia sin interrupción. Cuando la potencia de CA de entrada vuelve a estar disponible, la operación retorna a un modo normal. Las

baterías de la unidad comienzan su proceso de recarga a fin de que estén listas para la siguiente interrupción de corriente.

## 6.2 Requisitos para un buen análisis

Para analizar un síntoma de falla primero debe de entenderse el mismo. Se debe reconocer el comportamiento normal o la ausencia de funcionamiento correcto del UPS. Se debe conocer con anticipación la función, las características técnicas y de operación del UPS en condiciones normales. En caso de no tener este conocimiento se debe de consultar los manuales de operación *1600EP Series* (UPS de una Fase) y *4200 Plus Series* (UPS trifásico) de Toshiba.

El **reconocimiento de síntomas** es el arte de identificar los signos de operación normal y anormal. Al no funcionar correctamente un equipo mostrará ciertas señales de mal comportamiento, o al funcionar bien, de buen comportamiento; hay que ser capaz de distinguir entre ambas, sabiendo qué es lo que se espera de él.

A menos que el equipo le resulte muy conocido, lea el manual de operación y verifique el síntoma mediante un procedimiento operativo correcto; en ciertas ocasiones, en especial con los equipos de nuevo diseño, se puede determinar que la falla reportada no existe como tal y que sólo se trató de un error de operación.

La **evaluación de síntomas** es el proceso de encontrar una descripción más detallada de los mismos. Su propósito es el de ayudar a entender completamente cuáles son y qué indican realmente, para ganar mayor visión sobre el problema. El mero reconocimiento de un síntoma no proporciona suficiente información para decidir acerca de la causa o las probables causas del problema. Se debe tener presente que diferentes fallas pueden producir síntomas similares.

Un método de análisis consiste en observar el síntoma y formular preguntas al respecto; para responder tales preguntas se requiere de cierto conocimiento del

equipo y sus controles. Es por ello que el ingeniero de servicio o personal de mantenimiento debe saber cómo funciona normalmente el equipo y como se debe manejar, teniendo que estudiar toda la información disponible antes de iniciar las pruebas. El estudio previo y los comentarios del personal operativo del UPS pueden ahorrar también mucho tiempo y recursos en los casos donde la falla se debe a instalaciones deficientes o condiciones de trabajo inadecuados. Hay que tomar en cuenta que en los talleres de servicio por lo general se trabaja en condiciones óptimas y el UPS puede responder correctamente al ser probado y no refleja un comportamiento anormal como sucedería en la práctica.

Es importante considerar que para un trabajo eficiente y efectivo, tanto en ésta primera etapa como en las siguientes, se requiere de los manuales de operación y servicio del equipo. Sólo una gran experiencia y familiaridad con el equipo pueden suplir parcialmente este requisito.

### **6.2.1 Pantallas, alarmas y equipo de diagnóstico**

Las pantallas, las alarmas y en general el equipo de diagnóstico, son generalmente provistos en proporción al costo y complejidad del UPS. Este equipo está usualmente asignado a reguladores de voltaje de línea y conjuntos motor-generador, interruptores de transferencia estática y particularmente a sistemas UPS. Desafortunadamente se da mayor énfasis sobre éste equipo auxiliar que al propio UPS, especialmente por usuarios con poca experiencia debido a que éste equipo de diagnóstico es más visible que los demás componentes.

El equipo de diagnóstico es variado y puede estar dispuesto local o remotamente, en sitio o fuera de sitio.

Los elementos de diagnóstico, como el concepto lo indica, ayudan a emitir un diagnóstico de la condición del sistema y la historia de los eventos que conllevaron a una condición de falla.

### 6.2.2 Signos de operación anormal del UPS

Las funciones del UPS y del motor-generador (cuando se cuenta con éste sistema) son generalmente automáticas; sin embargo, se debe establecer un plan de acción por escrito para ser puesto en marcha en caso de mal funcionamiento del equipo o pérdida de potencia útil nominal. El personal responsable de esta actividad debe ser capacitado a fin de que pueda actuar adecuadamente y con un mínimo esfuerzo. Es recomendable enlistar advertencias e instrucciones claras y simples cerca de los puntos de acción, tales como, el panel de alarma remoto, el panel de distribución de potencia e interruptor de derivación de mantenimiento manual del UPS. A continuación se enumeran situaciones típicas para las cuales deben aplicarse planes de acción:

- El UPS está operando en batería. (Usualmente ésta es una falla de potencia pero también puede ser una falla del cargador de la batería).
- La batería del UPS está a punto de descargarse. (Este puede ser el resultado de un prolongado tiempo de ausencia de potencia en el cual ningún motor-generador está involucrado o el motor-generador falló para retomar la carga. Esto podría exigir la liberación de cargas críticas para aumentar el tiempo de protección o podría exigir la iniciación de una secuencia de paro).
- Mal funcionamiento del UPS (Esto usualmente resulta en derivación automático y demanda un diagnóstico y reparación rápidos).
- Pérdida de una parte de la carga crítica (Esto podría significar la apertura de un circuito de rama de carga crítica debido al mal funcionamiento del equipo crítico o a una pobre calidad de potencia del UPS, lo cual demanda análisis).
- Pérdida total de la carga crítica (Éste es el resultado de una falla completa del UPS, la cual exige una derivación manual o una falla de potencia extendida sin motor-generador de respaldo, lo cual agota la batería).

- Pérdida momentánea de carga crítica (Esto podría ser el resultado de un inicio de una carga crítica opresiva o de operación anormal del UPS, lo cual exige análisis).

Se recomienda contar con la capacitación operacional provista por el fabricante del UPS, particularmente si dichos fabricantes proveen el servicio inicial.

### **6.3 La teoría y la práctica**

Existen dos aproximaciones al análisis de fallas que casi siempre llevan al fracaso: la práctica y la teoría en exceso.

La aproximación práctica extremosa viene del pasado, donde había quienes primero reemplazaban bulbo por bulbo hasta eliminar la falla. Si no resultaba, reemplazaban los capacitores de filtrado. Si el problema persistía, lo catalogaban como “caso rudo” y lo almacenaban hasta tener tiempo para reemplazar todas y cada una de las partes sobrantes, si era necesario.

La misma aproximación mencionada se mantiene en complejos de estado sólido donde los componentes van montados sobre bases o constan de módulos enchufables. Las partes o módulos removibles son reemplazados uno a la vez hasta solucionar el problema; de hecho, algunos manuales técnicos recomiendan tal procedimiento. Si los módulos enchufables vienen sellados y deben ser reemplazados como unidad, esta aproximación tiene cierta validez, pero aun bajo estas condiciones una aproximación de este tipo sin algún análisis previo es una pérdida de tiempo.

Si se puede analizar el problema basado en el conocimiento de cómo funciona el equipo, con una prueba completa de secuencia de operación, se podrá con facilidad identificar el módulo donde reside la falla.

En el caso opuesto, la teoría en extremo está representada por quienes sienten que todo el trabajo puede ser hecho “en el papel”. Un ejemplo de estos son los ingenieros que insisten que la única información necesaria en un manual técnico es un juego completo de ecuaciones lógicas, considerando que el conocimiento de la lógica permite resolver cualquier problema. Aunque la teoría básica de los elementos que conforman un equipo describe las acciones y efectos de los mismos en sus diferentes arreglos, tal conocimiento no es suficiente, ya que hay que saberlo aplicar en forma práctica. La literatura de servicio está escrita para ayudarlo a aplicar tales conocimientos teóricos a un equipo específico.

Para realizar un buen trabajo la teoría y la experiencia práctica deben combinarse efectivamente, cualquiera de ellas en forma aislada es prácticamente inútil. Por ejemplo, aunque se comparen las formas de onda obtenidas contra las mostradas en el manual, la pura práctica no permitirá identificar por que difieren; en caso contrario, si no se tiene práctica y no se sabe utilizar los equipos de prueba, jamás se obtendrá las formas de onda para comparar.

#### **6.4 La operación del equipo**

Como se ha mencionado, el ingeniero de servicio o personal de mantenimiento debe saber operar el equipo que piensa reparar. El primer paso para la reparación de un equipo en su secuencia normal consiste en identificar los controles operativos, diferenciándolos de los de ajuste.

En equipos simples su diferencia es obvia, pero en otros más complejos puede no serlo y habrá que consultar los manuales técnicos. Además en ciertos casos los controles operativos y los de ajuste se traslapan.

Los controles operativos son todos aquellos de fácil acceso al operador y que permiten producir cambios en las condiciones internas sin necesidad de abrir el



equipo. Al manipularlos se verán o escucharán cambios en los indicadores o dispositivos de salida.

Por otro lado, los controles de ajuste son internos y no fácilmente accesibles, no teniendo efecto directo sobre la secuencia operativa.

Ambos controles tienen gran significado en la búsqueda de fallas. Se requiere identificarlos y operarlos adecuadamente para revisar el equipo antes y después de la reparación. Además habrá que posicionar dichos controles de cierta forma para el seguimiento de ondas y revisión de voltajes o resistencias.

En ciertos casos, posiciones inadecuadas de estos controles pueden sugerir fallas o mal comportamiento del equipo, o incluso, pueden llegar a provocar fallas definitivas. Es muy importante que los controles operativos se ajusten de modo que no excedan los límites de ciertas áreas especificadas, especialmente en la investigación de los síntomas; su uso inadecuado puede ocasionar aún más daño al ya equipo en problemas.

De nuevo, refiérase a los manuales cuando los equipos no sean muy familiares, con atención especial a las “precauciones al operar”, ya que pueden existir otras aclaraciones. En los equipos delicados también hay que tener muy en cuenta los “cuidados para el transporte”.

Una vez identificados los controles (operación y ajuste) el siguiente paso es el de colocarlos en su posición normal y segura de acuerdo a las condiciones de trabajo requeridas. No se debe realizar ajustes apresuradamente sin conocer por anticipado los cambios que pueden provocar sobre el funcionamiento del equipo. También es muy importante saberlos operar en la secuencia adecuada.

Con las aclaraciones hechas, se puede proceder a operar el equipo e ir haciendo anotaciones sobre el comportamiento, hasta que se considere haber reunido

suficiente información para la toma de decisiones en la búsqueda de la falla o hasta donde ésta lo permita, En caso de fallas intermitentes, quizá se necesite aplicar técnicas de agravación que se verán posteriormente.

Todo lo dicho hasta el momento sobre la operación, presupone que se trata de equipos completos y que se cuenta con las instalaciones adecuadas para la entrada y salida de dispositivos para hacer pruebas completas, lo que puede ser simple con equipos pequeños. Pero ¿qué hacer con equipos más grandes o sofisticados? ¿Y cuándo se reciben a servicio tarjetas, equipos incompletos o que le faltan accesorios?

La respuesta, más no la solución, es muy sencilla; hay que estar bien equipados para el tipo de trabajo que piensa efectuarse. Se requerirán estándares y patrones certificados para calibración, planta de emergencia, generadores especiales para simular las entradas típicas e instrumentos de medición para observar las salidas. Además, la información de operación y manuales de servicio se volverán imprescindibles. En el caso de equipos incompletos se procurará conseguir las partes faltantes a través del mismo cliente o comprarlos con el distribuidor autorizado, aclarando que de otra forma no podrá realizarse el servicio.

En cuanto a tarjetas o módulos sueltos, deberá conseguirse la autorización para probarlos dentro del sistema completo, tanto para identificar la falla como para verificar la reparación. En estos dos últimos casos la única alternativa consiste en el poco recomendado método de ir reemplazando pieza por pieza hasta corregir la falla, y esto si se cuenta con suficiente información y conocimientos para la sustitución de componentes y si se pueden conseguir localmente.

En los equipos Toshiba 1600 y 4200 existen 4 modos de trabajo que ya fueron vistos en la sección 4.5 que son:

### 1. Modo normal de operación

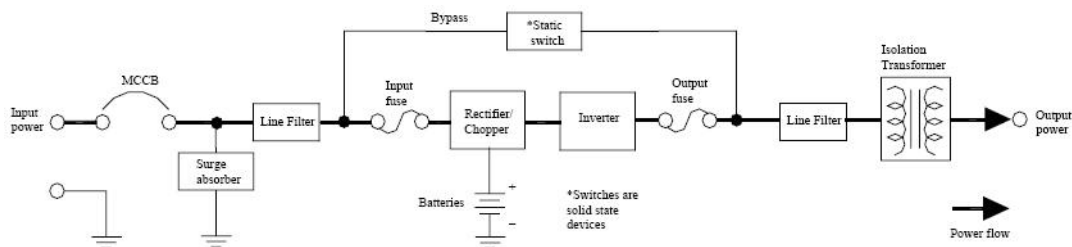


Figura 6.1 Modo normal de operación

### 2. Modo de derivación o bypass

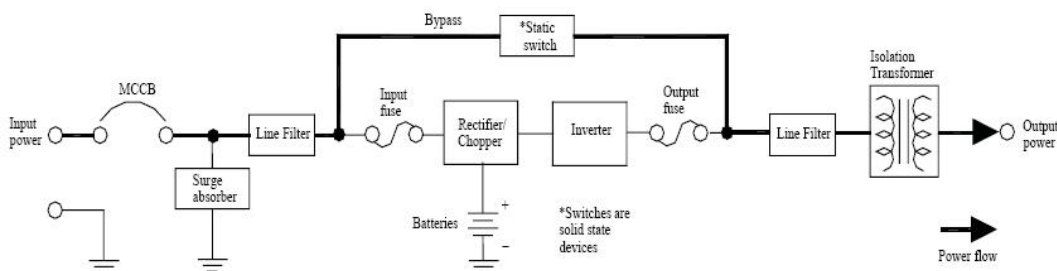


Figura 6.2 Modo de derivación o bypass

### 3. Modo de respaldo de baterías

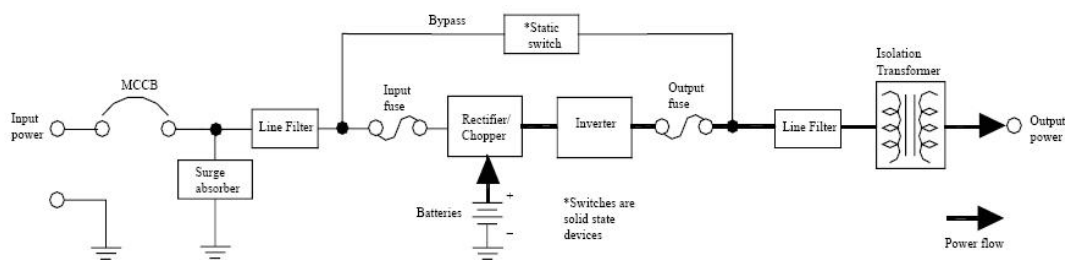
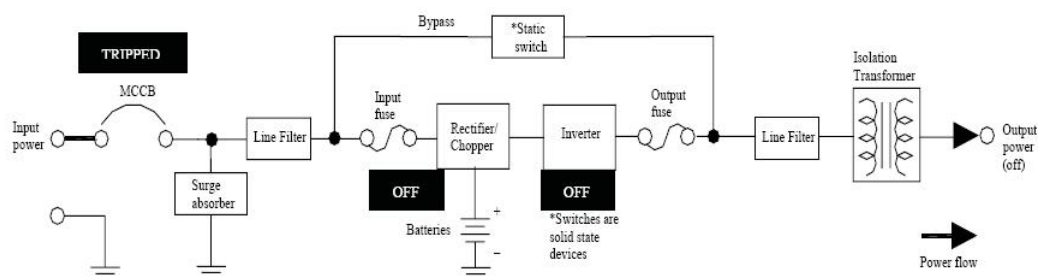


Figura 6.3 Modo de respaldo de baterías

#### 4. Modo de apagado de emergencia



**Figura 6.4** Modo de apagado de emergencia

El monitoreo y control de estos cuatro modos se hace con el panel frontal de control de cada equipo, teclado, pantalla LCD y alarmas, o por una computadora remota utilizando el software especial con una interfaz de comunicación serial RS-232C. Los parámetros de control son: voltaje de entrada, voltaje de salida, corriente de salida, voltaje de baterías, frecuencia de entrada, frecuencia de salida y temperatura interna. Con estos parámetros vamos a saber el estado que guarda el UPS como: Energía en utilidad, bajo voltaje de batería, frecuencia sincronizada a la entrada con la salida, “falla” en el UPS y el modo en el que está trabajando el equipo. Ver tabla 6.1 para los equipos 1600 y tabla 6.2 para los equipos 4200.

 <b>On-Line/ Fault</b>	Luz en verde Parpadeo en verde Luz en rojo LED apagado	Operación normal del UPS (Inversor) Salida del UPS en off Falla del UPS (sin salida) En operación de derivación (Inversor off)
 <b>AC Input</b>	Luz en verde Parpadeo en verde LED apagado	Voltaje AC de entrada del UPS normal Sobre-voltaje AC de entrada del UPS Bajo-voltaje AC de entrada del UPS (falla de alimentación)
 <b>Alarm</b>	Luz en amarillo Parpadeo en amarillo LED apagado	Advertencia Advertencia UPS normal (inversor) en operación
 <b>Timer</b>	Luz en verde Parpadeo en verde LED apagado	Programa o temporizador fijado Aviso de ejecución de operación reservada (5 min en adelante) Programa o temporizador no fijado

**Tabla 6.1** Indicadores de estado y modo de operación del UPS (serie 1600)

También vamos a saber detalles de la “falla” como: sobre-corriente en la línea de CD, sobrevoltaje en la línea de CD, bajo-voltaje en la línea de CD, sobre-corriente en la entrada, sobre-calentamiento, medición del tiempo de sobrecarga cuando el tiempo de sobrecarga se ha excedido, sobrevoltaje a la salida (durante el modo normal) y bajo-voltaje a la salida (durante el modo normal).

Todas las variables que pueden ser ajustadas se harán desde la pantalla LCD usando las teclas de presión, como son: la hora, la fecha, velocidad de transmisión de datos, auto-prueba de baterías, ventanas de tolerancia de voltaje de salida y frecuencia, volumen de la alarma, duración de los datos en la pantalla, la auto-transferencia, inicio con prueba de baterías, auto-prueba de las baterías cada determinado tiempo y tipo de comunicación (RS232C o “SNMP”).

LED	Estado ON/OFF	LED	Estado ON/OFF
Operación normal del UPS (UPS en línea)		Apagado de la salida (después de activar el switch de apagado de salida EPO)	
AC IN	ON	AC IN	OFF
INV	ON	INV	OFF
BYP	OFF	BYP	OFF
BATT	OFF	BATT	OFF
FAULT	OFF	FAULT	OFF
Operación en derivación; Falla del UPS		Error de comunicación Fatal	
AC IN	ON	AC IN	Todos en ON o parpadeando rápidamente
INV	OFF	INV	
BYP	ON	BYP	
BATT	OFF	BATT	
FAULT	ON	FAULT	
Respaldo de baterías; (Voltaje en baterías bajo)			
AC IN	OFF		
INV	ON		
BYP	OFF		
BATT	ON (parpadeando)		
FAULT	OFF		

**Tabla 6.2** Indicadores de estado y modo de operación del UPS (serie 4200)

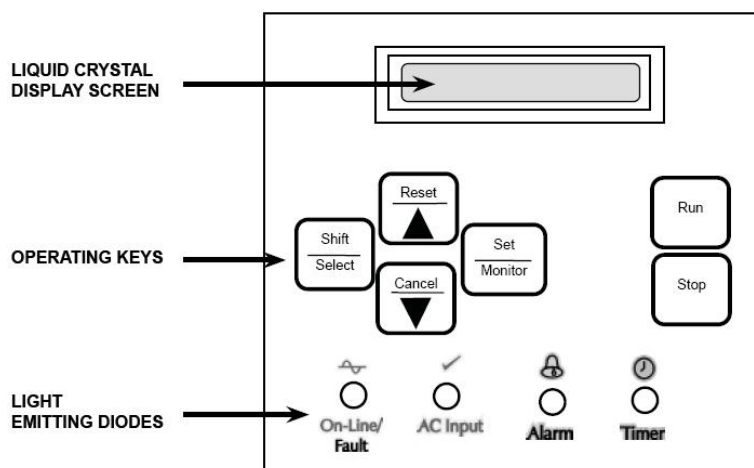
## 6.5 Evaluación de los síntomas

Para una completa evaluación de los síntomas todas las indicaciones se tienen que relacionar entre sí, siendo conveniente llevar un registro de todos los datos. Sólo teniendo a la mano toda la información obtenida podrán interrelacionarse efectivamente los síntomas.

La información registrada le permitirá sentarse y reflexionar antes de dar una conclusión prematura. También le permitirá hacer comparaciones con la información de servicio en forma detallada, con la ventaja adicional de permitirle reproducir las pruebas iniciales con la verificación final.

Una última sugerencia en el análisis de los síntomas es la siguiente: No comience a trabajar en el equipo hasta haber evaluado todos los síntomas. Evite un servicio en frío, ya que usualmente esto sólo lleva a un desperdicio de tiempo.

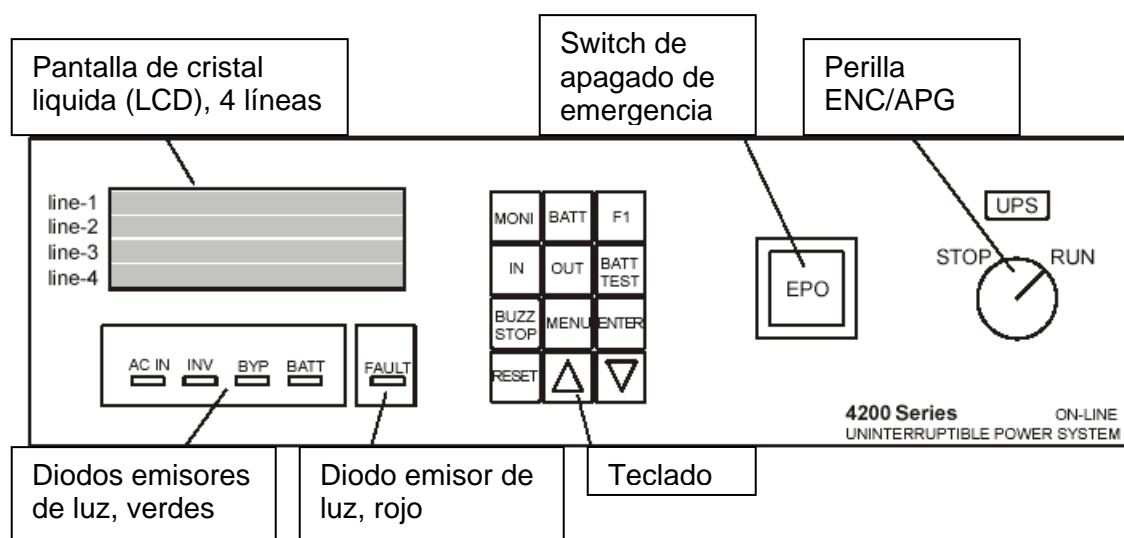
En los equipos Toshiba 1600 hay que distinguir los mensajes de advertencia de los mensajes de falla, en los mensajes de advertencia una condición anormal está ocurriendo y le va ocasionar un problema al UPS pero aun continúa trabajando por inversor, se debe revisar el LED de alarma (figura 6.5) y el mensaje en la pantalla LCD.



**Figura 6.5** Panel Frontal de Control (Serie 1600)

En los mensajes de falla se enciende el LED de falla y la pantalla presenta un mensaje indicando el problema que lo ocasionó, si el voltaje de entrada es normal el UPS estará trabajando en el modo de derivación (bypass) para continuar alimentando la carga. Si el voltaje de entrada es anormal entonces el modo de derivación se apagará para evitar un daño a la carga y tendrá que revisarse el equipo.

En los equipos 4200 los mensajes de advertencia se podrán revisar en la pantalla LCD en la línea 4 ver figura 6.6 y tendrá que corregirse la condición anormal para que el UPS continúe trabajando en el modo normal. Los mensajes de falla serán desplegados en la línea 2 y el equipo estará trabajando por el modo de derivación y el LED de FAULT estará encendido, si el voltaje de entrada es normal, de lo contrario se apagará por protección a la carga y tendrá que revisarse el UPS internamente.



**Figura 6.6** Panel Frontal de Control (Serie 4200)

Esta revisión se tendrá que hacer con el equipo en el modo de derivación y quitando todas las tapas con mucho cuidado. De acuerdo a la falla desplegada se podrá hacer una revisión del funcionamiento de los ventiladores, voltajes de entrada y frecuencia, voltaje de las baterías, fusibles y resistencias de potencia; todo esto para tener una mejor evaluación de los síntomas y pasar al siguiente paso del mantenimiento correctivo que son las expectativas.

# **CAPÍTULO 7**

## **LOCALIZACIÓN DE LA FALLA**



## CAPÍTULO 7. LOCALIZACIÓN DE LA FALLA

### 7.1 Las expectativas

La efectividad en el mantenimiento está en función de la capacidad que se tenga para verificar las expectativas sobre el desempeño de los circuitos y componentes que integran estos equipos.

Las principales fuentes de expectativas son los mismos diagramas de los equipos y la experiencia propia. Adicionalmente a los diagramas electrónicos, también se especifican las formas de onda y las lecturas de voltaje esperadas en los puntos específicos de los circuitos o componentes, también podemos guiarnos por los diagramas de bloques, descripción de los circuitos, los procedimientos de búsqueda de fallas y tablas de medición de resistencias.

Para localizar la falla se deberá ir comparando el comportamiento de los circuitos o componentes contra las expectativas formuladas, uno a uno, hasta toparse con alguno que no concuerde. Al llegar a este punto solo existirán tres posibilidades:

1. Que el circuito este funcionando mal,
2. Que las expectativas no hayan sido las correctas, o
3. Que se cometió algún error en las mediciones.

En el primer caso el área del problema se habrá reducido. En el segundo, habremos aprendido algo sobre el comportamiento de los circuitos que serán de utilidad más adelante. En el tercer caso, se habrá aprendido algo nuevo sobre técnicas de medición o nos daremos cuenta de algo que estaba mal. Cualquiera de los casos puede beneficiarnos, siempre y cuando nos detengamos a analizar las circunstancias.

Para este último caso, la tentación es sumamente fuerte si no estamos completamente seguros de haber realizado las lecturas correctamente y seguir adelante con otra medición igualmente infructuosa en la siguiente etapa. Para evitar procedimientos sin objeto conviene anotar las expectativas antes de realizar una medición.

Si no tenemos una expectativa firme de lo que debemos observar, realmente no tiene caso tomar una lectura. De cualquier modo seremos incapaces de interpretar lo que nos indiquen los instrumentos y solo estaremos perdiendo el tiempo. Cuando no podamos formular una expectativa, conviene consultar el manual correspondiente que nos permita entender el circuito en cuestión antes de proseguir.

Hay que insistir que en cuanto encontremos una discrepancia entre las expectativas y el comportamiento de un circuito debemos detenernos en ese punto hasta resolver el conflicto; siempre hay que tener presente las tres alternativas y no salir de ahí hasta que nuestra expectativa y la medición concuerden.

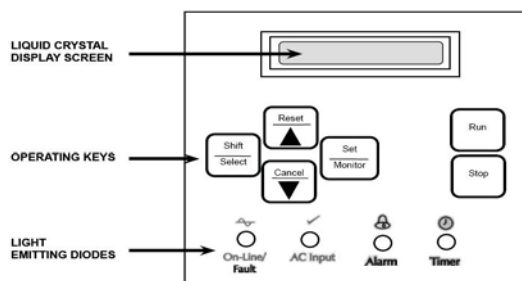
Por otra parte también se debe considerar que las pruebas visuales nos llevan directamente al problema tan seguido que conviene realizarlas como primera aproximación. Podemos inspeccionar los fusibles y percibir si los transformadores están recibiendo alimentación; las resistencias pueden mostrar un anillo oscuro o estar completamente quemadas y rotas por el centro; ciertos contactos pueden estar flojos o corroídos; pueden existir corto circuitos, pistas rotas en circuitos impresos; soldaduras defectuosas o excesiva acumulación de mugre en lugares sensibles. No obstante, algunos de estos problemas pueden ser solo síntomas de problemas mayores, por lo que antes de reemplazar un componente debemos comprobar que no se hayan alterado sus condiciones originales de trabajo. Hay que tener en cuenta que estas pruebas buscan agilizar el proceso de reparación, pero deben utilizarse en combinación con el análisis lógico y nunca en sustitución de éste.

Para los equipos que en este caso nos ocupa partiremos de las advertencias vayan presentando, algún indicador visual o audible nos permitirá diagnosticar un síntoma preliminar.

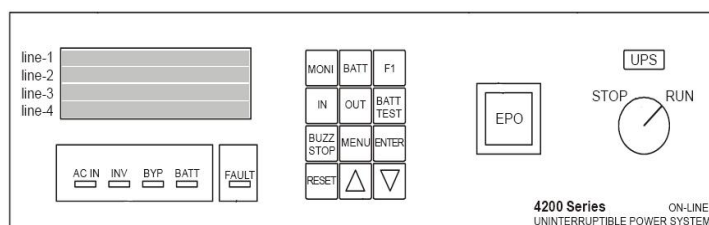
Nos guiaremos por los tres medios que el sistema posee para alertarnos de que algo anda mal, estos son: alarmas sonoras, indicadores con LED's y mensajes de alerta en la pantalla LCD, conjuntamente tendremos que estar atentos a cualquier anomalía que detectemos a través de nuestros sentidos, tales como; ruido en el interior, calentamiento de chasis, etc.

Para ambos equipos las alarmas audibles se activan sonando medio segundo y medio segundo de silencio cuando se ha detectado una falla en el equipo.

En los equipos 1600 el panel frontal de control (LCD) es como se describió en la figura 5.1 y en los equipos 4200 se mostró en la figura 5.2 y corresponden a las siguientes:



a)



b)

**Figura 7.1** Paneles del UPS a) Serie1600 b) Serie 4200

El LED On line / Fault se prende en rojo si existe alguna falla, los mensajes de alerta en la pantalla LCD para la serie 1600 pueden ser los siguientes, observándose un estado crítico cuando presenta sobre calentamiento:

Mensaje LCD	Significado
DC-OC	Ha ocurrido una condición de sobre corriente de CD.
OUT-OV	Ha ocurrido una condición de sobre voltaje de salida.
OUT-UV	Ha ocurrido una condición de bajo voltaje a la salida.
DC-OV	Ha ocurrido una condición de sobre voltaje de CD.
OVERLOAD	Ha ocurrido una condición de sobre carga a la salida.
DC-UNBALANCE	Ha ocurrido un desbalance de voltaje de CD.
OVERHEAT	Ha ocurrido una condición de sobrecalentamiento.

**Tabla 7.1** LCD: Mensajes de alerta serie 1600

Para la serie 4200:

Mensaje LCD	Significado
DCUV	Ha ocurrido una condición de bajo voltaje de CD.
DCOC	Ha ocurrido una condición de sobre corriente de CD.
DCUB	Ha ocurrido un desbalance de voltaje de CD.
DCOV	Ha ocurrido una condición de sobre voltaje de CD.
EERR	Error en la memoria EEPROM
OH	Ha ocurrido una condición de sobrecalentamiento.
OL	Ha ocurrido una condición de sobre carga a la salida.
IVUV	El inversor en condición de bajo voltaje.
IVOV	El inversor en condición de sobre voltaje.

**Tabla 7.2** LCD: Mensajes de alerta serie 4200

---

## PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN.

### CONDICIONES INICIALES.

- 1 ¿El UPS y el gabinete de las baterías están físicamente instalados?  
 Si       No
- 2 El cableado eléctrico desde y hacia el UPS y el gabinete de las baterías está completo.  
 Si     No
- 3 El cableado de control entre el UPS, el gabinete de las baterías y los equipos periféricos están completo.  
 Si     No
- 4 Esta disponible la potencia eléctrica trifásica para el UPS.  
 Si     No

### PROCEDIMIENTO

#### 1. INSPECCIÓN VISUAL:

- 1.1. La chapa externa de metal se encuentra libre de daños.  
 Si       No
- 1.2. Todos los componentes internos se encuentran libres de signos de daños.  
 Si       No
- 1.3. Todas las conexiones internas al UPS están verificadas y seguras.  
 Si       No
- 1.4. Verificar las prueba de UPS con switch encendido.  
 Verificado en encendido

#### 2. CHEQUEO ESTÁTICO.

- 2.1. Considere apropiada la configuración UP1C-2210 del DIP switch S1:  
\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

- 2.2. Considere apropiada la configuración UP1C-2210 del DIP switch S2:  
 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_
- 2.3. Verificar continuidad de F11-F13, F21-F23, FU3, F32, y F41 y F42.  
 ( ) Bueno ( ) Malo
- 2.4. Verificar las propiedades de los transistores IGBT's (pueden revisarse en grupos)  
 ( ) Bueno ( ) Malo
- 2.5. Verificar las propiedades de los tiristores de la derivación y la batería.  
 ( ) Bueno ( ) Malo
- 2.6. Verificar que las resistencias de arranque.  
 ( ) Bueno ( ) Malo

### 3. CABLEADO DESDE y HACIA EL UPS y EL GABINETE DE LAS BATERÍAS.

- 3.1. Verificar en el UPS, que el cableado desde y hacia la entrada, la salida y las baterías este conforme los requisitos especificados del manual de operación del UPS.  
 ( ) Si ( ) No
- 3.2. Verificar que el EPO (Emergency Power Off) y los demás cables de control estén instalados conforme el manual del UPS y las baterías.  
 ( ) Si ( ) No
- 3.3. Verificar en el gabinete de las baterías que el cableado este conforme con los requisitos especificados en el manual de operación de baterías.  
 ( ) Si ( ) No

**PRECAUCIÓN: Si las baterías están conectadas con la polaridad inversa, resultaran daños al UPS y a las propias baterías, así como posibles lesiones al personal involucrado.**

4. LECTURAS DE VOLTAJE PRINCIPAL EN EL UPS y GABINETE DE BATERÍAS.

- 4.1. Medir el voltaje de entrada del UPS de fase a fase:  
 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Vca (tensión nominal  $\pm 10\%$ )
- 4.2. Medir el voltaje de entrada del UPS de fase a neutro:  
 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Vca
- 4.3. Verificar la rotación de fase a la entrada del UPS. Si el UPS es tipo entrada dual, entonces verificar ambas terminales.  
 ( ) En sentido horario    ( ) En sentido anti horario
- 4.4. Si se instala, verificar la rotación de fase en la entrada y salida del Mantenimiento externo de la derivación:  
 ( ) En sentido horario    ( ) En sentido anti-horario
- 4.5. Medir el voltaje de las baterías sin el alimentador.  
 \_\_\_\_\_ Vcd (Ver el manual de operaciones dado que varia según el modelo)

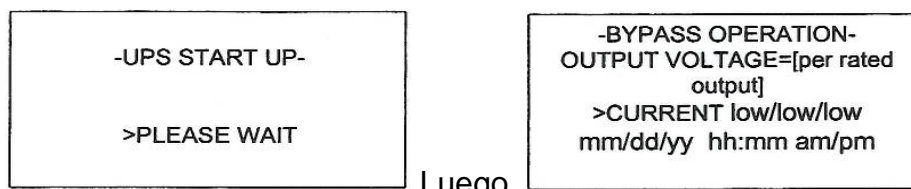
5. ENERGIZANDO Y ENCENDIENDO EL UPS SIN CARGA.

- 5.1. Verificar que el switch Run/Stop este en "STOP".  
 ( ) STOP
- 5.2. Aplicar la potencia al UPS
  - 5.2.1 Para modelos de UPS en terminación "T" o que no tenga sufijo, cerrar el interruptor de entrada MCCB1.  
 ( ) MCCB1 cerrado
  - 5.2.2 Para modelos de UPS en terminación "TMB", cerrar el interruptor de entrada MCCB1, luego cerrar el interruptor de aislamiento de entrada MCCB2.  
 ( ) MCCB1 cerrado    ( ) MCCb2 cerrado

5.2.3 Para modelos de UPS en terminación “BYB”, cerrar el interruptor de entrada de derivación MCCB2, luego cerrar el interruptor de entrada MCCB1.

( ) MCCB2 cerrado      ( ) MCCB1 cerrado

5.3 Observe lo siguiente:



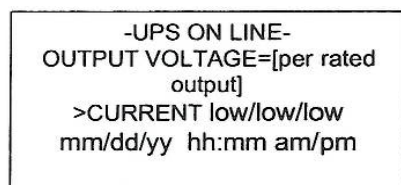
5.4 Un conjunto de ventiladores debe de encenderse.

( ) Display encendido      ( ) Ventiladores funcionando

5.5 Para UPS's que tengan gabinete de baterías separado, cerrar el interruptor de baterías MCCB-B:

( ) MCCB-B cerrado

5.6 Colocar el switch RUN/STOP en la posición “RUN”, y observar lo siguiente:



5.7 Los ventiladores que faltan deben de encenderse:

( ) Display encendido      ( ) Ventiladores funcionando



5.8 Verificar el estatus de los LED's que marquen lo siguiente:

- AC IN Encendido       INV Encendido  
 BYP Apagado       BATT Apagado       FAULT Apagado

## 6. VERIFICAR LOS VOLTAJES de SALIDA y FORMAS DE ONDA SIN CARGA

- 6.1. Con el UPS en modo de operación, medir los voltajes de salida de fase as fase: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Vca (tensión nominal  $\pm 2\%$ )
- 6.2. Con el UPS en modo de operación, medir los voltajes de salida de fase a tierra: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Vca
- 6.3. Conmutar el UPS al modo STOP (derivación), medir los voltajes de salida de fase a fase: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Vca (tensión nominal  $\pm 2\%$ )
- 6.4. Conmutar el UPS de vuelta al modo de operación, y medir el voltaje de carga de la batería: \_\_\_\_ Vcd (Ver el manual de operaciones para los limites dado que varían según el modelo). Ajustar si es necesario.
- 6.5. Observar las formas de onda con un osciloscopio; las formas de onda de salida deberán ser senoidales suaves con voltajes pico de acuerdo a la salida nominal.  
Registro: \_\_\_\_ V pico \_\_\_\_ V pico \_\_\_\_ V pico (voltaje de salida nominal RMS  $\pm 2\% \times 1.414$ )

Forma de onda senoidal y suave

## 7. OPERACIÓN DE RESPALDO SIN CARGA

- 7.1. Con el UPS en modo de operación, abrir el interruptor de alimentación del UPS en el panel de distribución de usuario. Una alarma audible deberá sonar y el UPS deberá transferir a operación de respaldo con baterías. Observar las siguientes indicaciones:

-BATTERY DISCHARGE- BATTERY CAPACITY = xx% >CURRENT xx/xx/xx DISCHARGE CURR.=xx%
---

( ) Display verificado

7.2. Medir voltajes de salida de fase a fase: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / Vca  
(tensión nominal +-2%)

7.3. Cerrar el interruptor abierto en el paso 7.1 para restablecer la potencia al UPS. El display y el estado de los LED's deberán indicar similar a lo observado en los pasos 5.6 y 5.8.

( ) Verificado

## 8. EMERGENCY POWER OFF (EPO)

Esta prueba resultara en perdida completa de potencia en la salida del UPS. Obtener permiso del usuario para des-energizar la salida del UPS.

\_\_\_\_\_ (Firma del usuario)

8.1. Con el UPS en modo normal de operación, oprimir el botón rojo EPO en el frente del panel del UPS. Observe lo siguiente:

( ) MCCB-B en el gabinete de las baterías se va a abierto

( ) MCCB1 en el UPS se va a abierto

( ) MCCB2 en el UPS se va a abierto

( ) El estado de todas las luces es apagadas

( ) Display en blanco

( ) Voltaje cero en las terminales de salida del UPS

## 9. PRUEBAS CON CARGA EN UPS

- 9.1. Agregar la carga al UPS y verificar con un amperímetro de abrazadera que las medidas de corriente mostradas en el display del UPS concuerden con las que se midieron con el amperímetro de abrazadera y registrar;
- 9.2. Amperímetro: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Display del UPS \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_
- 9.3. Medir la salida de voltajes de fase a fase: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Vca (tensión nominal  $\pm 2\%$ )
- 9.4. Repetir los pasos 7.1 a 7.3.  
Nota: debido a que las baterías son nuevas, el tiempo nominal de respaldo no será archivado, por lo tanto, deberá estar preparado para un prematuro shutdown en baja batería (“Battery No Good”)
- 9.5. Medir los voltajes de salida de fase a fase (en respaldo): \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Vca (voltaje nominal  $\pm 2\%$ )

## **7.2 La profundización progresiva**

Una vez definido el problema, la estrategia deberá ser “dividir para vencer”, ya que la mayoría de los equipos son tan extensos que no se les puede analizar en conjunto.

En el primer paso en la profundización, esto es, en la revisión interna del equipo, se realiza a nivel de unidades funcionales. Correlacionando los síntomas observados con la operación de estas unidades podremos señalar el área donde con más probabilidades puede localizarse el problema. Los manuales técnicos bien preparados siempre incluyen diagramas de bloques o unidades funcionales y proveen formas de onda para facilitar este análisis.

Después de identificar el problema en cierta unidad funcional, el paso siguiente consiste en aislar el problema en un circuito específico de tal unidad.

Una vez determinado el circuito específico del problema, hay que localizar el componente o los componentes defectuosos. Esto no implica remover y probar todos los elementos, sino más bien significa hacer una inspección utilizando todos nuestros sentidos, en especial el sentido común. Si el problema no es obvio, habrá que revisar formas de onda y tomar lecturas de voltaje y resistencia.

### **7.2.1 Las unidades funcionales**

Las unidades funcionales son circuitos o conjuntos de estos que realizan funciones específicas; físicamente pueden ser módulos separados o formar parte de un bastidor único.

Sin importar la configuración utilizada, para localizar el problema en forma lógica y sistemática debe conocerse como operan las unidades funcionales y como se relacionan entre sí, ya que muchas fallas en ciertas unidades pueden causar fallas

aparentes en otras. Un buen diagrama de bloques será una gran ayuda en este punto.

Para determinar la unidad funcional involucrada en la falla deben emplearse el reconocimiento y la evaluación de síntomas ya realizados, y tomar decisiones razonables antes de alterar ajustes internos o usar equipos de prueba. Si el análisis nos lleva a varias unidades funcionales, hay que decidir cual probar primero; existen varios factores que deben considerarse para tomar ésta decisión.

Generalmente, si puede hacer una prueba que elimine varias unidades, esta misma debe hacerla antes de otra que elimine solo una. Esto requiere un buen examen del diagrama de bloques y conocimientos sobre como opera el equipo, además de un poco de lógica.

El siguiente factor por considerar es la accesibilidad de puntos de prueba. Un punto de prueba puede ser una terminal especial localizada en un sitio accesible del equipo; esta terminal o conexión estará eléctricamente conectada (directamente o a través de un interruptor) a un voltaje operativo importante o trayectoria de la señal. Un punto de prueba también puede ser cualquier punto de interconexión.

Las pruebas sobre las unidades funcionales se llevan a cabo por análisis de entradas y salidas; el proceso involucra el uso de equipos de prueba para revisar estas y en ocasiones inyectar señales. Asegurándose por estos medios que las señales de entrada sean correctas, verifique que las de salida también lo sean.

La ausencia de una señal de entrada puede deberse tanto a una etapa anterior defectuosa o a un cortocircuito en la entrada misma. La falta de señal en una salida puede ser causada por daños en esa etapa o una carga cortocircuitada. Para determinar donde reside la falla quizás necesite abrir la trayectoria entre las etapas. Si de pronto aparece la señal de salida lo más probable es que la

siguiente etapa este en corto, lo que puede verificarse inyectando una señal externa. En los circuitos donde existe realimentación la situación es algo más difícil; sin embargo, si la realimentación puede abrirse e inyectarse una señal adecuada, la función básica puede verificarse.

A continuación se muestran los correspondientes diagramas a bloques para ambos equipos de UPS's. En ellos se muestran los puntos en donde se localizan los dispositivos de protección del propio sistema para las fallas críticas; son estas localidades las que nos servirán como puntos de prueba.

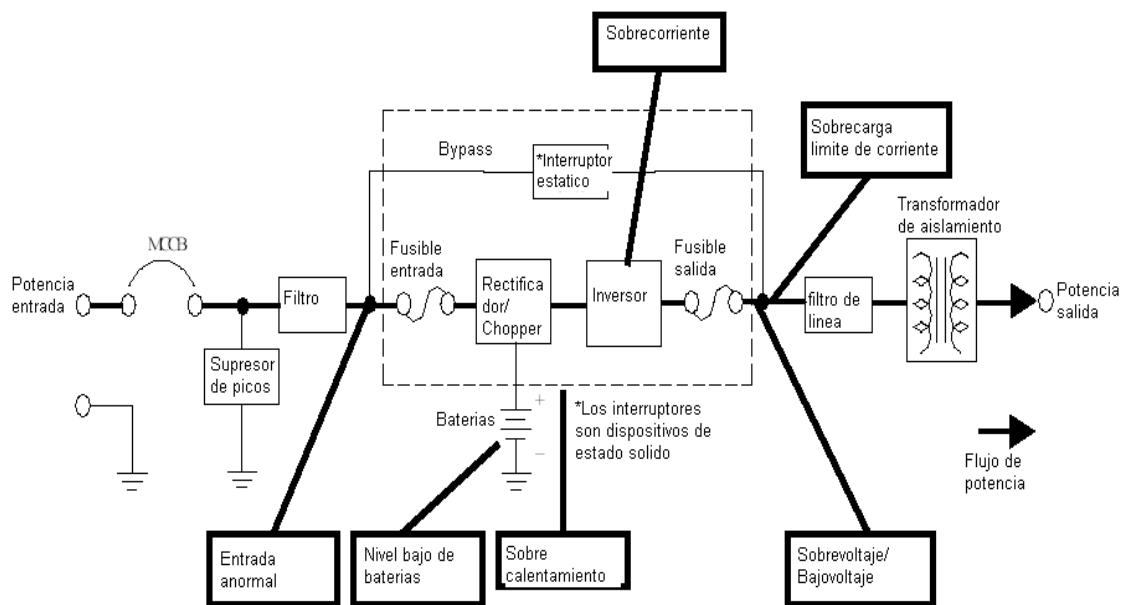


Figura 7.2 Diagrama de bloques y puntos de prueba (serie 1600)

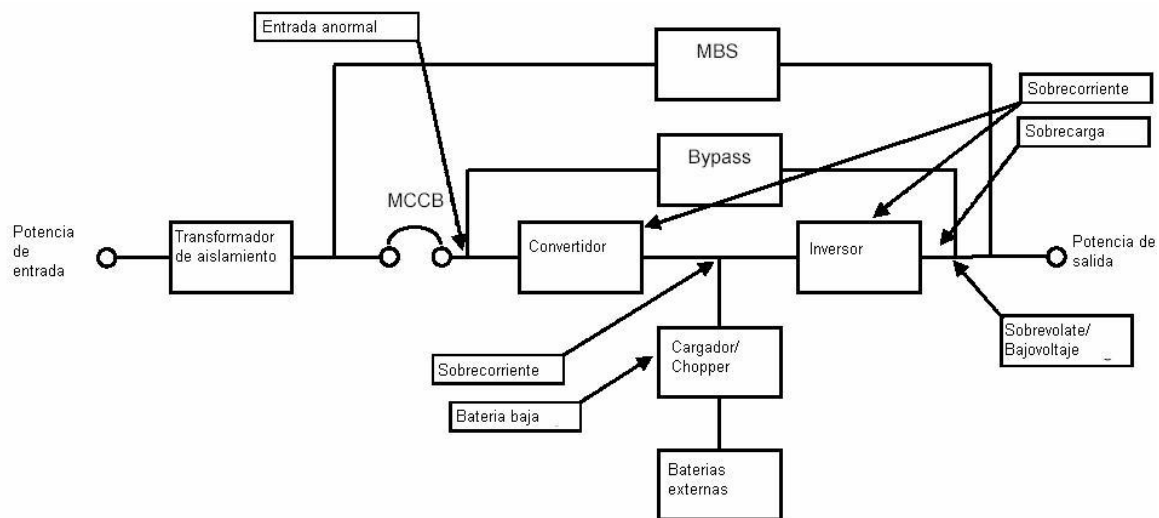


Figura 7.3 Diagrama de bloques y puntos de prueba (serie 4200)

Por lo general suelen probarse primero las unidades más accesibles y no necesariamente las más sospechosas, pero esto es cuestión de criterio. En caso

de que no se obtenga una conclusión mediante este procedimiento, lo más probable es que se haya cometido un error en la selección inicial, al pasar por alto algún dato en la evaluación de síntomas.

### **7.2.2 Los circuitos**

Después de determinar la unidad funcional defectuosa, ya sea con toda seguridad o por mayor número de probabilidades, el proceso de aislamiento sigue el mismo razonamiento utilizado hasta el momento: el estrechamiento constante del área defectuosa a base de pruebas y decisiones lógicas. Ahora se dependerá más de los instrumentos de prueba para profundizar en los circuitos que forman la unidad funcional en cuestión. Para esto se requerirá de los diagramas eléctricos y/o electrónicos completos, con valores y números de partes, voltajes estáticos de puntos clave y formas de onda. Sin esta información, el trabajo será menos eficiente y quedará reducido a una labor aleatoria para detectar los circuitos defectuosos.

En algunos casos los manuales proporcionan los diagramas electrónicos de cada unidad funcional por separado, mientras que otros muestran el diagrama completo del equipo e identifican a las diferentes unidades funcionales enmarcándolas con líneas punteadas y anotando su nombre a un lado. Los controles operativos que aparecen en el mismo diagrama (interruptores, potenciómetros, etc.) también se acostumbran enmarcar y están identificados (o deben estarlo) con el mismo nombre que llevan en el panel frontal de control.

Como no existe relación entre el diagrama y la localización física de los elementos, los manuales de servicio más completos incluyen esquemas o fotografías mostrando la ubicación de los componentes y en ocasiones de sus interconexiones. Esta información facilita significativamente el seguimiento de señales.



En este paso es importante poder reconocer los grupos de circuitos o circuitos individuales encargados de realizar funciones electrónicas secundarias específicas, para poder realizar pruebas adecuadas. Reconocer los circuitos no es una tarea fácil, por lo general existen muchos circuitos básicos y sus diseñadores elaboran otros nuevos y realizan cambios a los ya existentes. Sin embargo, no se puede tratar de reparar un circuito si no se sabe como debe ser su señal de entrada o si no se conoce que tipo de salida debe producir, pues aunque se midan y se observen no se sabrá si son correctas o no. Esta es la razón por la que se estudian los circuitos electrónicos, para desarrollar la capacidad de reconocerlos y poder formular expectativas respecto a sus entradas y salidas.

Para comprender con mayor facilidad algún circuito, éste se puede volver a dibujar de una forma más sencilla. Al eliminar los elementos auxiliares no imprescindibles para su análisis, se puede facilitar el trabajo posterior.

**Condiciones estáticas.** Para comenzar las pruebas sobre los circuitos, en primer lugar deben existir las condiciones estáticas correctas para que éstos se comporten adecuadamente en el manejo de señales dinámicas. En gran cantidad de casos, el mal funcionamiento de los circuitos se debe a falta de las condiciones estáticas adecuadas, las cuales consisten en:

- a) Valores correctos de los componentes,
- b) Conexiones y alambrados correctos y,
- c) Voltajes y corrientes de CD correctos en todos los puntos, sin señal en proceso.

Para verificar estas condiciones resultan indispensables los diagramas del equipo, para establecer si las condiciones actuales coinciden con las originales de diseño.

**Pruebas dinámicas.** Estas pruebas incluyen dos métodos, el **trazado** y la **inyección** de señales, que permiten definir cuál de los circuitos de cierta

trayectoria está funcionando incorrectamente. Para el trazado o seguimiento de señales se deberá establecer un punto de partida donde la señal sea correcta, y por medio de un instrumento de medición (el osciloscopio en la mayoría de los casos) se debe verificar que lo siga siendo en los puntos de prueba posteriores. Para la inyección de señales se requieren generadores especiales para sustituir las señales originales en diversos puntos del circuito, con posibilidades de ajuste a criterio del usuario; en este caso se suelen aprovechar los dispositivos de salida del equipo en reparación para determinar si la señal se ha procesado correctamente y las pruebas se realizan de la salida hacia la entrada. La inyección de señales por lo general ofrece mayores ventajas, puesto que las señales que se manejan pueden evaluarse fácilmente, sin embargo esto requiere de una gran variedad de equipos. En la práctica lo más común es que se combinen ambos métodos de acuerdo al instrumental disponible.

**Identificación de trayectorias.** Existen cinco tipos básicos de trayectorias que puede seguir una señal en su recorrido a través de los circuitos, las cuales se deben saber identificar para realizar correctamente las pruebas dinámicas.

En las trayectorias **lineales** el arreglo de los circuitos es en serie; la salida de uno alimenta a la entrada del siguiente y no existen ramas ni retornos. Esta configuración es fácil de revisar partiendo de un análisis entrada-salida, sobre todo en conjunto y dividiendo sucesivamente por la mitad el área con problemas, a menos que los síntomas apunten en forma definitiva a cierto circuito.

Cuando en la trayectoria existan puntos de **separación** o **reunión** de señales, primero deberán revisarse los circuitos previos o posteriores que sólo manejen una señal. Si la falla no se localiza en éstos, la siguiente prueba debe realizarse sobre alguna de las ramas, para satisfacer el criterio de máxima eliminación. Una vez determinada la rama defectuosa, por prueba o por eliminación, ésta será considerada como una trayectoria lineal donde se incluyan los circuitos comunes y se realizarán las pruebas pertinentes.

Las trayectorias que incorporan **retroalimentación** requieren un mayor análisis. Las retroalimentaciones son señales que parten de un circuito hacia uno o varios puntos previos de la trayectoria principal, con el objeto de mantener la señal en proceso dentro de ciertos límites (por ejemplo, de voltaje o de frecuencia). En estos casos primero debe observarse la señal de salida para definir si lo más probable es que la falla exista en la trayectoria principal o en la de retroalimentación. Por ejemplo, en un control automático de ganancia, una señal excesiva de salida indica que la trayectoria principal es capaz de amplificar la señal pero que no está siendo controlada, apuntando la falla hacia la retroalimentación; en cambio, una señal débil más bien es síntoma de falla de la trayectoria principal. En ocasiones convendrá inhibir o reemplazar la señal de retroalimentación para analizar el comportamiento del circuito y esto requiere un buen conocimiento del mismo.

En las trayectorias de **conmutación** la primera prueba debe definir si la falla sólo existe para una de las posiciones del selector o es común a todas. Esto conlleva a probar sólo alguna de las ramas o eliminará a todas ellas en conjunto; en este último caso, la falla se ubicará en algún punto común, incluyendo al conmutador. Cuando las pruebas apunten a una rama, se debe incluir en ésta la posición correspondiente del selector.

Las siguientes especificaciones describen un sistema UPS trifásico de estado sólido, en línea, de función continua de Toshiba, en adelante referido sólo como el UPS.

El UPS deberá estar diseñado de acuerdo y estar sujeto a las revisiones en curso de los siguientes estándares:

- ANSI C62.41 (IEEE 587) – Standard for Surge Withstandability
- UL 1778 (CUL)
- National Electrical Code (NFPA-70)

- NEMA PE-1
- OSHA
- ASME
- ISO 9001

### **7.2.2.1 Convertidor / Cargador / Rectificador de CD**

**Descripción.** El convertidor/cargador está formado por un rectificador trifásico de estado sólido, por un convertidor (rectificador) de CD a CD, por un filtro de salida y de una red supresora de transitorios para regular y mantener la potencia de CD hacia el inversor.

**1) Supresor de transitorios.** El servicio de CA entrante deberá estar en primer lugar conectado a un gabinete interruptor de circuito, acondicionado como un medio de desconexión de potencia al UPS. La potencia fluirá a través de un amortiguador de flujo a fin de prevenir el paso de transitorios mayores a través de la carga crítica o para evitar el daño de las baterías. Posteriormente la potencia fluirá a través de un filtro de línea, para evitar el paso de una mayor o menor potencia hacia la carga.

**2) Convertidor / cargador.** El convertidor servirá para cambiar la potencia de CA entrante a CD, la cual será suministrada al rectificador de CD. De este punto, la potencia de CD es utilizada para recargar el banco de baterías, mientras de forma simultánea provee potencia al inversor.

- a) Rango de frecuencia de entrada: 45-65Hz, constante, sin operación de batería
- b) Capacidad: La recarga de la batería estará dentro del 90% de su valor nominal, hasta un estado totalmente descargado en 10 veces el tiempo de descarga.

**3) Rectificador de CD.** El circuito del rectificador está conformado de inductores, capacitores, diodos e IGBT's, por sus siglas en inglés **Insulated Gate Bipolar Transistors (Transistores Bipolares de Compuerta Aislada)**. El rectificador tiene la función de proveer la protección de inicio (mediante la revisión de la rotación de fase de la potencia de servicio de entrada), aumentar la corriente de CD hacia el inversor (durante condiciones de voltaje de entrada de CA bajo), proporcionando realce del factor de potencia y reduciendo las armónicas reflejadas a la potencia de servicio entrante.

### **7.2.2.2 Inversor modulado por ancho de pulso (PWM)**

**Descripción.** El inversor PWM, por sus siglas en inglés **Pulse Width Modulated (Modulado por ancho de pulso)**, incorporará un diseño IGBT avanzado, un transformador de aislamiento de salida y una protección de sobre corriente de salida para obtener una potencia de salida regulada y limpia, que será suministrada a la carga crítica.

**1) Inversor.** El sistema inversor está constituido de un sistema de conmutación IGBT de alta velocidad diseñado para abastecer cargas-no lineales con una forma de onda o señal de voltaje limpia y estable. La velocidad de conmutación del inversor será lo suficientemente rápida para limitar el ruido audible a 60 dBA en 3 pies (medida en escala "A").

**2) Transformador de aislamiento (opcional).** El sistema inversor incorpora un transformador de aislamiento resguardado, para proveer un aislamiento completo de la carga respecto de la energía de servicio; así como proveer atenuación del modo común de ruido de alta frecuencia. Adicionalmente, el transformador tiene un conjunto de vueltas para acondicionar la línea de derivación estática interna.

**3) Protección de sobre-corriente.** El conjunto de circuitos de salida está equipado con un Transformador de Corriente de Efecto de Entrada, para detectar y proteger al inversor de las corrientes extremadamente altas.

#### **7.2.2.3 Interruptor de derivación estático**

**1) Transferencia.** El interruptor de derivación estático está formado por interruptores de tiristores en conjunto con un contactor de salida para permitir una conmutación manual de derivación a UPS y viceversa sin interrupción de potencia. El UPS instantáneamente transfiere a derivación debido a que un componente falla durante la operación normal (a condición de que el UPS y la derivación estén en sincronización). La auto-retransferencia al UPS después de una condición de sobrecarga se completará dentro de un segundo, después de que el bus haya caído al 100% del valor nominal.

**2) Marcha / Parada remota.** Un conjunto de contactos secos normalmente abiertos son provistos para cambiar remotamente el UPS en línea y fuera de línea. Cuando el UPS está en este modo de operación, el panel de control frontal del UPS estará deshabilitado para tener una configuración resguardada.

#### **7.2.2.4 Sistema de control con microprocesador**

**1) Descripción.** El sistema UPS está provisto con un sistema de control interno de microprocesador, altamente fiable para desempeñar el arranque, las transferencias o cambios, el monitoreo y la recarga de baterías. El microprocesador proporciona información importante para el usuario (vía la pantalla de cristal líquido) tal como el estatus del sistema, los mensajes de error y los parámetros de entrada y salida.

**2) Indicadores de Led.** Los siguientes indicadores de led están dispuestos en el panel frontal de control del UPS, los cuales muestran el flujo de potencia a través del UPS:

- a) Entrada CA (led verde). Se enciende cuando la potencia de entrada de CA normal está siendo suministrada a la unidad.
- b) Inversor (led verde). Se enciende cuando el inversor de la unidad de UPS está normal.
- c) Batería (led verde). Se enciende cuando las baterías están descargándose, parpadea cuando el voltaje de la batería está por debajo del nivel mínimo.
- d) Derivación (led verde). Se enciende cuando está en modo de circuito-derivación.
- e) Falla (led rojo). Se enciende cuando se ha detectado una falla.

**3) Sistema de medición.** El UPS está provisto con una pantalla de lectura de salida individual, la cual despliega, bajo una petición, la siguiente información:

- Voltaje de entrada CA (línea a línea)
- Voltaje de salida CA (línea a línea, línea a neutral)
- CA de salida
- Voltaje de batería
- Corriente de carga de batería
- Frecuencia de entrada
- Frecuencia de salida
- Entrada/Salida (kW)
- Factor de potencia

**4) Sistema de diagnóstico.** La información de diagnóstico de la tabla 7.3 es de utilidad para localizar problemas debidos a una falla del UPS.

UPS Ok	Sobrecarga de UPS (incluyendo derivación)
Error de memoria	Limite de corriente de salida de inversor
Rotación de fase equivocada de entrada de CA	Voltaje de batería bajo
Falla de circuito de CA interna	E/S no sincronizada
Falla de circuito de CD interna	Modo de auto-transferencia
Sobrecalentamiento sumidero de calor	Fusible abierto
CD desbalanceada	Modo de batería en descarga
Sobre/bajo-voltaje de circuito de CD	Salida de UPS deshabilitada
Sobre-corriente de circuito de CD	
Sobre-corriente de entrada de rectificador	
Sobre-corriente de inversor	
Sobre/bajo-voltaje de inversor	
Sobrecarga de inversor	

**Tabla 7.3** Información de diagnóstico para detección de fallas del UPS

### 7.2.3 Los componentes

Cuando ya se ha determinado el circuito defectuoso o inoperante, sólo faltará identificar el componente o los componentes dañados y realizar el mínimo de alteraciones al equipo (cortes, desoldaduras, etc.).

En primer término se deberán realizar las denominadas “pruebas visuales”, que en realidad implican un análisis más a detalle. Se deberán buscar componentes quemados o sobrecalentados, rastros de cortocircuitos, malas soldaduras, conexiones rotas u otros problemas de la misma índole. Si el problema no es obvio, se deberán tomar lecturas de voltaje, de formas de onda o de resistencia, sin olvidar que éstas deben llevar alguna expectativa asociada.



El UPS está conformado de los siguientes componentes:

- A. Convertidor
- B. Rectificador/cargador
- C. Inversor modulado por ancho de pulso (PWM)
- D. Derivación de conmutación estática
- E. Microprocesador lógico controlado y panel de control
- F. Interruptor de circuito de entrada
- G. Sistema de batería
- H. Filtros EMI / RFI de entrada/salida

#### **7.2.4 Revisión de componentes**

Cuando la inspección visual no revela un deterioro obvio y las pruebas rápidas sobre los componentes de mayor riesgo no permiten establecer si están dañados, se debe dar relevancia a los diagramas y a los instrumentos de prueba, así como a un buen estudio sobre circuitos y componentes eléctricos. Además, cuando la respuesta de una red de circuitos, de un circuito o de algún componente en específico es distinta a la esperada, debemos considerar que se puede tratar de una mala conexión, de una mala lectura de la información del estado del equipo, del deterioro de alguno de los componentes, etc. Este rango de posibilidades puede ser vasto y a menudo frustrante.

El proceso de localización de fallas debe cerrar la lista de posibilidades y aislar el área del problema siguiendo un plan de ataque preciso. Por lo general, el proceso se inicia mediante una verificación de la construcción del equipo y sus redes internas y de las conexiones de las terminales. Luego, se sigue con la verificación de los niveles de voltaje entre las terminales específicas y la tierra, o entre las terminales de cada una de las redes. Rara vez se miden los niveles de corriente porque estos manejos obligan a modificar la estructura del circuito en estudio con objeto de insertar el medidor de corriente. Desde luego, una vez obtenidos los

niveles de voltaje, pueden calcularse los niveles de la corriente empleando la ley de Ohm. En cualquier caso, debe tenerse una idea del nivel esperado del voltaje o la corriente para que la medición tenga cierta importancia. Por lo tanto, el proceso de localización de fallas puede iniciar con ciertas expectativas de éxito si se entiende la operación básica del equipo y de sus componentes junto con algunos valores esperados del voltaje o la corriente. El ingeniero de servicio que se encuentre localizando la falla simplemente tendrá que concentrar las causas posibles del funcionamiento erróneo o falla.

La continuidad del sistema puede verificarse midiendo sólo el voltaje a través de cualquier resistencia del sistema. El valor de 0 V revela de inmediato la falta de corriente a través del elemento debido a un circuito abierto en el sistema.

El desarrollo de buenas técnicas de localización de fallas proviene en gran medida de la experiencia y el nivel de confianza en cuanto a qué esperar y por qué. Desde luego, en ciertas ocasiones no es tarea sencilla encontrar las razones de las causas de una respuesta extraña cuando se verifica un circuito o alguno de sus componentes. En estos casos, lo más recomendable es no confiarse y continuar con el análisis. Debe encontrarse la causa de tal situación o de lo contrario puede volver a ocurrir en el momento más inoportuno.

A continuación se mencionan algunos componentes en los cuales comúnmente se pueden localizar fallas.

- Interruptores y relevadores
- Diodos
- Transistores
- Otros semiconductores (por ejemplo, el rectificador controlado de silicio (SCR), el transistor de unijuntura (UJT) y el transistor de unijuntura programable (PUT))
- Circuitos integrados

- Capacitores
- Resistencias

### **7.3 Probabilidades de falla**

Una falla está compuesta por la combinación de múltiples variables, misma que podría llegar a ser sumamente compleja. Sin embargo, el sistema anticipa cuáles son los puntos más probables de falla según la presencia o ausencia de dichas variables. Posteriormente se agrupan según el tipo de atención que requieren y se clasifican por probabilidad de falla, es decir, un nivel de severidad difusa que va de cero a menos de 100 por ciento. Por lo que el trabajo del operador se concentra entonces en estudiar el resultado del análisis y levantar órdenes de mantenimiento de los equipos y enlaces con mayor probabilidad de falla, de manera que anticipa que éstos se caigan.

Una de las principales funciones del UPS, es garantizar por un tiempo determinado el respaldo de los equipos de tecnología de la información, ya que estos deben ser protegidos de fallas de energía y otras anomalías eléctricas. Sin embargo, la pérdida de información siempre trae dolores de cabeza, principalmente cuando existe un problema irreversible. Aunque es difícil de precisar cuándo va a surgir un problema, debe estarse preparado para que no se presente en el momento más inoportuno.

No es novedad saber lo vital que es la información para los negocios y el impacto que implica la pérdida de datos. Lo que resulta irónico es la falta de precauciones que se suelen tener al confiar esos datos al sistema de almacenamiento. Aun siendo sistemas de información de alta tecnología, no están exentos de fallas ni de errores, y los respaldos de datos son utilizados como contingencia en caso de que algo grave se presente.

Asimismo, hay empresas que por la naturaleza del nicho en el que operan (bancos y hospitales, por ejemplo) no pueden permitirse la más mínima falla que provoque alguna interrupción en sus sistemas. Es por eso que es de vital importancia la provisión de energía ininterrumpible (UPS) para los equipos que soportan operaciones críticas de negocio, que soporte ordenadamente el cierre o continuidad del procesamiento y den una tensión estabilizada.

Es por eso que el UPS debe mantenerse en las mejores condiciones operativas, para reducir las probabilidades de falla; mejorando así, la continuidad del servicio. Analizando lo anterior, es necesario que los trabajos de preparación del equipo para su puesta en servicio y las actividades de mantenimiento sean de calidad, para evitar la salida prematura del equipo en operación.

Antes de llevar a cabo las pruebas, conviene formar un criterio que nos lleve más rápido al problema, ya que se ha observado que ciertos tipos de componentes ocasionan fallas a los equipos más frecuentemente que otros. La siguiente lista lograda a través de la experiencia, muestra en orden descendente de probabilidades, las posibles causas de un problema.

- Error de operación.
- Cables y conectores externos del equipo
- Interruptores y relevadores
- Semiconductores de potencia
- Cables y conectores dentro del equipo
- Fallas de ensamble y soldadura
- Semiconductores de pequeña señal
- Capacitores electrolíticos
- Transformadores e inductores de potencia
- Resistencias de potencia
- Resistencias variables
- Capacitores cerámicos

- Capacitores de papel y mylar
- Resistencias de baja potencia
- Capacitores de mica
- Inductores de baja potencia

Se debe considerar que la mayoría de las solicitudes de servicio son debidas a operadores que no saben cómo usar el equipo, que a otras de las causas mencionadas; por esto se ha insistido tanto en el tema de la determinación y análisis de los síntomas. Cabe recordar que para un buen trabajo se debe saber como usar el equipo y como hacerlo operar a partir de un completo desajuste; se deben leer los manuales de operación para obtener más detalles.

Note también que los cables y conectores externos son puntos susceptibles de falla. Antes de abrir el equipo se debe revisar minuciosamente para verificar que no existan cortos o circuitos abiertos en el mismo.

Por ultimo cabe mencionar que deberán ser revisados periódicamente los equipos UPS, para asegurar que tienen la capacidad adecuada y probada de acuerdo con las especificaciones del fabricante, así como también los planes de contingencia deben cubrir la acción a ser tomada por fallas del UPS.

Dentro de las instalaciones eléctricas se debe considerar la necesidad de contar con una planta generadora de energía para obtener una mayor seguridad tanto en los procesos operativos, como en las instalaciones físicas y en los equipos eléctricos. En el caso de que exista una planta generadora de energía, esto le dará tiempo al UPS para que alcance su carga plena.

## **CAPÍTULO 8**

# **REPARACIÓN DE LA FALLA**

## **CAPÍTULO 8. REPARACIÓN DE LA FALLA**

### **8.1 Sustitución de componentes**

Si es posible conseguir el componente original a un precio y tiempo razonables, se puede sustituir, sólo revise que la falla no se haya debido a que dicho componente este muy limitado en sus características.

Si se ve en la necesidad de buscar un sustituto, primero analice las características del dispositivo original e identifíquese sus parámetros críticos de acuerdo a la paliación que se esta dando.

#### **8.1.1 Interruptores y relevadores**

Cada composición, tamaño y forma de contacto tiene especificaciones, un mínimo de voltaje y corriente para una operación satisfactoria a la vez que requiere suficiente presión mecánica para asegurar la fusión de bajo orden requerido a cada operación. De no cumplirse con las especificaciones indicadas dicho interruptor fallará.

En términos generales puede decirse que debajo de 32 v y 100mA se requieren aleaciones o recubrimientos de oro, ya que otros materiales tienden a desarrollar películas aislantes en las superficies. Los contactos de paladio y sus aleaciones pueden ser utilizados hasta 1.5A y/o 135W, recomendándose un recubrimiento de oro para menos de 32V. Arriba de 1.5A o 135W se requieren contactos de uso rudo, como los de plata o tungsteno, los cuales no deben ser empleados debajo de 50V, debido a las películas aislantes que forman en sus superficies. Antes de cambiar un interruptor se deben limpiar los contactos.

### 8.1.2 Reemplazo de partes para modelos 1600EP

La siguiente lista muestra intervalos recomendados para el reemplazo periódico de ciertas partes de UPS:

- Capacitores electrolíticos de aluminio: Sustituya una vez cada 5 años.
- Fusibles: una vez cada 7 años.
- Ventilador: Cuando ha operado en una temperatura ambiental de 86 °F (30 °C) a 104 °F (40 °C), sustituya cada 3.5 años. Cuando ha operado en un ambiente con una temperatura ambiental de menor de 86 °F (30 °C), sustituya cada 5 años.
- Baterías: A fin de mantener la fiabilidad de sistema, las baterías del UPS deberían ser sustituidas en una lista regular programada. Para asegurar la operación confiable, todas las baterías deberían ser sustituidas al mismo tiempo. Use la siguiente tabla para el reemplazo:

Batería Temp. Amb.	Promedio de tiempo de vida	% de reducción
68 – 77 °F (20–25 °C)	aproximadamente 5 años	0%
86 °F (30 °C)	aproximadamente 3.5 años	30%
95 °F (35 °C)	aproximadamente 2.5 años	50%
104 °F (40 °C)	aproximadamente 1.8 años	66%
113 °F (45 °C)	aproximadamente 1.25 años	75%

**Tabla 8.1** Reemplazo de baterías del UPS

### 8.1.3 Reemplazo de partes para modelos 4200PS

El siguiente listado muestra intervalos recomendados para el reemplazo periódico de ciertas partes de UPS:



- Baterías: Las baterías VRLA son de mantenimiento libre respecto únicamente a electrolitos.

El voltaje de carga, temperatura, desempeño y resistencia conexión debe ser monitoreada periódicamente. Acciones correctivas necesarias deben hacerse en orden para asegurar la energía confiable suministrada por el UPS. Las baterías deben ser reemplazadas de 3 a 5 años como mínimo. Todas las baterías deben ser reemplazadas al mismo tiempo.

#### Mantenimiento trimestral

- a. Verificaciones visuales
  1. Salidas
  2. Corrosión sobre terminales positivas
- b. Verifique la temperatura de la batería en la terminal negativa
- c. Mida y grabe el sistema de carga flotante
- d. Mida y grabe las unidades individuales del voltaje de carga flotante

#### Mantenimiento semestral

- a. Repita las revisiones trimestrales
  - b. Desempeño a 10 segundos de promedio alto (p. e. 100 Amperes), prueba de carga en baterías individuales
  - c. Prueba opcional para el propósito de la tendencia del termino de la vida de la batería
  - d. Desempeño de revisiones de conector ínter batería
- Capacitores electrolíticos de aluminio: Sustituya una vez cada 5 años.
  - Fusibles: Una vez cada 7 años.
  - Ventilador: Sustituya cada 3 años.

## 8.2 Semiconductores discretos

Bajo esta denominación se incluyen los diodos y transistores en general. Para reemplazarlos debemos contar con la experiencia y la información necesarias; ésta última se clasifica en: datos del fabricante, manuales de uso general y líneas de sustitución.

Pasos a seguir para el reemplazo de un componente:

1. Identificar el componente por sustituir
2. Establezca las características del componente
3. Elija varios posibles sustitutos

Para los diodos, sí colocamos dos de ellos en paralelo las corrientes que manejarán pueden diferir hasta en una relación de diez a uno, por esta razón no es recomendable la conexión de diodos en paralelo para incrementar la capacidad de manejo de corriente.

Aunque los diodos pueden soportar picos de corrientes no repetitivos hasta 20 veces la corriente normal, un exceso de voltaje inverso puede destruirlos fácilmente. Estos conceptos también son aplicables a los tiristores y a los transistores.

En general, varios rectificadores pueden ser conectados en serie para incrementar el bloqueo de voltaje inverso pero serán vulnerables sí se les somete a conmutaciones rápidas. Además de los factores de seguridad y de los supresores de transitorios ya recomendados, en aplicaciones de potencia con ondas cuadradas o cargas inductivas habrá que utilizar capacitores en paralelo a cada uno de ellos.

La práctica común de diseño busca que sean independientes las ganancias de los transistores, mientras se excede de un valor mínimo. Para la situación deberá asegurarse que el reemplazo cumpla con la condición de ganancia mínima, para cualquier corriente, voltaje, temperatura y frecuencia que vaya a manejar el dispositivo.

Excepto para muy altas corrientes de colector o muy bajos voltajes de colector emisor, la ganancia dinámica ( $h_{fe}$ ) rara vez difiere en más del 20% de la ganancia estática ( $h_{fe}$ ), por lo que no hay que preocuparse demasiado en hacer una distinción entre ellas.

Límites de voltaje, los términos  $V_{CBO}$ ,  $V_{CES}$ ,  $V_{CER}$  y  $V_{CEV}$  son similares, al igual  $V_{CEO}$ ,  $V_{(BR)CEO}$  y  $BV_{CEO}$ . Los segundos equivalen al 50% de los primeros. Otros términos utilizados son  $V_{CEO(SUS)}$  del orden del 80% a 90% de  $V_{CEO}$  y  $V_{CER(SUS)}$  que es igual  $V_{CEO}$ . Si es necesario, se comparan especificaciones de voltaje de transistores de diferentes fabricantes, estas equivalencias pueden eliminar algo de confusión.

Disipación de potencia. Para sustituir el nuevo transistor verifique que sea capaz de disipar igual o mayor potencia que el original, en especial si el encapsulado es diferente y tome en cuenta la importancia de la grasa de silicón cuando utilice disipadores.

Entre los transistores de efecto de campo (FET), sólo los denominados MOSFET o IGFET son susceptibles de descargas estáticas, los de unión JFET son tan robustos como los bipolares.

Las características de disipación de potencia y voltajes máximos entre los FET's son similares a las de los bipolares. Los valores especificados para drenaje-fuente (DS) equivalen a las de colector-emisor (CE) y los de compuerta fuente (GS)

equivalen a los de colector-emisor (CE) y los de compuerta fuente (GS) a los de base-emisor (BE).

Los transistores de unijuntura (UJT) sólo pueden ser sustituidos por otros de iguales características, de lo contrario habría que modificar el circuito, de no conseguir el reemplazo adecuado puede intentar adaptar uno de tipo programable (PUT), pero tendrá que hacer pequeños cambios al circuito. Tenga cuidado de no confundir el símbolo UJT con el JFET y el PUT con el SCR.

En los rectificadores controlados de silicio SCR's, además de su capacidad de bloqueo de voltaje inverso y manejo de corriente, hay que prestar atención a las características de la compuerta, para poder asegurar que se comportarán igual que el original. Una compuerta menos sensible puede dificultar el disparo fuera de tiempo. En el caso de los TRIAC's, dado que tienen cuatro modalidades de disparo, hay que ser más cuidadosos; en principio sólo se garantiza para el primer y tercer cuadrantes, así que para aplicaciones fuera de lo común habrá que seleccionar dispositivos especiales.

Aquí se efectuarán una serie de procedimientos para verificar a los semiconductores discretos.

### **8.2.1 IGBT's**

#### **Procedimiento de apagado**

1. Asegúrese que la potencia de la unidad ha sido desconectada por lo menos 5 minutos antes, para permitir a los capacitores de DC descargarse completamente.
2. Aísle el gabinete de las baterías si es aplicable y/o abra la puerta del frente del gabinete y saque todos los paquetes de baterías, alrededor de seis (6) pulgadas.

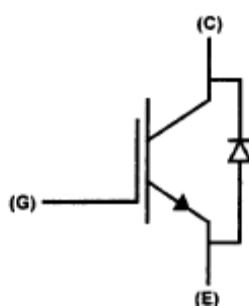
**ADVERTENCIA: Una falla puede existir al jalar los paquetes de baterías, puede resultar en energía remanente de la batería aplicada a los circuitos internos y esto genera un riesgo potencial de descarga.**

3. Realice una inspección visual de todo el circuito expuesto, mirando problemas obvios como conexiones perdidas, componentes quemados, etc.
4. Remueva la Tarjeta de Control y la Tarjeta de Mando de Compuerta y continúe la inspección visual del circuito subyacente.
5. Realizar pruebas de óhmetro a:
  - a) Fusibles de entrada y salida (también el fusible para batería interna si es que aplica)
  - b) Resistencia baja de entrada (10 Ohms)
  - c) Resistores de balance de CD / filtro de capacitores y efectos de no carga / descarga
  - d) Relevadores de bobina de Inicio de secuencia (bobinas: baja resistencia)
  - e) Relevadores de contacto de Inicio de secuencia (normalmente abiertos / cerrados)
  - f) Embobinado de transformador de entrada, muy baja resistencia (si es aplicable)
  - g) Reactores chopper de corriente directa y reactores inversores de salida (muy baja resistencia)
  - h) Switch de temperatura IGBT Klixon (normalmente cerrado)
  - i) Compartimiento de batería-termistor (10 a 24 Ohms)
6. Realizar pruebas de semiconductor a tiristores de batería y tiristores derivación para asegurar que el dispositivo no esté cortocircuitado (A-K: Mega Ohms, G-K: 30-90 Ohms)

**NOTA: Esta verificación es únicamente solicitada para buscar los tiristores cortocircuitados. Esto no es una indicación que el dispositivo no fallará bajo carga total o condiciones dinámicas.**
7. Realice pruebas de semiconductor para todos los chopperes e inversores IGBT's de acuerdo a la tabla 8.2 y 8.3.

**NOTA:** Debido al paralelismo de la trayectoria del circuito, la trayectoria OL resultante en esta tabla no será mostrada, a menos que el IGBT bajo prueba sea aislado del resto del circuito.

Mientras permanezca en el circuito, una indicación de condición de “carga” (debido a las tapas del bus de DC) generalmente será notada. Como los IGBT’s Toshiba son diseñados “falla corto circuito” cualquier lectura (que no sea E-C) que no sea una condición de corto circuito será interpretada como buena.



**Figura 8.1** IGBT aislado

(+) Punta de Prueba	de	(-) Punta de Prueba	de	Resultado
C		E		OL
E		C		≈ 0.2-0.7 V
C		G		OL
G		C		OL
E		G		OL
G		E		OL

**Tabla 8.2** Resultados para IGBT’s del rectificador

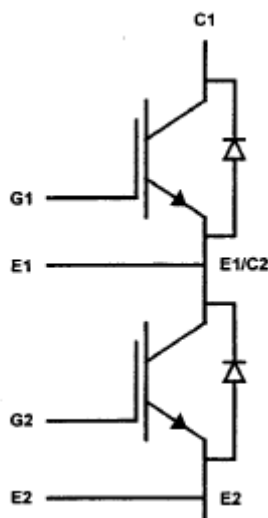


Figura 8.2 IGBT's en conjunto

(+) Punta de Prueba	de	(-) Punta de Prueba	de	Resultado
C1		E1		OL
E1		C1		≈ 0.2-0.7 V
C1		G1		OL
G1		C1		OL
E1		G1		OL
G1		E1		OL
C2		E2		OL
E2		C2		≈ 0.2-0.7 V
C2		G2		OL
G2		C2		OL
E2		G2		OL
G2		E2		OL
E1		E1		0
E2		E2		0

Tabla 8.3 Resultados para IGBT's del inversor

### 8.2.2 Prueba del tiristor de batería de respaldo

1. Con la Tarjeta de Control todavía enganchada permitiendo el acceso a la Tarjeta de Mando de Compuerta, aplique potencia de entrada. La unidad deberá completar la secuencia de reinicio y encontrarse en el modo de DERIVACIÓN o BYPASS. (La unidad default de fabricación para encendido dentro del modo DERIVACIÓN y esta debe ser así, a menos que las

unidades de programación con sus parámetros hayan sido modificados manualmente para obligar a la unidad de encender en el modo de INVERTER [RUN].)

2. Colocar la unidad en modo RUN.
3. Apague el voltaje de entrada y asegúrese que la unidad ha sido cambiada a modo BATTERY.
4. Después de un minuto aproximadamente encienda el voltaje de entrada y asegúrese que la unidad cambia de nuevo a modo INVERTER y que el modo BATTERY este apagado.

### **8.3 Circuitos integrados**

El sustituto de este elemento debe ser igual al original, debido a que trabaja con un conjunto de transistores y demás componentes, en el peor de los casos se podría solamente cambiar de fabricante.

La mayoría de circuitos integrados se caracterizan por dispositivos de dos estados y se agrupan en familias, de acuerdo a sus características generales y características de fabricación.

De los circuitos integrados digitales se conocen actualmente 54 familias, de las cuales muchas ya son obsoletas o tienen aplicaciones muy limitadas, veamos como se identifican a las familias más importantes de los circuitos digitales.

El 90% de los circuitos que habrá que sustituir pertenecen a las familias TTL 54/74, CNOS4000 o ECL10000. En la familia TTL 54/74 se emplean de 4 a 5 dígitos y se incluyen letras intermedias en los casos de subgrupos, siendo característica la inclinación de los números 54 o 74, la tabla 8.4 muestra las variantes en esta familia.



Descripción genérica de las familias TTL 54/74			
Subgrupos principales	Claves		características típicas
	-55 a 125 oC	0 a 70 oC	
Estándar	54xxx	74xxx	10 nS 10 mW
Alta velocidad	54 Hxxx	74 Hxxx	6 nS 22 mW
Baja potencia Baja velocidad	54 Lxxx	74 Lxxx	33 nS 1 mW
Schottky	54 Sxxx	74 Sxxx	3 nS 19 mW
Schottky Baja potencia	54 LSxxx	74 LSxxx	9.5 nS 2 mW
xx representa dígitos de 2 a 3 cifras			

**Tabla 8.4** Descripción genérica de las familias TTL 54/74

La familia CMOS 4000 utiliza 4 dígitos para la identificación de sus componentes, iniciando con los números 40 en la mayor a los de los casos y 45 en otros. Esta familia es de mayor crecimiento actualmente y es la única que incluye compuertas para transmisión de señales analógicas.

La familia ECL10000 se distingue por emplear 5 dígitos de identificación, los que inician con un 105 (para -55 a 125°C) o un 101 (para -30 a 85°C). Las características típicas por compuerta son 2 ns y 100 mW.

Prefijos. Los prefijos que acompañan al número genérico, identifican al fabricante.

La siguiente tabla resume los prefijos que utilizan los fabricantes más reconocidos para sus circuitos integrados digitales.

Prefijos utilizados por los principales fabricantes de circuitos digitales, líneas preferidas.		
Fabricante	prefijo	Comentarios
Fairchild	F	Uso general
Motorola	MC	ECL
	SN	TTL
	MC 1	CMOS
Nacional	DM	TTL
	CD	CMOS 4000
	MM	CMOS 74 C
	SN	Alternativa

RCA	CD	CMOS
Signetics	N	TTL Comercial
	S	TTL Militar
Texas Instrument	SN	TTL y uso general

**Tabla 8.5** Resumen de prefijos de circuitos integrados digitales

En el caso de la línea CMOS de Motorola no hay que confundir el número 1 utilizado en el prefijo con el número genérico.

Sufijos. Los sufijos indican según su colocación, los tipos de encapsulado, rangos de temperatura, de operación, etc., pueden omitirse en el cuerpo del mismo. Conviene comentar en este punto que en ocasiones los números genéricos vienen seguidos de letras que indican características especiales y no tipos de encapsulados o rangos de temperatura, tal es el caso de las letras usadas en los TTL's A y B, o UB utilizadas en CMOS.

Para reemplazar los circuitos de estas familias debe utilizarse de preferencia tipos idénticos (misma marca y línea). Alternativamente por orden de preferencia podrán emplearse otros del igual número pero de diferente marca de la misma línea con funciones similares o de las líneas mejoradas con funciones idénticas.

Circuitos integrados lineales. Esta línea incluye los comparadores, amplificadores operacionales, amplificadores de video, convertidores A/D y D/A, circuitos de fase amarrada (PPL), multiplicadores analógicos, reguladores de voltaje y circuitos de comunicaciones. A diferencia de los circuitos digitales, los analógicos o lineales se diseñaba para ser utilizados en forma independiente en numerosas y diversas aplicaciones.

Para el reemplazo de este tipo de circuitos también hay que partir de su plena identificación, en base a los prefijos, números genéricos y sufijos que los describen.

Número genérico. En este tipo de circuitos no existen familias. El reemplazo de un circuito de los considerados estándares industriales, como el operacional 741, es sencillo por la gran cantidad de fabricantes que lo manejan. Los circuitos utilizan componentes especiales y las reparaciones se dificultan por la escasez. Conviene comentar que los números genéricos pueden incluir letras para especificar variantes eléctricas o estar dados en serie, según sus especificaciones de temperatura, por ejemplo 725, 725A, 725C, 725E; 108/20/308.

Prefijos. Estos identifican al fabricante del circuito.

Sufijos. Estos completan las identificaciones de los circuitos integrados lineales. En cuanto a rango de operación, muchos fabricantes utilizan métodos diferentes de identificación tales como, variar el prefijo o alterar el número genérico.

<b>Prefijos utilizados por los principales fabricantes de circuitos integrados lineales o analógicos</b>		
<b>Fabricante</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Comentarios</b>
Fairchild	uA	Lineales en general
Motorola	MC	uso general
	LM o MLM	equivalente pin por pin a los de National
Nacional	LM	líneas monolíticas
	LF	líneas BI-FET
	AM	analógicos monolíticos
	ADX	convertidores A/D
	LH	lineales híbridos
	TBA	lineales otras marcas
	TDA	lineales otras marcas
RCA	CA	Lineales en general
Signetics	LF, LH, LM	Estándares industriales
	MC, Ua, CA	De otras marcas
	SE	lineales -55 a 125 oC
	SA	lineales -40 a 85 oC
	NE	lineales 0 a 70 oC
	TBA	lineales otras marcas
	TCA	lineales otras marcas
	TDA	lineales otras marcas
Texas Instrument	TL SN52/72	Lineales en general/Estándares industriales

**Tabla 8.6** Principales prefijos de circuitos integrados lineales o analógicos

Para reemplazar los circuitos integrados lineales, aisle el número genérico e intente localizar otro equivalente en otras marcas. En el caso de los estándares industriales el número será idéntico y no tendrá problemas. Antes de adquirir un sustituto verifique que el encapsulado sea compatible.

### **8.3.1 Circuitos integrados para aplicaciones especiales**

En el área digital se tienen circuitos CMOS, las memorias en general, los módulos para reloj, calculadoras electrónicas, CPU's, microprocesadores y los temporizadores timers.

Los circuitos integrados especiales sólo podrán ser reemplazados por otros idénticos del mismo fabricante.

En los modelos Toshiba existe una memoria EEPROM, la cual controla el ajuste de corriente de salida, el acceso a dicha memoria se hace mediante el uso de software de servicio 1600 E3. En las direcciones 8008 guarda la referencia de corriente de salida fase-U y en la 8009 guarda la referencia de corriente de salida fase-V. Estos valores para ambas direcciones de memoria deben ser del mismo valor, por default tiene el valor hexadecimal de 3E.

### **8.3.2 Prueba de pulso de encendido para compuertas de modelos Toshiba**

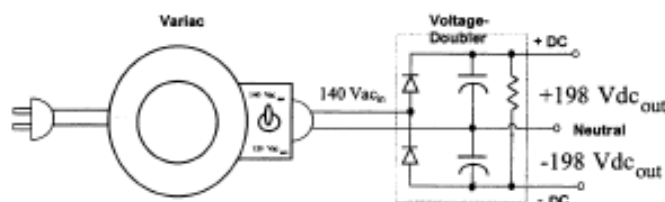
1. Apague energía desde el Variac.
2. En el panel de control PCB1 (UP1C-2310A), puentear los pins 4 y 5 en circuito integrado 5 (IC5). Con esto se elimina la señal bloque de compuerta desde los IGBT's Chopper.
3. Aplique 120 Vca al Variac, y lentamente ajuste el buss de DC a  $395 \pm 5$  Vcd.
4. Usando la tabla 8.7 y la figura 8.4, verifique los Copper IGBT's.
5. Apague la energía del Variac.

6. En el panel de control PCB1 (UP1C-2310A), puentear los pins 4 y 5 en circuito integrado 6 (IC6). Con esto se elimina la señal bloque de compuerta desde los inversores IGBT's.
7. Aplique 120 Vca al Variac, y lentamente ajuste el buss de DC a  $395 \pm 5$  Vcd.
8. Usando la tabla 8.7 y la figura 8.4, verifique los inversores IGBT's.
9. Apague la energía desde el Variac y desconecte el circuito duplicador-de-voltaje desde CN1-1&5 y el sistema neutral. Conecte CN1 de nuevo a la Tarjeta de Mando de Compuerta.
10. Suavemente deslice las bandejas de baterías de vuelta a la unidad hasta que estén totalmente fijados.



### PRECAUCIÓN

Los circuitos de Compuerta-Emisor para IGBT's están aislados y las siguientes verificaciones **DEBERAN** ser hechas respecto a su propio punto de referencia, de lo contrario, daños graves al equipo pueden resultar.



**Figura 8.3** Conexión Variac y duplicador de voltaje

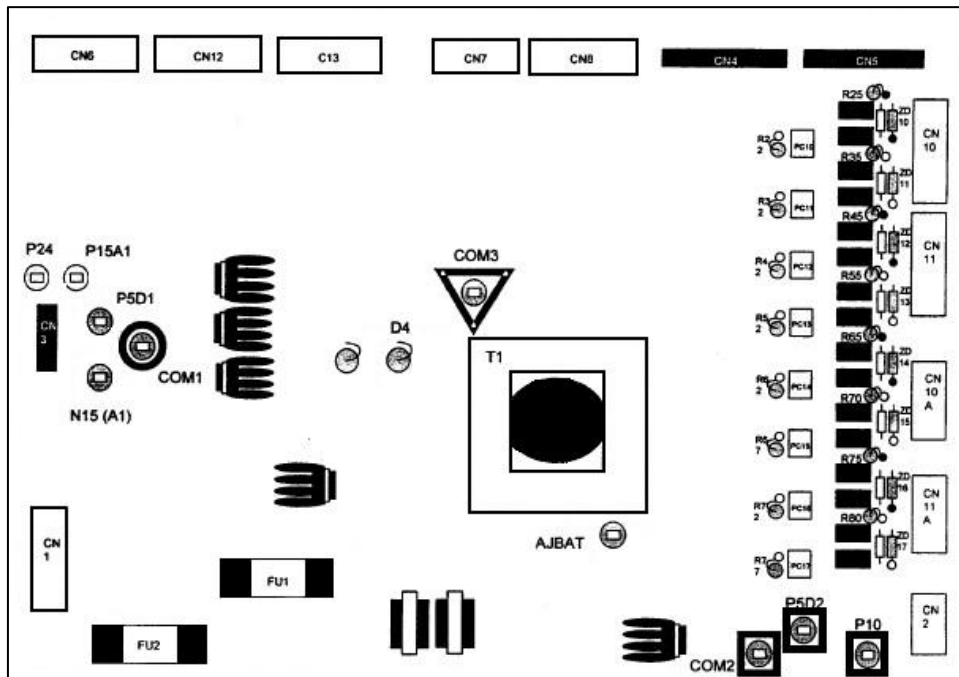


Figura 8.4 Fuentes de poder sobre la tarjeta de control de compuerta

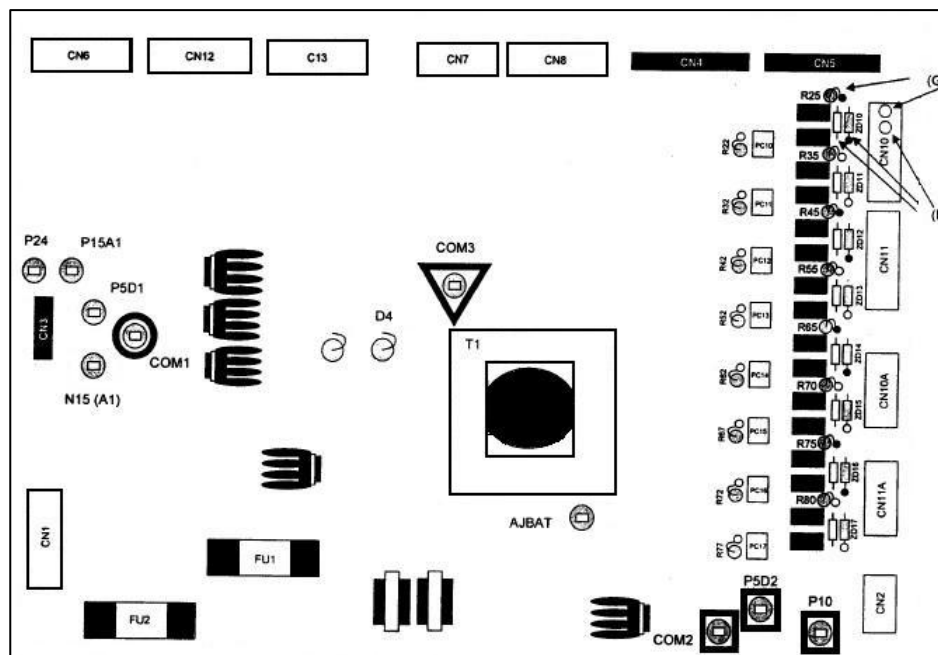


Figura 8.5 IGBT's del rectificador e inversor

IGBT DRIVE	Señal bajo prueba	Pigtail de referencia (E)	Prueba de alcance (G)	Resultado
1	CHPUP	CN10-2	CN10-1	~ 30 Vpp PWM
2	CHPVP	CN10-5	CN10-4	~ 30 Vpp PWM
3	CHPUP	CN10A-2	CN10A-1	~ 30 Vpp PWM
4	CHPVP	CN10A-4	CN10A-3	~ 30 Vpp PWM
5	INVUP	CN11-2	CN11-1	~ 30 Vpp PWM
6	INVVP	CN11-5	CN11-4	~ 30 Vpp PWM
7	INVUN	CN11A-2	CN11A-1	~ 30 Vpp PWM
8	INVVN	CN11A-4	CN11A-3	~ 30 Vpp PWM

**Nota: La señal PWM debe ser ligeramente asimétrica, ligeramente con un mayor voltaje de oscilación en dirección negativa que en la positiva**

Tabla 8.7 Señales de control del IGBT bajo prueba

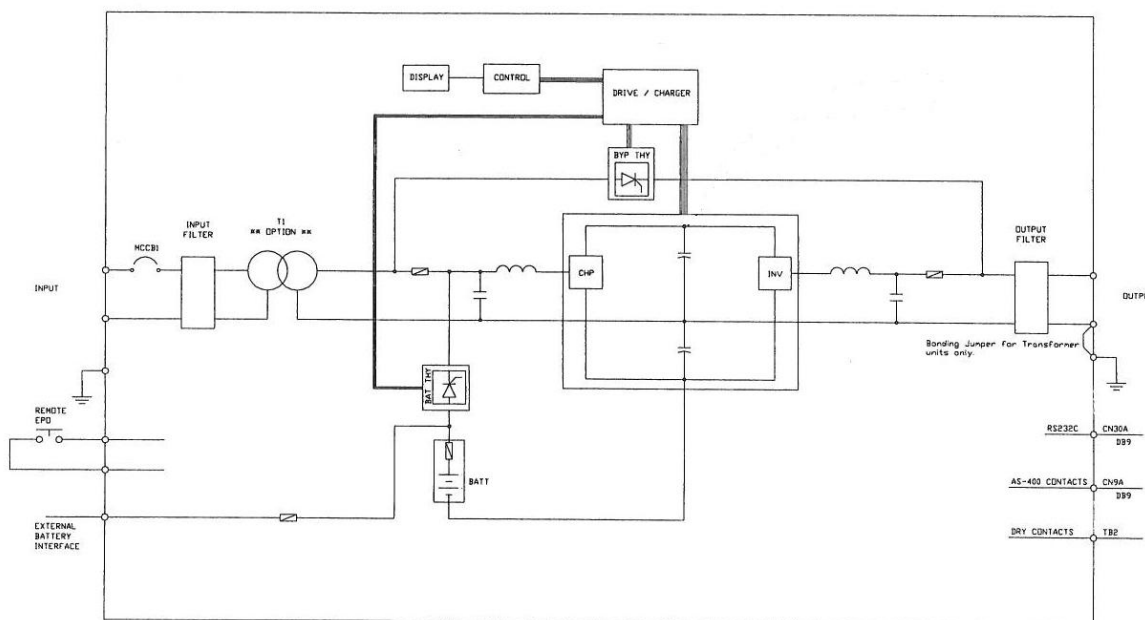


Figura 8.6 Serie E3 una línea

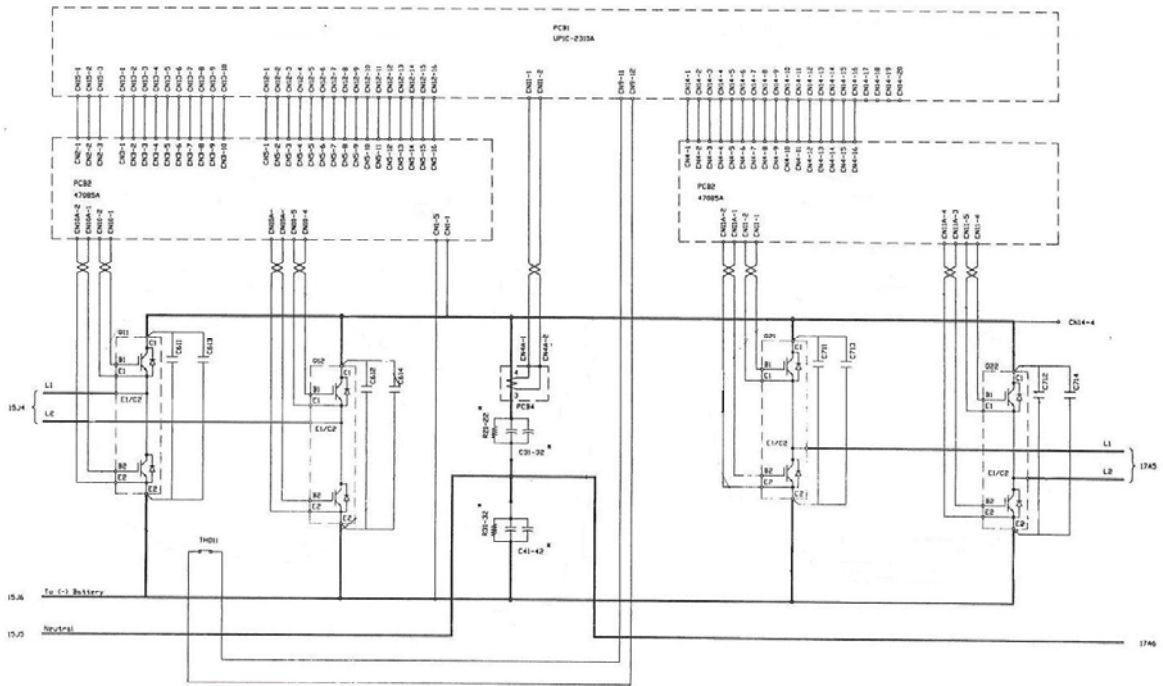


Figura 8.7 UPS Serie E3 3.6 kVA: Rectificador, inversor y tarjeta de control

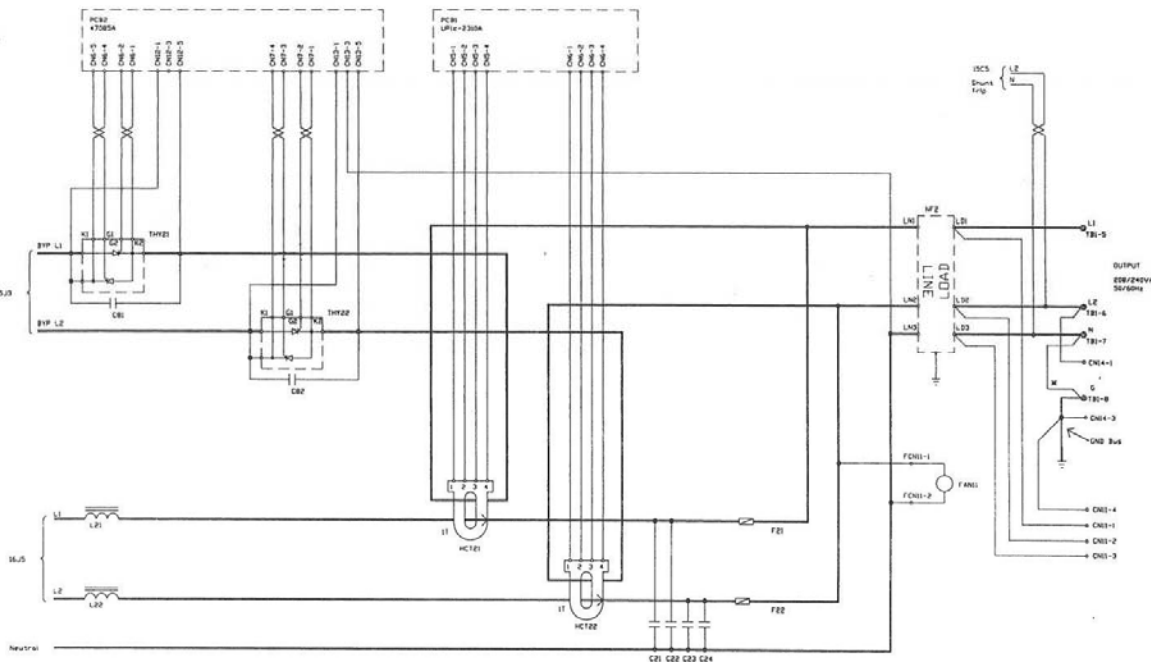


Figura 8.8 UPS Serie E3 3.6 kVA. Derivación



## 8.4 Capacitores

Básicamente un capacitor, en su expresión más simple, está formado por dos placas metálicas (conductoras de la electricidad) enfrentadas y separadas entre sí por una mínima distancia, y un dieléctrico, que se define como el material no conductor de la electricidad (aire, mica, papel, aceite, cerámica, etc.) que se encuentra entre dichas placas.

Material	Permitividad relativa ( $\epsilon_r$ )
Vacío	1
Aire	1,0059
Polietileno	2,5
Porcelana	5...6
Mica	7
Pentóxido Tántalo	26
Cerámica	10 a 50000

**Tabla 8.8** Permitividad relativa de algunos materiales

La magnitud del valor de capacidad de un capacitor es directamente proporcional al área de sus placas e inversamente proporcional a la distancia que las separa.

Los diferentes materiales que se utilizan como dieléctricos tienen diferentes grados de permitividad (diferente capacidad para el establecimiento de un campo eléctrico).

Mientras mayor sea la permitividad, mayor es la capacidad del capacitor. La capacitancia de un capacitor está dada por la fórmula:  $C = \epsilon_r \times A / d$

Donde: C = capacidad,  $\epsilon_r$  = permitividad, A = área entre placas y d = separación entre las placas.

Es decir, cuanto mayor sea el área de las placas, mayor será el valor de capacidad, expresado en millonésimas de farads [ $\mu\text{F}$ ], y cuanto mayor sea la

distancia entre las placas, mayor será el aislamiento o tensión de trabajo del capacitor, expresadas en unidades de Volts, aunque el valor de capacidad disminuye proporcionalmente cuanto más las placas se separan.

Las principales características eléctricas de un capacitor son su capacidad o capacitancia y su máxima tensión entre placas (máxima tensión que es capaz de aguantar sin dañarse).

#### **8.4.1 Voltaje de ruptura de un capacitor**

El voltaje de ruptura es aquel voltaje máximo que se puede aplicar a los terminales del capacitor. Si se sobrepasa, el dieléctrico se puede perforar provocando un corto circuito.

Condensador			Rango de valores	Rango de tensiones máximas de trabajo V <sub>cc</sub>
Tipo	Dieléctrico	Armadura		
Mica	Mica	Aluminio o depósito de plata	2 pF a 22 nF	250 - 4000 V.
Papel	Papel parafinado	Aluminio	1 nF a 10 uF	250 - 1000 V.
Styroflex	Poliestireno	Aluminio	10 pF a 4,7 nF	25 - 63 V.
			4,7 uF a 22 nF	160 - 630 V.
Poliéster	Poliéster	Aluminio	4,7 nF a 1,5 uF	100 - 160 V.
			1 nF a 470 nF	400 - 1000 V.
Poliéster metalizado	Poliéster	Aluminio depositado al vacío	47 nF a 10 uF	63 - 100 V.
			10 nF a 2,2 uF	250 - 400 V.
			10 nF a 470 nF	630 - 1000 V.
Policarbonato metalizado	Policarbonato	Aluminio depositado al vacío	47 nF a 10 uF	63 - 100 V.
			10 nF a 2,2 uF	250 - 400 V.
			10 nF a 470 nF	630 - 1000 V.
Cerámico (grupo 1)	Cerámica	Depósito de plata	0,56 pF a 560 pF	63 - 100 V.
			0,47 pF a 330 pF	250 - 500 V.
Cerámico (grupo 2)	Titanato de Bario	Depósito de plata	4,7 nF a 470 nF	15 - 50 V.
			220 pF a 22 nF	63 - 100 V.
			100pF a 10 nF	250 - 500 V.
			470 pF a 10 nF	1000 V.
Electrolítico de aluminio	Oxido de Aluminio	Aluminio	100 a 10,000 uF	4 - 10 V
			2,2 a 4700 uF	16 - 40 V.
			0,47 a 2200 uF	63 - 160 V.
			2,2 a 220 uF	200 - 450 V.
Electrolítico de tantalio	Oxido de tantalio	Positivo: Tantalio	2,2 a 100 uF	3 - 10 V
		Negativo: Metalizado	220 nF a 22 uF	16 a 40 V

**Tabla 8.9** Voltaje de ruptura de diversos tipos de capacitores

### 8.4.2 Tolerancia del capacitor

Tolerancia: Son los límites dentro de los cuales puede variar el valor teórico o nominal del capacitor.

Tipo de condensador	Gama de tolerancias
Mica	0.5% a 20%
Papel	5%, 10%, 20%
Styroflex (poliestireno)	+/- 1 pF(<50 pF), 2.5%, 5%, 10%
Película de poliéster	5%, 10%, 20%
Poliéster metalizado	5%, 10%, 20%
Policarbonato metalizado	5%, 10%, 20%
Cerámicos (grupo 1)	2%, 5%, 10%
Cerámicos (grupo 2)	(-20 + 50%) (-20 + 80%) +/- 20%
Electrolítico de aluminio	(-10 + 50%) (-10 + 100%) (-20 +30%)
Electrolítico de tantalio	+/-20% (-20 + 50%)

**Tabla 8.10** Tolerancias de diversos tipos de capacitores

### 8.4.3 Corriente de fuga del capacitor

En un capacitor además de la corriente de carga ya conocida, existe otra corriente llamada corriente de fuga, debido a imperfecciones en el dieléctrico que no es un aislante perfecto. Cuando se realicen mediciones de la capacitancia de un capacitor es un parámetro a tomar en cuenta.

- En el capacitor electrolítico de aluminio la corriente de fuga es:  $< 0.05 \mu\text{A} \times \text{volt} \times \mu\text{F}$  y siempre superior a  $4 \mu\text{A}$
- En el capacitor electrolítico de tantalio la corriente de fuga es:  $< 0.02 \mu\text{A} \times \text{volt} \times \mu\text{F}$  y siempre superior a  $1 \mu\text{A}$

La resistencia de aislamiento es el factor causante de las pérdidas que se presentan cuando se aplica corriente continua a un capacitor.

Tipo de condensador	Resistencia de aislamiento en Megaohmios
Mica	> 50,000
Papel	> 100,000
Styroflex (poliestireno)	> 100 y > 100,000 dependiendo del tipo
Película de poliéster	> 100,000
Poliéster metalizado	> 20,000
Cerámicos (grupo 1)	> 5,000 y > 10,000 dependiendo del tipo
Cerámicos (grupo 2)	> 1, > 5,000 y > 10,000 dependiendo del tipo

**Tabla 8.11** Resistencia de aislamiento de diversos tipos de capacitores

#### 8.4.4 Inductancia parásita

La inductancia parásita se debe a la forma en que está construido el capacitor y se representa como una bobina en serie con el mismo.

A bajas frecuencias es despreciable, pero a frecuencias más altas, influye en la reactancia del capacitor y no debe despreciarse.

#### 8.4.5 Relación carga, voltaje y capacidad de un capacitor

La corriente por un conductor es un flujo orientado de cargas eléctricas. Si un capacitor es conectado a una fuente de corriente continua, este recibe carga eléctrica.

El valor de la carga almacenada se obtiene multiplicando la corriente entregada por la fuente por el tiempo durante el cual la fuente estuvo conectada al capacitor. Entonces:  $Q = I \times t$  (carga = corriente x tiempo).

Donde:

Q está en coulombs, I está en amperes y t está en segundos.

Experimentalmente se puede comprobar que la carga almacenada en un capacitor es directamente proporcional al voltaje aplicado entre sus terminales. Entonces:

$Q = C \times V$  (carga = capacidad x voltaje).

Donde:

Q está en coulombs, C está en farads y V está en volts.

Igualando la última ecuación con la primera se tiene que:  $Q = I \times t = C \times V$ .

Despejando:  $V = I \times t / C$ .

Si se mantiene el valor de la corriente "I" constante y como el valor de "C" también es constante, el voltaje "V" es proporcional al tiempo.

#### **8.4.6 Energía almacenada en un capacitor**

La potencia es la capacidad que se tiene de realizar un trabajo en una cantidad de tiempo.

La fórmula:  $P=W/t$  ó  $W=Pt$

Donde:

P = potencia, W = trabajo y t = tiempo

Otra fórmula de potencia es:  $P = V I$

En la última fórmula, si se considera que la corriente es constante (corriente continua), entonces la potencia es proporcional al voltaje. Si el voltaje aumenta en forma lineal, la potencia aumentará igual.

Como la potencia varía en función del tiempo, no se puede aplicar la fórmula

$W = P t$ , para calcular la energía transferida.

El área bajo la curva es igual a la mitad de la potencia en el momento "t", multiplicada por "t". Entonces:  $W = (P t) / 2$ .

Pero se sabe que  $P = V \times I$ . Si se reemplaza esta última fórmula en la anterior se obtiene:  $W = (V I t) / 2$ , y como  $I t = C V$ , entonces:  $W = (C V^2 / 2)$  Joules

Donde:

$W$  = trabajo en joules,  $C$  = capacidad en farads y  $V$  = voltaje en volts en los extremos del capacitor.

#### **8.4.7 El capacitor y la corriente alterna**

A diferencia en del comportamiento de un capacitor con la corriente continua (donde no hay paso de corriente), el paso de la corriente alterna por el capacitor si ocurre.

Otra característica del paso de una corriente alterna en un capacitor es que el voltaje que aparece en los terminales del mismo está desfasado o corrido  $90^\circ$  hacia atrás con respecto a la corriente que lo atraviesa.

Este desfase entre el voltaje y la corriente se debe a que el capacitor se opone a los cambios bruscos de voltaje entre sus terminales.

En la realidad el capacitor tiene una resistencia en serie debido a varios factores: las placas metálicas, el dieléctrico o aislante, etc.

El ESR es el equivalente al factor de calidad Q de los inductores y mientras más pequeño sea mejor.

#### **8.4.8 Tecnología de los capacitores electrolíticos**

A diferencia de los capacitores comunes, los capacitores electrolíticos se han desarrollado para lograr grandes capacidades en dimensiones físicas reducidas.

Este capacitor se logra con un dieléctrico especial. La capacidad de un capacitor tiene la siguiente fórmula:

$$C = EA / d$$

Donde:

A = superficie, d = separación de placas y E = constante dieléctrica.

Si el valor de la constante dieléctrica (E) aumenta, también aumenta la capacitancia del capacitor.

Este dieléctrico es un electrolito constituido por óxido de aluminio impregnado en un papel absorbente.

Cuando se fabrica el capacitor electrolítico, se arrollan dos láminas de aluminio, separadas por un papel absorbente impregnado con el electrolito.



Después se hace circular una corriente entre las placas, con el propósito de provocar una reacción química que creará una capa de óxido de aluminio que será el dieléctrico (aislante). Ver diagrama.

Dentro de la gran variedad de tecnologías de fabricación de capacitores, los electrolíticos son los de mayor capacidad, debido a que se recurre a reducir la separación entre las placas, a aumentar el área enfrentada de las mismas y a la utilización de un dieléctrico de elevada constante dieléctrica.

La fabricación de un capacitor electrolítico comienza enrollando dos láminas de aluminio separadas por un papel absorbente humedecido con ácido electrolítico. Luego se hace circular una corriente eléctrica entre las placas para provocar una reacción química que producirá una capa de óxido sobre el aluminio, siendo este óxido de electrolito el verdadero dieléctrico del capacitor. Para que pueda ser conectado en un circuito electrónico, el capacitor llevará sus terminales de conexión remachados o soldados con soldadura de punto. Por último, todo el conjunto se insertará en una carcasa metálica que le dará rigidez mecánica y se sellará herméticamente, en general, con un tapón de goma, que evitará que el ácido se evapore en forma precoz.

Un término muy común en la jerga de los fabricantes de capacitores electrolíticos es el de protocapacitor, con el cual se denomina a los capacitores fabricados y ensamblados que aun no se les ha hecho circular una corriente para que se forme la capa de óxido de electrolito. Este término lo utilizaremos más adelante para una mejor comprensión en este mismo artículo.

Cabe aclarar que, si bien existen capacitores con dieléctrico de papel, en el caso de los electrolíticos el papel entre placas cumple la función de sostener al ácido uniformemente en toda la superficie de las mismas.

#### **8.4.9 Diversas fallas en capacitores electrolíticos**

Una falla en la uniformidad de la capa de óxido formada en algún punto de las placas produce un cortocircuito o una disminución de la tensión de trabajo del capacitor. Esta condición aumenta una corriente de fuga que provoca el sobrecalentamiento interno y la consiguiente expansión y evaporación del ácido, que al superar por presión el hermetismo del tapón de goma puede destruir por explosión al capacitor.

Si el sellado hermético del capacitor no es bueno, el ácido se seca y deja de actuar como dieléctrico. En este caso, el valor de capacidad se reduce progresivamente.

Un capacitor que en un período de aproximadamente 4 años no recibe tensión (es decir, no se utiliza), comienza a deformarse internamente. En efecto, la capa de óxido de electrolito se reduce por sí misma si el capacitor no es conectado a una fuente de tensión continua, acercándose gradualmente a su condición primitiva de protocapacitor, cuando en fábrica estaba siendo formado. Es por eso que debería tenerse especial cuidado en conocer la fecha de fabricación de estos componentes cuasiperecederos si está por comprar, o preguntar el tiempo de inactividad de un aparato electrónico, si se apresta a repararlo. Un caso similar ocurre cuando se utiliza a un capacitor con tensiones mucho menores a su tensión nominal de trabajo; al estar prácticamente sin polarización de corriente continua, la capa de óxido se irá haciendo cada vez más angosta, hasta provocar la falla del circuito electrónico en donde trabaja.

Al estar los terminales del capacitor unidos por remaches o puntos de soldadura a las placas, existe en ambos casos una cierta resistencia de contacto. Si el capacitor trabaja en una condición de alto rizado (ripple) como, por ejemplo, el filtrado una fuente conmutada (switching), estas uniones eléctricas se calientan y se oxidan. Al calentarse y enfriarse, se dilatan y contraen respectivamente; estas

sucesivas contracciones y dilataciones provocarán el aflojamiento de las uniones de los terminales, llegando incluso a dejar al capacitor en un estado de circuito abierto o con intermitencias, comúnmente llamadas falsos contactos. Por otra parte, estos falsos contactos producen un sobrecalentamiento, que acelera el proceso, en una especie de círculo vicioso. Esta condición especial es la que suele confundir a los técnicos más experimentados, pues un aparato puede funcionar correctamente en el instante inicial de encendido y fallar al alcanzar apenas unos grados de temperatura y viceversa.

#### **8.4.10 Medición y comprobación de capacitores electrolíticos**

Si bien existen varias pruebas y mediciones que pueden realizarse sobre un capacitor, mencionaremos aquellas que especialmente estén al alcance de un estudiante de nivel técnico o un profesional reparador y que sean de utilidad para la detección y solución de fallas en equipos electrónicos.

**COMPROBACIÓN DE CONTINUIDAD:** Se utiliza un óhmetro común para comprobar si el capacitor está en cortocircuito o con fugas de importancia, aunque no se podrá comprobar con certeza que esté a circuito abierto o con intermitencias internas.

**MEDICIÓN DE LA CORRIENTE DE FUGA:** Se realiza con una fuente de alimentación de corriente continua que se ajusta a la tensión nominal de trabajo del capacitor y se aplica al mismo a través de una resistencia de, por ejemplo, 1K ohms. La caída de tensión sobre la resistencia, medida con un voltímetro, o el valor de corriente continua medido con un microamperímetro, luego de producirse la carga inicial, dará idea de la corriente de fuga, que deberá compararse con la especificada por el fabricante en su hoja de datos. Este tipo de medición resulta útil en los capacitores conectados como acoplo entre etapas de, por ejemplo, amplificadores de audio.

**MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD:** Puede utilizarse un puente LCR o un medidor de capacidad (capacímetro) y su lectura servirá para conocer si el valor de capacidad se encuentra dentro del rango de tolerancia especificada por el fabricante. Un capacitor en muy mal estado debería reflejar dicha condición en su valor de capacidad, sin embargo, en la práctica, una variación del 10 % en el valor de capacidad puede ocultar un daño mayor, de hasta el 120 %, si se elige evaluar al capacitor midiendo su Resistencia Serie Equivalente (ESR). La medición de la capacidad será de mayor utilidad para los diseñadores de circuitos de RF, osciladores, circuitos con ajuste de sintonía, etc.

**MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA SERIE EQUIVALENTE (ESR):** Puede realizarse con un generador de RF generalmente ajustado a una frecuencia de unos 50 a 100 kHz. En serie con el capacitor se debe conectar una resistencia igual a la impedancia de salida del generador y en paralelo con él, un milivoltímetro de RF o bien, un osciloscopio. Cuanta más diferencia de potencial exista sobre la resistencia, mejor será el estado del capacitor. Las lecturas tomadas sólo servirán para la frecuencia elegida, perdiendo sentido el realizar comparaciones entre valores de ESR medidos a diferentes frecuencias. También puede utilizarse un medidor especializado de Resistencia Serie Equivalente, como el CAPACheck. Un instrumento de este tipo combina todos los instrumentos de laboratorio mencionados en la medición de ESR, ya conectados y ajustados adecuadamente a la misma frecuencia. Esta comprobación permitirá medir la resistencia serie de sus terminales, su unión a las placas, el estado de sequedad del electrolito interno y de la capa de óxido, es decir, cuán lejos está un capacitor de su condición inicial de protocapacitor, y será muy útil para determinar rápidamente el estado dinámico de los capacitores aún conectados a sus circuitos de trabajo.

Encontramos de la marca Revox Rifa los modelos PEH 430 105°C, PEH 169 85°C y PEH 200 85°C, que están diseñados para UPS's y otras aplicaciones electrónicas de potencia donde se tienen altas corrientes y un tamaño compacto, estos factores son importantes.

Estos modelos son capacitores electrolítico que tiene larga vida diseñado para ofrecer una onda de corriente de alta capacidad y un costo de montaje bajo.

El bajo ESR es el resultado de una muy baja resistencia del sistema electrolito/papel.

El bajo ESR, junto con el concepto del PMS térmico a la onda de corriente una alta capacidad.

Para esta marca tenemos una formula para calcular el tiempo de vida de un capacitor.

$$P_{Loss} = I_{RMS}^2 \times ESR$$

- $P_{Loss}$  = potencia de perdida en el capacitor
- $I_{RMS}$  = corriente de onda
- ESR= resistencia serie equivalente

$$Th = Ta + P_{Loss} \times R_{th}$$

- $Th$  = temperatura de punto caliente
- $Ta$  = temperatura ambiente
- $R_{th}$  = resistencia térmica

LOP = tiempo de vida esperado

- $LOP = A \times 2^{(85-Th/C)}$  horas

Capacitor	Diameter	A	C
PEH 430	25-35	13000	12
PEH 169	35	29000	12
	50	35000	12
	65	44000	12
	75	58000	12

	90	78000	12
PEH 200	35	20000	12
	50	24000	12
	65	30000	12
	75	40000	12
	90	60000	12

**Tabla 8.12** Factores para tiempo de vida operacional de capacitores modelos PEH 430, PEH 169 y PEH 200

Capacitor	Max Ta	Max Th at Max Ta
PEH430	105°C	110°C
PEH169	85°C	0°C (UR<=420 VCD)
	85°C	95°C (UR=450 VCD)
	105°C	112°C
PEH200	85°C	100°C

**Tabla 8.13** Temperaturas para tiempo de vida operacional de capacitores modelos PEH 430, PEH 169 y PEH 200

## PEH430

Rated temperature 105°C  
 Rated voltage (VDC) 10 - 450  
 Diameter range (mm) 22 - 35  
 Temperature range (°C) -40 to +105

Applications: Drives  
 UPS  
 Welding  
 SMPS



a)

## PEH169



Rated temperature 85°C  
 Rated voltage (VDC) 10 - 450  
 Diameter range (mm) 35 - 90  
 Temperature range (°C) -40 to +85

Rated temperature 105°C  
 Rated voltage (VDC) 10 - 350  
 Diameter range (mm) 35 - 90  
 Temperature range (°C) -40 to +105

Applications: Drives  
 UPS  
 Welding

b)

## PEH200



Rated temperature 85°C  
 Rated voltage (VDC) 25 - 550  
 Diameter range (mm) 35 - 90  
 Temperature range (°C) -40 to +85

Applications: Drives  
 UPS  
 Welding

c)

**Figura 8.9** Capacitores para UPS's y otras aplicaciones electrónicas de potencia: a) Modelo PEH 430, 105°C, b) Modelo PEH 169, 85°C, c) Modelo PEH 200, 85°C

En resumen analicemos unos de los principales errores que se cometen con frecuencia al reemplazar estos dispositivos.

Es mejor que el reemplazo tenga un mayor voltaje de trabajo. Los capacitores electrolíticos requieren para tener un larga vida tener en operación un voltaje de polarización de por lo menos el 50% de su voltaje nominal para mantener un buen estado su dieléctrico y no ver reducida su capacitancia con el tiempo. Por ejemplo

si tenemos un capacitor a 16 V y lo vamos a sustituir por uno de 63V es incorrecto, este no debe ser superior a 25V.

Los capacitores con dieléctrico, capacitores fijos no están polarizados, si se conectan al revés no sucede nada, la marca que llevan en uno de sus extremos indica que se debe conectar dicha pata a tierra del circuito para efectos de blindaje. Hay que tener precaución con los capacitores electrolíticos ya que estos si se conectan incorrectamente pueden llegar a explotar.

No deben utilizarse los capacitores electrolíticos para corrientes alternas, ya que la parte negativa de las ondas queda polarizada en inversa. Use otros capacitores fijos o electrolíticos no polarizados para el manejo de corrientes alternas. Se puede implementar un capacitor electrolíticos no polarizado dos del doble del valor deseado en serie y oposición.

Las tolerancias típicas de los capacitores pueden variar desde un -20% a 100% hasta +-1.

La conexión en serie de los capacitores permite aumentar su voltaje de trabajo pero hay que tomar ciertos factores para no caer en un error. Si se utilizan capacitores del mismo valor (recomendado) la capacitancia será  $C/n$  donde  $n$  es el número de capacitores utilizados y  $C$  el valor de cada uno. Recuerde que el valor del voltaje en cada uno será inversamente proporcional a su valor, si algunos por cuestión de tolerancia tienen un valor 20% inferior, recibirá un 20% más de voltaje que los demás. Cuide que ninguno reciba más del voltaje del que pueda soportar.

Esta frase es un error, “el tipo de dieléctrico no afecta mientras el valor de la capacitancia sea el correcto”, debido a que existen perdidas por absorción. La inductancia asociada a la construcción de algunos capacitores puede ocasionar problemas en frecuencias altas. Las corrientes de fuga son las que ocasionan que los capacitores no retengan su carga por tiempo indefinido, esto presenta



problemas serios en circuitos de tiempo y de muestreo. Para este tipo de circuito procure usar capacitores de poliéster, papel, tantalio, cerámicos, etc.

Los coeficientes de temperatura es muy importante sobre todo en circuitos como osciladores y sintonizados. Los dieléctricos más estables son la mica, la cerámica de bajo coeficiente dieléctrico y el mylar. Los capacitores cerámicos tienen coeficiente cero.

Los buenos manuales de servicio especifican el tipo de dieléctrico de los capacitores críticos.

## **8.5 Resistencias**

Desde el punto de vista de la resistividad, podemos encontrar materiales conductores (no presentan ninguna oposición al paso de la corriente eléctrica), aislantes (no permiten el flujo de corriente), y resistivos (que presentan cierta resistencia). Dentro de este último grupo se sitúan las resistencias.

Las resistencias o resistores son componentes eléctricos pasivos en los que la tensión instantánea aplicada es proporcional a la intensidad de corriente que circula por ellos. Su unidad de medida es el ohm.

Se pueden dividir en tres grupos:

- Resistencias lineales fijas: su valor de resistencia es constante y está predeterminado por el fabricante.
- Resistencias variables: su valor de resistencia puede variar dentro de unos límites.

- Resistencias no lineales: su valor de resistencia varia de forma no lineal dependiendo de distintas magnitudes físicas (temperatura, luminosidad, etc.).

### **8.5.1 Resistencias lineales fijas**

Estos componentes de dos terminales presentan un valor nominal de resistencia constante (determinado por el fabricante), y un comportamiento lineal.

#### **8.5.1.1 Características técnicas**

A continuación se mencionan las especificaciones técnicas más importantes que podemos encontrar en las hojas de características que nos suministra el fabricante.

Resistencia nominal ( $R_n$ ): Es el valor óhmico que se espera que tenga el componente.

Tolerancia: Es el margen de valores que rodean a la resistencia nominal y en el que se encuentra el valor real de la resistencia. Se expresa en tanto por ciento sobre el valor nominal.

Los valores de resistencia nominal y tolerancia están normalizados a través de la norma UNE 20 531 79 de tal forma que disponemos de una gama de valores y sus correspondientes tolerancias (series de valores normalizados y tolerancias para resistencias) a las que tenemos que someternos a la hora de elegir la resistencia necesitada.

Potencia nominal ( $P_n$ ): Es la potencia (en vatios) que la resistencia puede disipar sin deteriorarse a la temperatura nominal de funcionamiento.

Tensión nominal ( $V_n$ ): Es la tensión continua que se corresponde con la resistencia y potencia nominal.

Intensidad nominal ( $I_n$ ): Es la intensidad continua que se corresponde con la resistencia y potencia nominal.

Tensión máxima de funcionamiento ( $V_{max}$ ): Es la máxima tensión continua o alterna eficaz que el dispositivo no puede sobrepasar de forma continua a la temperatura nominal de funcionamiento.

Temperatura nominal ( $T_n$ ): Es la temperatura ambiente a la que se define la potencia nominal.

Temperatura máxima de funcionamiento ( $T_{max}$ ): Es la máxima temperatura ambiente en la que el dispositivo puede trabajar sin deteriorarse. La disipación de una resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura ambiente en la que está trabajando.

Coefficiente de temperatura ( $C_t$ ): Es la variación del valor de la resistencia con la temperatura.

Coefficiente de tensión ( $C_v$ ): Es la variación relativa del valor de la resistencia respecto al cambio de tensión que la ha provocado.

Estabilidad, derivas: Representa la variación relativa del valor de la resistencia por motivos operativos, ambientales, periodos largos de funcionamiento, o por el propio funcionamiento.

Ruido: Se debe a señal (o señales) que acompañan a la señal de interés y que provoca pequeñas variaciones de tensión.

Clase	Tipo	Principio de fabricación		Gama de potencias (W)	Gama de valores	Gama de tolerancias +/- %	Ruido	V máx.	Coef. de Temp. %°C	Temp. máxima superf.
<b>Carbón</b>	carbón aglomerado o de composición	masas de carbón en polvo y aislante prensada		1/4W 1/2W 1W 2W	10-10M 3,3-22M 10-22M 220-22M	5%, 10% 20%	<20	150V 250V 500V 500V	-0,4% -2%	150°C
<b>Carbón</b>	Capa de carbón	capa de carbón cristalizado	sin ajuste	1/2W 1W	3,3-22M 10-10M	5%-10%	<2	300V 450V	-0,2% -0,5%	150°C
Con ajuste espilado	1/8W 1/4W 1/2W 1W 2W	10-330K 1-1M 1-22M 3,3-22M 10-22M	normal 2%-5% 10% envejecidas 0,5%-1% 2%	- <2 - -	150V 250V 500V 750V 750V	- -0,2% -0,5% -	- 150°C -	-	-	-
<b>Metálicas</b>	Capa	capa de níquel y cromo aleados		1/4W 1/2W 1W	1-1M 0,47-1,5M 1-4,7M	0,1%, 0,5% 1%, 2%	<0,3	200V 300V 500V	-0,1% +0,1% -	175°C
<b>Metálicas</b>	Metal precioso	capa de oro y platino aleados		1/4W 1/2W 1W	0,33-220K	0,5%, 1%	<0,1	-	+0,25% +0,35%	300°C
<b>Metálicas</b>	Oxido metálico	capa de oxido de estaño		-	10-1M	1%, 2% 5%	0,5-2	-	-0,4% +0,4%	250°C
<b>Bobinadas</b>	Bobinadas	bobina de hilo resistivo sobre tubo cerámico o fibra de vidrio		De 1W-30W de bridas 5W-3KW	- 0,1-22K 0,1-1M	- 2%, 5% 10%	- <0,1	- E+1<W	- -0,1% +0,1%	- 400°C

**Tabla 8.14** Características técnicas para distintos tipos de resistencias lineales fijas

### 8.5.2 Resistencias variables

Estas resistencias pueden variar su valor dentro de unos límites. Para ello se les ha añadido una tercera terminal unida a un contacto móvil que puede desplazarse sobre el elemento resistivo proporcionando variaciones en el valor de la

resistencia. Esta terminal puede tener un desplazamiento angular (giratorio) o longitudinal (deslizante).

Según su función en el circuito estas resistencias se denominan:

**Potenciómetros:** se aplican en circuitos donde la variación de resistencia la efectúa el usuario desde el exterior (controles de audio, video, etc.).

**Trimmers, o resistencias ajustables:** se diferencian de las anteriores en que su ajuste es definitivo en el circuito donde van aplicadas. Su acceso está limitado al personal técnico (controles de ganancia, polarización, etc.).

**Reóstatos:** son resistencias variables en las que una de sus terminales extremas está eléctricamente anulada. Tanto en un potenciómetro como un trimmer, al dejar unos de sus terminales extremos al aire, su comportamiento será el de un reóstato, aunque estos están diseñados para soportar grandes corrientes.

#### **8.5.2.1 Características técnicas**

Estas son las especificaciones técnicas más importantes que podemos encontrar en las hojas de características que nos suministra el fabricante.

**Recorrido mecánico:** Es el desplazamiento que limitan los puntos de parada del cursor (puntos extremos).

**Recorrido eléctrico:** Es la parte del desplazamiento que proporcionan cambios en el valor de la resistencia. Suele coincidir con el recorrido mecánico.

Resistencia nominal ( $R_n$ ): Valor esperado de resistencia variable entre los límites del recorrido eléctrico.

Resistencia residual de fin de pista ( $r_f$ ): Resistencia comprendida entre el límite superior del recorrido eléctrico del cursor y el contacto B (ver figura).

Resistencia residual de principio de pista ( $r_d$ ): Valor de resistencia comprendida entre límite inferior del recorrido eléctrico y el contacto A (ver figura).

Resistencia total ( $R_t$ ): Resistencia entre los terminales fijos A o A' y B, sin tener en cuenta la conexión del cursor e incluyendo la tolerancia. Aunque a efectos prácticos se considera igual al valor nominal ( $R_t=R_n$ ).

Resistencia de contacto ( $r_c$ ): Resistencia que presenta el cursor entre su terminal de conexión externo y el punto de contacto interno (suele despreciarse, al igual que  $r_d$  y  $r_f$ ).

Temperatura nominal de funcionamiento ( $T_n$ ): Es la temperatura ambiente a la cual se define la disipación nominal.

Temperatura máxima de funcionamiento ( $T_{max}$ ): Máxima temperatura ambiente en la que puede ser utilizada la resistencia.

Potencia nominal ( $P_n$ ): Máxima potencia que puede disipar el dispositivo en servicio continuo y a la temperatura nominal de funcionamiento.

Tensión máxima de funcionamiento ( $V_{max}$ ): Máxima tensión continua (o alterna eficaz) que se puede aplicar a la resistencia entre los terminales extremos en servicio continuo, a la temperatura nominal de funcionamiento.

**Resolución:** Cantidad mínima de resistencia que se puede obtener entre el cursor y un extremo al desplazar (o girar) el cursor. Suele expresarse en % en tensión, en resistencia, o resolución angular.

**Leyes de variación:** Es la característica que particulariza la variación de la resistencia respecto al desplazamiento del cursor. Las más comunes son la ley de variación lineal, y la logarítmica (positiva y negativa).

**Linealidad o conformidad:** Indica el grado de acercamiento a la ley de variación teórica que caracteriza su comportamiento, y es la máxima variación de resistencia real que se puede producir respecto al valor total (nominal) de la resistencia.

### **8.5.2.2 Clasificación de las resistencias variables**

Los materiales usados para la fabricación de estas resistencias suelen ser los mismos que los utilizados para las resistencias fijas, es decir, mezclas de carbón y grafito, metales y aleaciones metálicas. La diferencia fundamental, a parte de las aplicaciones, está en los aspectos constructivos. Tomando este criterio podemos hacer la siguiente clasificación:

#### 1) DE CAPA

- Carbón.
- Metálica.
- Cermet.

#### 2) BOBINADAS

- Pequeña disipación.
- Potencia.
- Precisión.

### 8.5.2.2.1 Resistencias variables de capa

**1) Resistencias variables de capa de carbón.** Están constituidas por carbón coloidal (negro de humo), mezclado en proporciones adecuadas con baquelita y plastificantes. Bajo estas características podemos encontrarnos con:

a) Potenciómetros de carbón

- Valores de resistencias entre 50 y 10M Ohms.
- Tolerancias del +/- 10% y +/- 20%.
- Potencias de hasta 2W.
- Formatos de desplazamiento giratorio y longitudinal, con encapsulado simple, doble resistencia o con interruptor incorporado.

b) Trimmers de carbón

- Valores usuales entre 100 y 2M Ohms.
- Potencia de 0.25W.
- Pequeñas dimensiones y bajo coste.

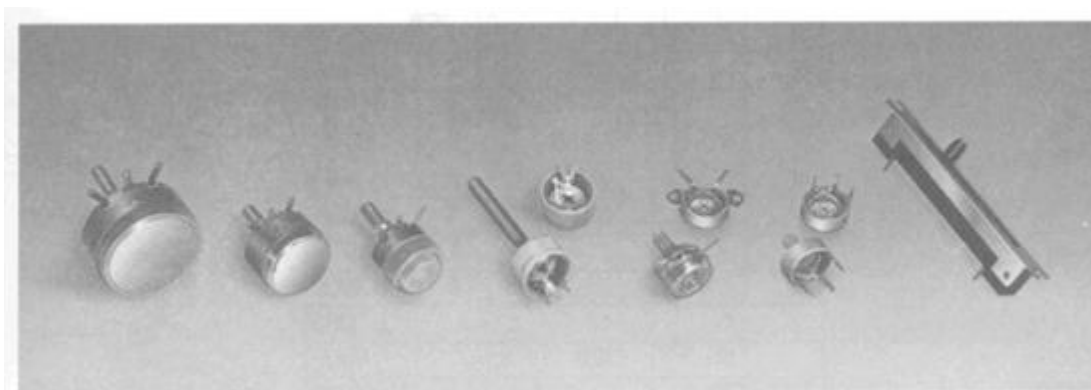
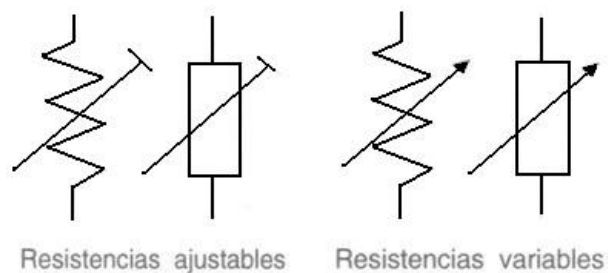
**2) Resistencias variables de capa metálica.** Las capas de estos tipos de resistencias están formadas en base a mezclas de óxidos de estaño y antimonio depositadas sobre un soporte de vidrio generalmente. El cursor, como en las de capa de carbón, suele ser de aleaciones de cobre y oro o plata, tomando los terminales de salida en contactos metalizados practicados sobre la capa. Básicamente nos encontraremos con potenciómetros. Como características importantes tenemos:

- Bajas tolerancias: +/- 5%, +/- 2%, +/- 1%.
- Potencias desde 0.25W a 4W.
- Muy bajo ruido de fondo.
- Buena linealidad: 0.05%.



**3) Resistencias variables de capa tipo cermet.** La capa está constituida por mezcla aglomerada de materiales vítreos y metales nobles, depositada sobre un sustrato de cerámica. Las principales aplicaciones son para ajustes con lo que nos vamos a encontrar fundamentalmente con trimmers. Sus características principales son:

- Valores desde 10 a 2M Ohms.
- Potencias entre 0.5 y 2W.
- Elevada precisión en modelos multivuelta.
- Muy buena linealidad y resolución.



**Figura 8.10** Resistencias variables

### 8.5.2.2 Resistencias variables bobinadas

**1) Resistencias variables bobinadas de pequeña disipación.** La constitución de este tipo de resistencias es muy parecida a la de las resistencias bobinadas fijas. Suelen usar los mismos materiales, aleaciones Ni-Cu para pequeños valores de resistencia y Ni-Cr para valores altos. Su principal aplicación es la limitación de corriente en circuitos serie, por lo que se pueden denominar reóstatos, aunque la potencia que pueden aguantar no es muy elevada, por lo que también los encontraremos en aplicaciones como potenciómetros. Sus características son las siguientes:

- Valores desde 50 hasta 50K Ohms.
- Tolerancias entre +/-10% y +/-5%.
- Potencia nominal entre 0,5 y 8W.
- Ruido de fondo despreciable.

**2) Resistencias variables bobinadas de potencia.** Se pueden comparar a los modelos vitrificados de alta precisión de las resistencias fijas. Este tipo de resistencias son las que realmente se denominan reóstatos, capaces de disipar elevadas potencias aplicadas como limitadores de corriente. Entre sus características podemos destacar:

- Valores desde 1 a 2.5K Ohms para potencias de hasta 50W, hasta 5K Ohms para 100W y hasta 10K Ohms para 250W.
- Tolerancias del +/-10% y +/-5%.
- Potencias nominales entre 25W y 1KW.
- Temperatura máxima de funcionamiento en torno a los 200 °C.

**3) Resistencias variables bobinadas de precisión.** En este tipo se usan aleaciones metálicas de pequeña resistividad (Au-Ag) en lugar de aumentar el diámetro del hilo y así conseguir pequeños valores con reducidas dimensiones. Por sus aplicaciones, a este tipo se les suele denominar trimers bobinados. Sus características principales:

- Valores resistivos de 5 a 100K Ohms.
- Tolerancias del +/-5% y +/-1%.
- Disipación de potencia de 0,75 a 1,5W.
- Linealidad comprendida entre +/-1% y +/-0,15%.
- Resolución del orden de 0,001.
- Modelos multivuelta y simples.

### **8.5.3 Resistencias no lineales**

Estas resistencias se caracterizan porque su valor de resistencia, que varía de forma no lineal, es función de distintas magnitudes físicas como puede ser la temperatura, tensión, luz, campos magnéticos, etc. Así estas resistencias están consideradas como sensores. Entre las más comunes podemos destacar las siguientes:

- Termistores o resistencias NTC y PTC. En ellas la resistencia es función de la temperatura.
- Varistores o resistencias VDR. En ellas la resistencia es función de la tensión.
- Fotorresistencias o resistencias LDR. En estas últimas la resistencia es función de la luz.

### 8.5.3.1 Termistores

En estas resistencias, cuyo valor en ohms cambia con la temperatura, además de las características típicas en resistencias lineales fijas como valor nominal, potencia nominal, tolerancia, etc., que son similares para los termistores, hemos de destacar las siguientes:

**Resistencia nominal:** En estos componentes este parámetro se define para una temperatura ambiente de 25°C.

**Auto calentamiento:** Este fenómeno produce cambios en el valor de la resistencia al pasar una corriente eléctrica a su través. Hemos de tener en cuenta que también se puede producir por una variación en la temperatura ambiente.

**Factor de disipación térmica:** Es la potencia necesaria para elevar su temperatura en 1 °C. Dentro de los termistores podemos destacar dos grupos: NTC y PTC.

**1) Resistencias NTC.** Esta resistencia se caracteriza por su disminución del valor resistivo a medida que aumenta la temperatura, por tanto presenta un coeficiente de temperatura negativo.

Entre sus características se pueden destacar: resistencia nominal de 10 ohmios a 2M, potencias entre 1 microvatio y 35W, coeficiente de temperatura de -1 a -10% por °C; y entre sus aplicaciones: regulación, compensación y medidas de temperaturas, estabilización de tensión, alarmas, etc.

**2) Resistencias PTC.** Estas resistencias a diferencia de las anteriores, tienen un coeficiente de temperatura positivo, de forma que su resistencia aumentará como consecuencia del aumento de la temperatura (aunque esto sólo se da en un margen de temperaturas).

### 8.5.3.2 Varistores

Estos dispositivos (también llamados VDR) experimentan una disminución en su valor de resistencia a medida que aumenta la tensión aplicada en sus extremos. A diferencia de lo que ocurre con las NTC y PTC la variación se produce de una forma instantánea.

Las aplicaciones más importantes de este componente se encuentran en: Protección contra sobre tensiones, regulación de tensión y supresión de transitorios.

### 8.5.3.3 Foto resistencias

Estas resistencias, también conocidas como LDR, se caracterizan por su disminución de resistencia a medida que aumenta la luz que incide sobre ellas.

Las principales aplicaciones de estos componentes son: Controles de iluminación, control de circuitos con relés, en alarmas, etc.

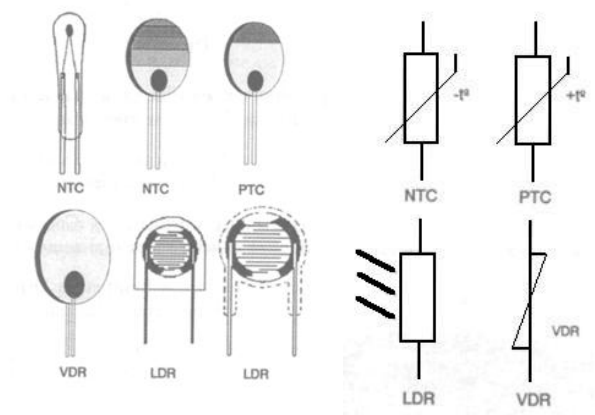


Figura 8.11 Foto resistencias

En resumen podríamos decir que las resistencias más utilizadas son de carbón, de película de carbón, de película de metal y de alambre.

Las resistencias de alambre no presentan ruido adicional y son las mejores a este respecto. En los circuitos que trabajan con muy bajo nivel de voltaje deben evitar usar resistencias de carbón, ya que sus niveles de ruido pueden llegar a ser mayor que la misma señal del proceso.

Defectos para altas frecuencias. En altas frecuencias se hace notoria la capacitancia entre las terminales que en las de 0.5 W alcanzan 0.5 pF. Las resistencias de alambre llegan a mostrar de 10 a 100  $\mu$ H, a menos que sean del tipo de baja inductancia y también muestran capacitancias parásitas de 5 a 10 pF. En estas aplicaciones hay que tener cuidado para elegir los reemplazos.

# **CAPITULO 9**

## **BATERÍAS**

## CAPÍTULO 9. BATERÍAS

### 9.1 Componentes de una batería

Sin las baterías el UPS carecería de sentido, pues su funcionalidad depende del almacenamiento de la energía eléctrica en las baterías o acumuladores de energía.

La batería es un aparato electroquímico que transforma energía química en energía eléctrica.

Una celda consiste de dos placas metálicas separadas por un electrolito el cual va a provocar una reacción química y generando un voltaje o diferencia de potencial entre las dos placas.

Los componentes que constituyen una batería son:

- **Electrolito:** Es un conductor iónico que con el paso de la corriente eléctrica se transforma. Este elemento químico puede ser sólido, líquido o tener forma de pasta.
- **Electrodos:** Son dos conductores que se encuentran sumergidos en el electrolito. Son metálicos, uno hace de polo positivo (cátodo) y el otro de polo negativo (ánodo).
- **Rejilla:** La batería esta formada por varias rejillas o celdas cargadas iónicamente y que facilitan el traspaso de electrones de una celda a otra. Con la ayuda del electrolito, la tensión que son capaces de mantener las celdas varía de 1.2 a 2 volts, dependiendo de la clase de batería.

Ese voltaje es muy pequeño, así que para obtener voltajes más altos, se conectaban varias celdas en serie o en batería, siendo la razón por la cual se les llama baterías.



A continuación se muestran algunas baterías típicas:

- Alcalina (1.5 V)
- Zinc-carbón (1.5 V)
- Plomo-ácido (2.0 V)
- Litio (3.0 V)
- Níquel-cadmio (1.2 V)

Hace años, las baterías utilizadas para UPS's eran de plomo-ácido, pero presentaban una serie de problemas ya que contenían el ácido en forma líquida y dicho ácido (ácido sulfúrico) al entrar en contacto con el aire, cuando se produce algo de evaporación, genera una sulfatación lo cual corroe el contenido metálico donde se alojaban las baterías.

De tal manera que se tenía que dar mantenimiento de limpieza a dichas baterías una o dos veces al año.

Ahora se tienen las baterías tipo gel, las cuales son también de plomo-ácido, pero el ácido está contenido en forma de gelatina y de esta manera la batería no tiene líquido que derramar aparte de otras ventajas.

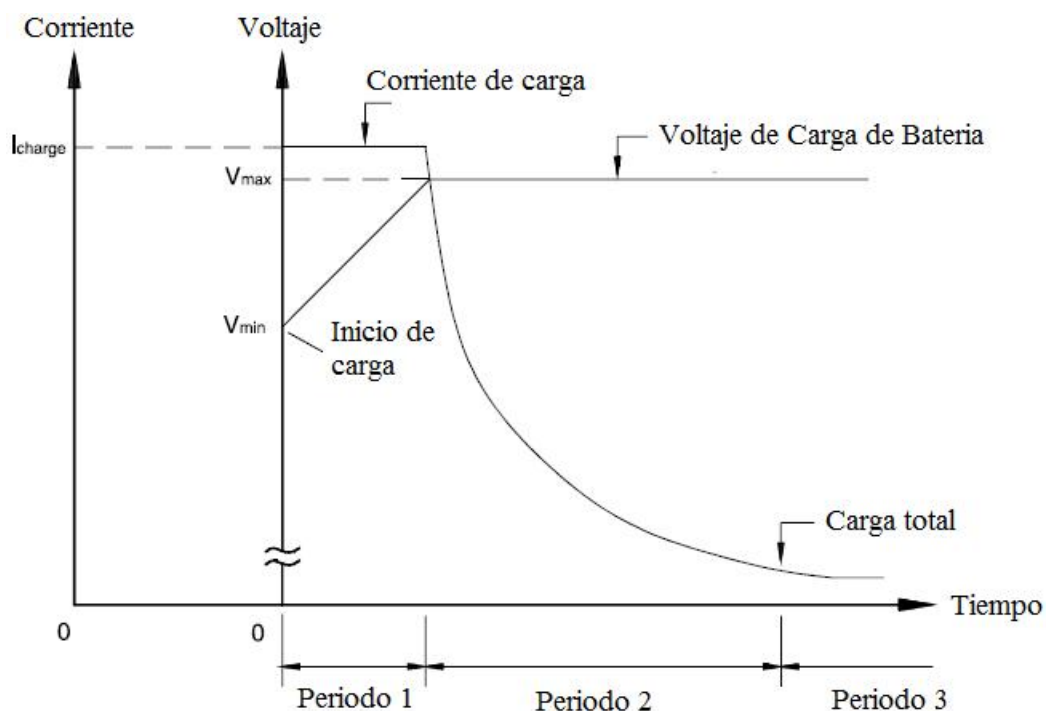
La batería tipo gel así como la batería de plomo-ácido tienen un voltaje de celda de 2.0 volts, este es su voltaje nominal.

## **9.2 Voltaje de flotación**

La batería con el tiempo se puede descargar aún y cuando no se utilice, debido a que hay una corriente de descarga mínima entre las placas. Debido a ello, es necesario dar a las baterías un voltaje llamado de flotación, que es un nivel ligeramente mayor al nominal y de esta manera evitamos que la batería se descargue y esté 100% cargada (figura 9.1).

La gráfica muestra la representación del proceso de recarga del banco de baterías después de una descarga total, el cual consiste en tres periodos:

- 1) Durante el primer periodo la corriente de carga es mantenida a un valor constante el cual es el máximo valor que se puede usar para cargar las baterías (mínimo tiempo de recarga) por seguridad y larga vida de las baterías.
- 2) En el segundo periodo, inicia con un control de voltaje constante y la corriente decrece gradualmente hasta que la carga en las baterías este en el estado normal de carga total.
- 3) En el tercer periodo, una pequeña corriente continúa fluyendo dentro de las baterías para mantenerlas en carga total y en el nivel normal de voltaje de flotación.



**Figura 9.1** Representación del proceso de recarga del banco de baterías después de una descarga total

El voltaje de flotación para las baterías de gel es de 2.25 volts por celda (vpc).

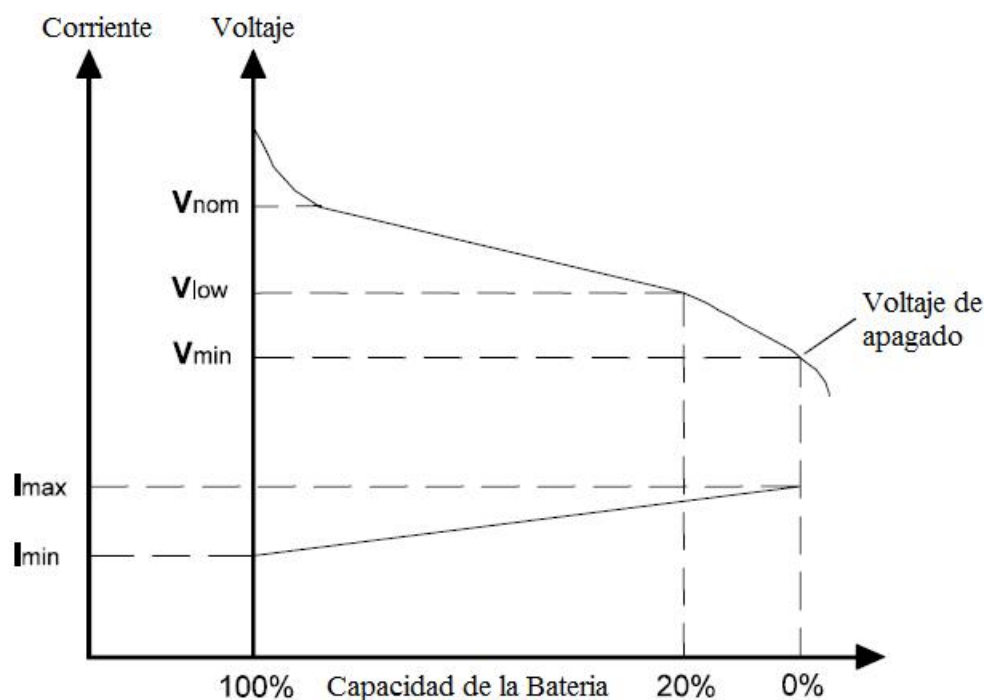
En las baterías que tienen liquido como las de auto, una vez descargadas es necesario darles un voltaje de recarga el cual es ligeramente mayor al de flotación siendo el valor de 2.33 vpc y se llama Voltaje de igualación.

Pero en las baterías tipo gel no se recomienda darles voltaje de igualación una vez que se descarga la batería. Con el voltaje de flotación es suficiente para recargarlas.

Cuando estamos pidiendo corriente a la batería, se dice que la estamos descargando. El mínimo voltaje en la batería cuando la descargamos es de 1.75 vpc o 10.5 volts (Voltaje mínimo) para batería de 12 volts (figura 9.2).

Si descargamos la batería a un valor menor a 10.5 volts, hay peligro de que la batería ya no se pueda recargar y se dañe, teniendo que reemplazarla.

Por tal razón la lógica del UPS debe cuidar de desconectar la batería cuando llegue a 10.5 volts.



**Figura 9.2** Voltaje mínimo permisible de batería en el proceso de descarga

Una excesiva descarga causará que el voltaje del banco de baterías rebase los niveles tolerables. La tabla 9.1 muestra el nivel de voltaje donde la alarma del UPS sonará, y también el nivel de bajo-voltaje donde la unidad automáticamente se apagará.

<b>Voltaje nominal</b>	240 VCD
<b>Voltaje de alarma</b>	225 VCD
<b>Voltaje mínimo de apagado</b>	210 VCD

**Tabla 9.1** Niveles de voltaje del UPS

Finalmente, el UPS está controlado por una tarjeta lógica donde generalmente encontramos un microcontrolador o un microprocesador, el cual toma decisiones tales como las siguientes:

- Apagado del UPS por bajo voltaje de batería.
- Detección del nivel de voltaje de baterías para que aun y cuando el voltaje varié, el inversor entregue un voltaje regulado a la carga.
- Detección del voltaje de entrada para encender el inversor.
- Detección de regreso de voltaje de entrada a niveles normales para apagar el inversor y comenzar a recargar las baterías.

Hay equipos UPS desde 250 volts-ampere hasta 1000 kVA., así que obviamente la lógica de control del equipo varía bastante dependiendo del UPS y de la capacidad.

### **9.3 Consideraciones técnicas**

En una batería hay que tener en cuenta tres consideraciones técnicas:

- La capacidad de descarga: La capacidad de una batería es la cantidad máxima de energía eléctrica que puede llegar a suministrar desde su carga plena hasta su descarga completa. Dicho en fórmula física, sería el producto de la intensidad de corriente, por el tiempo de descarga. La unidad de medida es el Ampere-hora (Ah). Como ejemplo, diremos que una batería de 100 Ah puede suministrar 100 amperes en una hora.

Es importante saber la nomenclatura, en cualquier batería nos encontramos la inscripción XX Ah YY. El significado de la inscripción es fácil de recordar:

XX significa la capacidad de la batería.

YY nos indica el tiempo de la descarga.

- La profundidad de la descarga: Este aspecto técnico de la batería es bastante importante en relación con las energías renovables. Existen dos tipos de baterías desde el punto de vista de la profundidad de la descarga:

las baterías de descarga superficial y las de descarga profunda. En las instalaciones de cualquier tipo de UPS solamente se utilizan las baterías de descarga profunda, ahora veremos el por qué. Cuando hablamos de la profundidad de descarga nos referimos al tanto por ciento que se utiliza de la capacidad en un ciclo de carga y descarga.

Descarga superficial. Este tipo de baterías tienen una descarga media que no supera el 15% pero puede llegar al 50%.

Descarga profunda. Estas baterías tienen una descarga media del 25%, pudiendo llegar al 80%.

- Ciclos de una batería: Un ciclo es el tiempo transcurrido desde una carga completa hasta una descarga de la batería. La vida útil de una batería se mide en cantidad de ciclos que puede llegar a soportar.

El fabricante esta obligado a indicar el número de ciclos de la batería y la profundidad de la descarga, así como la nomenclatura que hemos observado anteriormente.

#### **9.4 Tipos de baterías**

Aunque existen de varios tipos, las más usadas son las siguientes:

- Plomo-ácido
- Níquel-cadmio
- Gelificadas (selladas)

Las primeras son las más usadas, en cambio, las de níquel-cadmio ofrecen un mejor rendimiento, pero tienen un precio demasiado elevado. Las terceras son libres de mantenimiento.

#### **9.4.1 Baterías de Plomo-ácido**

**Baterías de Plomo-ácido.** Lo que caracteriza estas baterías es su bajo costo y el mantenimiento que requieren. A pesar del gran esfuerzo realizado en investigación de los diferentes tipos de materiales las baterías de plomo ácido son las preferidas e insuperables por el amplio de aplicaciones que tienen. El plomo es abundante y no demasiado caro y es por esta razón por la cual es idóneo para la producción de baterías de buena calidad en grandes cantidades (figura 9.3).

Cuando el material de plomo se sumerge en una solución de ácido sulfúrico se producía un voltaje eléctrico el cual podía ser recargado.

Este tipo de baterías es único en cuanto que utiliza el plomo, material relativamente barato, tanto para la placa positiva como para la negativa.

El material activo de la placa positiva es óxido de plomo ( $PbO_2$ ).

El de la placa negativa es plomo puro esponjoso y el electrolito está disuelto en ( $H_2SO_4$ ).

Cuando hablamos de material activo en las baterías de ácido de plomo, nos referimos al óxido de plomo y al plomo esponjoso.

Respecto al mantenimiento, necesitan estar en un lugar fresco, y revisar la cantidad de electrolito periódicamente además, es necesaria su ventilación por desprendimiento de gases.

La tensión de cada rejilla es de 2 volts, que es el voltaje nominal.

La tecnología del plomo ácido puede variar según las diferentes necesidades existentes. Las baterías se clasifican en grupos según el uso que estas tengan y por su diseño. Las diferencias principales entre estos grupos se dan por la estructura y diseño de los electrodos (o placas), el material activo y el electrolito.

Los tipos de baterías de plomo más comunes según su uso son:

- Baterías de tracción: para carretillas elevadoras, sillas de ruedas eléctricas y automóviles eléctricos.
- Baterías estacionarias: para fuentes de alimentación de emergencia y fuentes de alimentación ininterrumpible (UPS's) para usos de informática.
- Baterías de arranque: para arrancar automóviles y otros vehículos de motor diesel y gasolina.

Además de estas, hay baterías especiales para otras áreas tales como, control remoto, herramientas portátiles, motores de carretillas, etc.

**1) Baterías de tracción.** Las baterías de tracción están sujetas a una constante y relativamente pequeña descarga, durante largos periodos de tiempo, lo que supone un alto grado de descarga. Hay que procurar recargarlas, preferiblemente de 8 a 16 horas cada día antes de que se vuelvan a descargar.

Las baterías de tracción tienen electrodos muy gruesos con rejillas pesadas y un exceso de material activo.

**2) Baterías estacionarias.** Las baterías estacionarias (stand by) están constantemente siendo cargadas y se debe tener cuidado de evitar que se

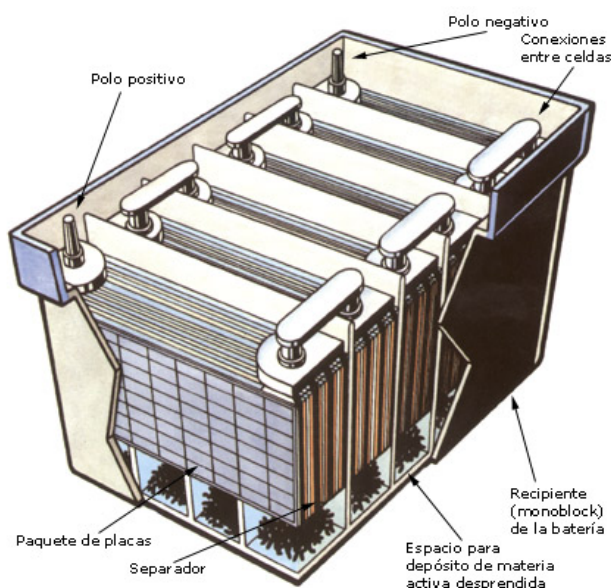


sequen. El electrolito y el material de la rejilla del electrodo están diseñados de forma que se minimice la corrosión. Actualmente la mayoría de estas baterías son selladas.

**3) Baterías de arranque.** Tienen que ser capaces de descargar el máximo de corriente posible en un corto espacio de tiempo manteniendo un alto voltaje. Tienen que ser capaces de aguantar muchas descargas incluso con cambios fuertes de temperatura. El peso, el diseño y la forma son también características determinantes.

Para poder cumplir su tarea principal que es arrancar un motor, se necesita mucha energía en un periodo corto de tiempo. Las baterías de arranque tienen generalmente una baja resistencia interna.

Esto puede lograrse con una gran área de superficie de electrodo, un pequeño espacio entre placas y unas conexiones "heavy-duty" (resistentes a duros servicios) entre celdas.



**Figura 9.3** Batería de Plomo-ácido

Estas baterías por su diseño, además se pueden clasificar de acuerdo al material activo que usan en:

- Baterías de Plomo-ácido (selladas)
- Baterías de Plomo-antimonio (selladas)
- Baterías de Plomo-selenio (selladas)
- Baterías de Plomo-calcio (selladas)

Las características de las baterías de Plomo-ácido selladas mostradas en la figura 9.4 son:

- 1) Ventilación unidireccional para alivio de presión y suspensión de llamas para seguridad y vida prolongada.
- 2) La caja esta unida a la cubierta mediante soldadura térmica para eliminar fugas.
- 3) Tecnología de lámina de vidrio absorbente (AGM) para una recombinación eficiente de gas de hasta el 99% y sin necesidad de mantenimiento del electrolito.
- 4) Diseño de rejilla generado por computadora y optimizado para potencia de alta densidad.
- 5) Componente con reconocimiento UL.
- 6) Diseño de celdas múltiples para economía en instalación y mantenimiento.
- 7) Se puede instalar en cualquier orientación.

- 8) No tiene restricción para transporte aéreo. Cumple con la provisión especial A67 de IATA/ICAO.
- 9) No tiene restricciones de transporte terrestre, calificado como material no peligroso según lo especificado en DOT-CFR título 49 piezas 171-189.
- 10) Rejilla diseñada por computadora, de aleación de plomo baja en calcio para obtener el mínimo de gases y facilitar su reciclaje.
- 11) La caja y la cubierta están disponibles en polipropileno estándar o de combustión lenta. Cumplen con la norma UL 1778.



**Figura 9.4** Baterías de Plomo-ácido selladas

#### **9.4.2 Baterías de Níquel-cadmio**

**Baterías de Níquel-cadmio.** Este tipo de baterías presenta el inconveniente del precio, el electrolito que utilizan es un alcalino. Tienen un bajo coeficiente de auto-descarga, la carga ronda el 80%. Las celdas tienen un voltaje de 1.2 volts. Tienen un buen rendimiento con temperaturas extremas. La descarga que admiten está sobre el 90% de su capacidad nominal (figura 9.5).

**1) Descripción de la batería.** Las baterías VRPP, por sus siglas en inglés **Valve Regulated Pocket Plate (de placa portátiles reguladas por válvula)**, son de Níquel-cadmio, el envase y la tapa son de polipropileno inyectado de alta-fuerza y resistente a impactos, son selladas y aprueba de fugas. Los separadores usados en la batería es una combinación de separadores de barra y separadores de fibra, los cuales tienen espacios para permitir la recombinación de gases los cuales son generados durante la sobrecarga. El electrolito es una solución de hidróxido de potasio con aditivos para mejorar su funcionamiento. El cual tapa totalmente las placas y separador, pero aun permite la recombinación del oxígeno liberado durante la carga. Las baterías están diseñadas con ventanas empotradas auto-selladas las cuales previenen el ingreso de oxígeno de la atmósfera y también sirven para ventilar pequeñas cantidades de gases generados durante la sobrecarga. Las ventanas están diseñadas para permitir la entrada de agua cuando se requiera, bajo ciertas condiciones de uso.

**2) Tiempo de vida.** Este tipo de batería usada en una aplicación de "en espera", se considera que ha alcanzado su fin de vida cuando esta cargada a un 60% de su capacidad media. Su vida esperada, también llamado como vida de diseño, esta en función de la temperatura ambiente y la mejor vida puede ser obtenida bajo condiciones de temperatura moderada.

La vida esperada de la batería esta definida en términos del voltaje de flotación y números de ciclos.

Las baterías se mantienen conectadas a través del cargador el cual aplica el voltaje de flotación. La vida de la batería, en esta instancia a un voltaje de flotación de 1.42 V/celda a 20°C es de 20 años.

La profundidad de la descarga DOD, por sus siglas en inglés **Depth Of Discharge (Profundidad de descarga)**, que afecta la vida en ciclos de la batería es una relación no lineal. Con bajo DOD significa un gran número de ciclos que la batería

puede entregar cuando se compara con un profundo DOD. La batería VRPP puede entregar 500 ciclos al 100% en una temperatura ambiente de 20°C.

El consumo de agua está determinado por el régimen de carga. Cuando se usa un voltaje alto de carga, el consumo de agua es también alto. En una batería VRLA libre de mantenimiento, un fin prematuro de vida puede ser alcanzado debido a un secado porque no es posible llenar con agua. Normalmente si se mantiene el voltaje de flotación menor de 1.42 V/celda para mantenerla totalmente cargada, la batería no necesitara rellenar con agua en su tiempo de vida.

La temperatura es otro de los factores que afectan la vida de la batería y temperaturas arriba de 20 °C pueden reducir la vida de la batería. Bajas temperaturas alargan la vida pero reducen el funcionamiento.

**3) Condiciones de carga.** Cuando las baterías se cargan con un voltaje constante en el cargador este voltaje deberá ser ajustado dependiendo de la naturaleza de la carga. Con cargas que demandan frecuentes descargas, las baterías deberán ser cargadas con altos voltajes, si las descargas no son frecuentes se requerirán bajos voltajes.

Para alcanzar buen funcionamiento a bajas temperaturas y óptima vida a altas temperaturas, el voltaje de carga deberá ser compensado. Esto se hace incrementando el voltaje del cargador en 3 milivolts por celda cada grado debajo de 20 °C y disminuyendo el voltaje de carga en 1.8 milivolts por celda para cada grado arriba de 20 °C.

Las baterías también pueden ser cargadas por el método de corriente constante previendo que los siguientes puntos sean asegurados:

a) Usar un cargador de corriente en amperes no excediendo 0.1 C amperes (C es la capacidad nominal en A. H. de la batería). La carga de entrada requerida para la

batería es alrededor de 140% de la capacidad en ampere horas demandada durante la descarga previa. Para alcanzar esto el tiempo del cargador deberá ser calculado basado en la corriente del cargador.

b) Después que la batería ha sido cargada al 100% de su capacidad, la corriente de carga deberá ser reducida al mínimo de acuerdo para mantener la batería en su estado de carga total. La corriente constante empleada en mili-amperes para mantener cargada a la batería esta calculada en 1 mili-ampere por la capacidad de amperes-hora de la batería.

C) Un método para cambiar el cargador del modo de carga total al de mínima carga, es a través de un circuito sensor de voltaje que puede ser construido dentro del cargador para detectar el rizo en el voltaje de batería cuando alcance El 100% de su carga. Este es el punto de cambio del modo de carga total al modo de mínima carga (flotación).

**4) Precauciones.** El electrolito alcalino de las baterías Ni-Cd es una solución acuosa de hidróxido de potasio, por lo que es demasiado cáustico, pudiendo producir quemaduras en la piel y en los ojos (pudiendo perder la visión). Su ingestión, incluso en ínfimas cantidades, puede derivar en consecuencias irreversibles. Las salpicaduras sobre la ropa, atacan la tela, por lo que el manejo del electrolito requiere mucho cuidado.

Se debe usar gafas o mascarillas, guantes de goma y ropa adecuada para el manejo del electrolito.

No se debe usar ropa sintética, pues produce electricidad estática, pudiendo llegar haber explosiones a través de las descargas eléctricas.

No rellene las baterías por encima de su nivel máximo cuando esta operación sea llevada a cabo con agua destilada.

Los derrames se neutralizan con ácido de baja concentración (por ejemplo, ácido bórico al 3% o acético). En caso de no estar disponible, diluir y lavar con agua en abundancia.

Durante la carga se libera oxígeno e hidrógeno en estado gaseoso, lo que más tarde aflora al exterior. Si la concentración de hidrógeno en el aire supera al 4% del volumen se crea una atmósfera explosiva. Por ello hay que eludir cualquier riesgo potencial de inflamación.



**Figura 9.5** Baterías de Níquel-cadmio

### 9.4.3 Baterías gelificadas

**Baterías gelificadas.** Estas baterías disipan con más eficacia el calor internamente generado. Esto da lugar a que el flotador este más bajo y así aumenta la vida del flotador de la batería. Duran perceptiblemente más que las de tecnología VRLA, en uso al aire libre (figura 9.6).

Las principales características de las baterías de gel son:

- 1) En el sistema de batería sellada y hermética de gel, los gases que se producen durante la carga se recombinan para convertirse de nuevo en agua dentro de los elementos que componen la batería. De esta forma la

batería de gel es excepcionalmente limpia y segura de manejar porque no se producen gases o vapores de ácido que pueden escapar al exterior de la batería. Tampoco dejan ácido al resultar dañadas o puestas en ángulo ya que la electrolisis queda retenida en el gel.

- 2) Sin mantenimiento. No es necesario llenar de agua, ni preocuparse de las altas o bajas temperaturas, las baterías no requieren mantenimiento alguno. Se recomienda utilizar un buen cargador de baterías.
- 3) Energía de larga duración. Son aptas para un uso intenso y menos sensible a las vibraciones que las baterías de ácido. Mantienen la corriente más tiempo, reduciendo así el tiempo de carga.
- 4) Recarga rápida. Necesitan menos tiempo del funcionamiento del cargador, pudiendo ser cargadas con una corriente de carga al 50% de la capacidad AH.
- 5) Auto-descarga extremadamente baja. Prácticamente no descargan nada de su energía, no es imprescindible cargarlas antes de usarlas, ya que aguantan hasta medio año.

Estas son algunas de las características técnicas:

- a) Sistema de batería sellada y hermética de recombinación
- b) Aleación de plomo-calcio en placas positiva y negativa
- c) Placas gruesas con reforzada masa activa en la placa positiva
- d) Ácido gelificado



e) Robustas características constructivas



Figura 9.6 Baterías gelificadas selladas

### 9.5 Cálculo de la potencia y la corriente de una batería

Para calcular la potencia y la corriente de una batería, veamos el siguiente ejemplo:

#### DATOS

Consumo eléctrico	:	80	KW
Voltaje nominal de operación	:	360	VCD
Tiempo de soporte	:	15	MIN.
No. de celdas	:	180	con 2 VPC de Voltaje nominal
Eficiencia del inversor	:	0.95	
Voltaje mínimo de descarga por celda	:	1.75	

$$kVA = \frac{Kw}{F. P.} = \frac{80 \text{ kw}}{.8} = 100 \text{ kVA}$$

$$\text{Kw. baterías} = \frac{\text{kVA. "UPS" x F. P.}}{\text{Eficiencia del inversor}} = \frac{100 \text{ kVA. x } 0.8}{0.95} = 84.21 \text{ kw.}$$

$$\text{W P / Celda} = \frac{\text{Kw. Bat}}{\text{No. celdas}} = \frac{84210 \text{ w}}{180 \text{ celdas}} = 467.83 \text{ w / celdas}$$

La corriente de descarga de la batería será:

1 . 75 Vpc (voltaje mínimo de descarga).

$$I = \frac{P}{V} = \frac{84210 \text{ w}}{315 \text{ v.}} = 267.33$$

Si consideramos un 3 % de perdida por conectores tendremos:

$$I = 275.35 \text{ Amp.}$$

## 9.6 Procedimiento de inspección y almacenamiento

Una vez que el banco de baterías ha sido abierto se deberá hacer una inspección de las baterías.

- Revisar que las baterías no estén rotas, las terminales dobladas, o exista algún derramamiento de ácido.

- Verificar con el adecuado equipo de prueba el voltaje de cada batería así como su resistencia de salida.
- Verificar que la capacidad media y el número de modelo especificado en la etiqueta estén de acuerdo con la orden de requisición.

Si no es así, deberán nuevamente empacarse y ser regresadas al proveedor.

Cuando las baterías van hacer almacenadas ya sea por un corto o largo tiempo deberán seguirse las siguientes instrucciones:

- Evitar el almacenamiento en lugares sujetos a cambios extremos en temperatura o alta humedad.
- Evitar los lugares sujetos a exposición de altos niveles de polvo o partículas metálicas o gases inflamables.
- Evitar los pisos inclinados o sitios sujetos a excesiva vibración.
- Cargar todo el banco de baterías.
- Desconectar el banco de baterías.
- Almacenar con un rango de temperatura -20°C a 40°C.
- Para mejores resultados, almacenar el banco de baterías en empaque original y ponerlas sobre una base de madera.

- La temperatura óptima de almacenamiento es de 21°C, un lugar con temperaturas más altas causa que las baterías necesiten recargarse más frecuentemente.
- Si se almacena en un ambiente de temperatura menor a 20°C; la recarga es cada 9 meses.
- Si se almacena en un ambiente de temperatura de 20°C a 30°C; la recarga es cada 6 meses.
- Si se almacena en un ambiente de temperatura de 30°C a 40°C; la recarga será cada 3 meses.
- No almacenar en lugares donde estén expuestas a la luz solar directamente o en contacto con el agua.

### **9.7 Objetivo del mantenimiento de las baterías**

El objetivo del mantenimiento de las baterías es:

- Prevenir prematuras fallas en las baterías debido a anormales cargas, descargas, y condiciones de medio ambiente tales como temperaturas extremas o excesivo polvo.
- Localizar y aislar alguna falla en las baterías antes que la carga crítica este conectada al UPS y corregir el problema.

La mejor medida preventiva para el gabinete de baterías es mantenerlo particularmente limpio en las rendijas de entrada de aire y libre de humedad y acumulaciones de polvo. Si la atmósfera del lugar de instalación está muy sucia, hay que usar una aspiradora para eliminar las acumulaciones de polvo de las

rendijas de entrada de aire. Es recomendable hacer un programa de revisión mensual y semestral.

Las baterías VRLA son libres de mantenimiento con respecto al electrolito solamente. El voltaje de carga, temperatura, funcionamiento y conexiones deberán ser revisadas periódicamente. Los puntos mencionados anteriormente afectan la vida de las baterías, por lo que se deberán reemplazar cada 3 o 5 años como mínimo. Todas las baterías deberán ser cambiadas al mismo tiempo.

**Revisión mensual:**

- Revisar visualmente:
  - 1) Fugas del ácido
  - 2) Corrosión en la Terminal positiva
- Revisar la temperatura de las baterías en la Terminal negativa.
- Medir y registrar el voltaje de flotación del cargador.
- Medir y registrar el voltaje de flotación de cada batería.

**Revisión semestral:**

- Revisar la integridad del banco de baterías.
- Revisar la apariencia general y limpieza del banco de baterías.
- Una revisión visual de las baterías por fisuras, fugas y excesivo inflado.

- Revisar de cualquier evidencia de corrosión en las terminales y conectores.
- Limpiar la parte de arriba de las unidades.
- Reapretar las conexiones entre baterías.
- Medir y registrar la temperatura del lugar.
- Medir y registrar el voltaje de flotación de cada batería.
- Medir y registrar el voltaje total de flotación y corriente del cargador.
- Medir y registrar el voltaje y la corriente de rizo de CD que están siendo aplicadas al banco de baterías.
- Medir y registrar la resistencia de la interconexión de las baterías.
- Realizar una prueba por 10 segundos de carga alta en cada batería.
- Realizar una prueba de simulación de falla de energía a la entrada, máximo de 5 minutos y registrar cada minuto el voltaje y corriente del cargador.
- Realizar un reporte escrito notificando cualquier deficiencia a lo largo del servicio

# **CAPÍTULO 10**

## **PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO**

## **CAPÍTULO 10. PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO**

### **10.1 Procedimientos de mantenimiento preventivo**

#### **10.1.1 Mantenimiento preventivo con paro**

El mantenimiento preventivo, se considera requisito imprescindible para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de protección ante un eventual fallo de suministro. El servicio consiste en una exhaustiva revisión de los equipos para comprobar su correcto funcionamiento e identificar las baterías susceptibles de cambio.

La calibración no es un asunto de importancia, pues muchos sistemas modernos de UPS son estables y se calibran solos. Para modelos más viejos la calibración puede ser compleja.

El mantenimiento preventivo es la clave para preservar un UPS confiable.

Las únicas partes críticas a parte de las baterías, son los capacitores y los ventiladores. Realice estos cambios de acuerdo al calendario del fabricante.

Se deben efectuar inspecciones de mantenimiento preventivo anual o cada 2 años. Se les debe efectuar inspecciones de mantenimiento para visualizar los módulos del UPS por cualquier pista visual de deterioro de los componentes, ajuste de conectores flojos, remover el polvo y otras partículas y finalmente realizar todas las condiciones operativas del UPS.

Se puede realizar una serie de tareas para el mantenimiento preventivo las cuales son:



1) Comprobación de la estabilidad y estado de carga de la batería, incluyendo una prueba funcional mediante corte del suministro eléctrico.

El tiempo típico de garantía de suministro suele estar sobre los 15 minutos. En su caso, comprobación de cada una de los elementos de las baterías.

- Prueba de descarga de las baterías.
- Engrasados de bornes de las baterías.
- Calculo matemático de autonomía de las baterías hasta la fecha.
- Revisión de tarjeta de carga de batería.

2) Revisión de ventiladores.

3) Inspección visual externa, comprobación de todas las conexiones de alimentación, internas y externas del UPS, analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, calentamientos, desconexiones, etc.

- Pruebas de los equipos en vacío y con carga

4) Comprobación visual de todos los indicadores del UPS, tanto ópticos como acústicos.

- Comprobación alarmas registradas
- Verificación de parámetros del display
- Revisión de panel digital o LED's

5) Comprobación-calibración de valores eléctricos, si fuera necesario mediante equipos de medida externa (tester, multímetro, osciloscopio, etc.).

- Medida de tensión e intensidad de entrada / salida.
- Revisión del cableado de control y fuerza
- Operación correcta del switch rotatorio

6) Limpieza de la parte de control y electrónica, mediante soplado delicado con aire comprimido.

- Ajuste general de bornes
- Revisión de tarjeta madre y tarjeta de control.
- Revisión de pistas del circuito electrónico de la tarjeta madre y de la tarjeta de control.
- Revisiones de elementos de protección y micro interruptores de seguridad
- Laqueado de tarjetas y componentes débiles.

7) En su caso, actualizaciones del software de control, drivers, etc. Comprobación del software de control remoto del UPS, en caso de existir.

8) Comprobación de la ubicación y ambiente de trabajo de los equipos, temperatura, humedad, etc.

9) Control de stock de repuestos (acumuladores, etc.), manuales y garantías.

10) Creación y actualización de una bitácora de mantenimiento de equipo, situada en el mismo equipo UPS, que permita conocer el estado de revisión, incidencias, etc. de forma inmediata.



a)



b)



c)

**Figura 10.1** Inspección visual externa: comprobación de todas las conexiones de alimentación, internas y externas del UPS

### 10.1.2 Mantenimiento preventivo sin paro

Muchos piensan que un UPS resolverá todos los problemas de energía de sus equipos. Pero instalar un UPS no es garantía de una energía continua sin compromiso. El realizar mantenimientos y pruebas preventivos es la mejor manera de garantizar un desempeño continuo de un UPS.

Los UPS's Toshiba están diseñados para proveer años de operación libre de problemas, requiriendo un mínimo de mantenimiento preventivo.

La mejor medida preventiva que se puede tomar con el UPS es mantener limpia el área alrededor de la unidad, particularmente las entradas de aire de los ventiladores, además evitar acumulación de polvo y presencia de humedad.

Pasos a seguir:

- Verificación de parámetros operativos del equipo.  
Pruebas de operación: Panel indicador de alarmas; funcionamiento en modo inversor; funcionamiento de la derivación, operación en baterías.
- Inspección de componentes de potencia y control.  
Revisión estática eléctrica de fusibles, capacitores, diodos, SCR's, transistores, etc., para asegurar el buen desempeño de los componentes de potencia.
- Comprobación de la estabilidad y estado de carga de las baterías.  
Que incluye la medición de voltaje por pieza, pruebas de carga y descarga, vida útil y la limpieza del banco de baterías.

- Inspección de conexiones.  
Comprobación de todas las conexiones de distribución, alimentación del UPS, internas y externas, bancos externos de baterías, filtros, transformadores, tarjetas, breakers, fusibles, terminales de entrada y salida. Analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, calentamientos, desconexiones, etc.
- Inspección visual de conductores, terminales, ventiladores y breakers.  
Para asegurar su buen estado físico y todos los elementos que el ingeniero considere necesarios para el óptimo desempeño del UPS.
- Verificación de señalizaciones de alarma.  
Comprobación visual de todos los indicadores del UPS, tanto ópticos como acústicos.
- Limpieza exterior de gabinetes.
- Revisión de voltaje corriente y frecuencia de entrada y salida.  
Comprobación-calibración de parámetros eléctricos, si fuera necesario mediante equipos de medida externa (tester, multímetro, osciloscopio, etc.).
- Inspección de bornes y puentes intercelda.
- Comprobación de la ubicación y ambiente de trabajo de los equipos, temperatura, humedad, etc.  
Verificación de aspectos técnicos de seguridad de las instalaciones para prevenir riesgos, imprevistos y demás.
- Elaboración de reporte de servicio.

El mantenimiento preventivo es la clave para preservar un UPS confiable.

## **10.2 Procedimientos de mantenimiento correctivo**

### **10.2.1 Mantenimiento correctivo con paro**

Los procedimientos de mantenimiento correctivo están orientados a la reparación de fallos que se han presentado sin previo aviso. Dichos fallos pueden ser originados por explotación inadecuada del equipo, malfuncionamiento del equipo, negligencia por parte del personal que maneja el equipo o fallas en la calidad y el diseño del UPS.

Estos procedimientos no requieren de sistemas modernos para su ejecución, se basan en la toma de decisiones, en la habilidad y experiencia con los UPS's. Requieren de la necesidad manifiesta de actuación y sus resultados son prácticamente responsabilidad de los departamentos de mantenimiento.

En el procedimiento de mantenimiento correctivo con paro las actividades se deben realizar en forma inmediata, debido a que el UPS que proporciona un servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar en forma emergente y, en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.

A continuación se enlistan los pasos a seguir en el procedimiento de mantenimiento correctivo con paro del equipo en distintas condiciones posibles de operación

#### **1) Equipo en sitio y energizado con carga**

- Verificación de parámetros operativos del equipo
- Verificación de señalizaciones de alarma
- Medición de voltaje del banco de baterías por pieza
- Verificación de configuración
- Revisión de funcionamiento de ventiladores

- Inspección de bornes y puentes intercelda

## **2) Restablecimiento en modo de derivación**

- Retransferencia a inversor
- Limpieza exterior e interior de gabinetes
- Elaboración de reporte de servicio

## **3) Daño mayor**

- Pedir tiempo de maquina
- Apagado del equipo
- Verificación de parámetros en bus de CD, entrada y salida
- Inspección de componentes de potencia y control
- Inspección de cableados y herrajes
- Pruebas estáticas de componentes de potencia
- Reemplazo de componentes dañados
- Pruebas en modo de derivación
- Verificación de ajustes de control
- Verificación de configuración
- Pruebas de transferencia
- Retransferencia a inversor
- Pruebas de respaldo por baterías
- Transferencia de la carga critica
- Limpieza exterior e interior de gabinetes
- Elaboración de reporte de servicio

Las labores que en este caso deben realizarse, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad del servicio; es decir, que esta se coloque dentro de los límites esperados por medio de arreglos indispensables. Se debe evitar arreglar otros elementos del equipo o hacer otro trabajo adicional, que quite tiempo para

volverlo a poner en funcionamiento con una adecuada fiabilidad, es decir, se debe ser eficiente al ejecutar este procedimiento para minimizar las pérdidas.

### **10.2.2 Mantenimiento correctivo sin paro**

El mantenimiento muchas veces estará sujeto a las necesidades de operación continua de los equipos mediante la reparación de fallas imprevistas que se presenten en los UPS's, fallas que no pudieron preverse o detectarse en los mantenimientos preventivos o que llegan a ocurrir debido a causas ajenas o a factores externos hasta cierto punto. Muchas fallas pueden reducirse con instalaciones adecuadas, no obstante que se cumpla con este punto, siempre existirá un riesgo de intrusos como los roedores o insectos o situaciones de emergencia que pueden llegar a ocasionar serios problemas y daños tales como: bloqueo de ventiladores y ductos de ventilación, cortos circuitos, pérdida de conducción, corrosión, humedad, etc.

En los casos cuando se detectada a tiempo una falla, o se vislumbra que podría presentarse, habrá que actuar inmediatamente y corregir el problema antes de que se propague y afecte a todo el sistema que dependa de las fuentes de potencia.

Algunos puntos a seguir en el mantenimiento correctivo con el equipo energizado y con carga son:

- Verificación de parámetros operativos del equipo
- Verificación de señalizaciones de alarma
- Medición de voltaje del banco de baterías por pieza
- Verificación de configuración
- Revisión de funcionamiento de ventiladores
- Inspección de bornes y puentes intercelda



- Elaboración del reporte de servicio

Cuando alguna alarma se ha encendido y el desempeño del UPS se mantiene en la normalidad, es recomendable verificar los parámetros operativos mediante equipos de medición (multímetro, osciloscopio, etc.) en algunos casos los parámetros son correctos, sin embargo la problemática es generada en los transductores y visualizadores de señales.

Para el caso de reemplazo de baterías, y donde la carga no puede ser interrumpida de sus funciones, el usuario tiene la opción de activar manualmente la opción de Derivación, desactivando el Inversor, el Rectificador, el Modo de Reserva, y activando el interruptor de Derivación. Esta función otorga como salida la misma entrada de energía alterna (CA) que se provee al UPS, y su activación no interrumpe la salida del sistema.

#### **10.2.2.1 Instalación de una batería de reemplazo**

El reemplazo de las baterías se realiza de manera muy práctica y puede ser en funcionamiento del UPS. El reemplazo es un procedimiento seguro y aislado de peligros eléctricos. Durante el cambio se pueden dejar encendidos tanto el UPS como los equipos conectados.



**Figura 10.2** Gabinete de baterías del UPS serie 1600

### **Instrucciones para el reemplazo de las baterías.**

1. Desconecte las baterías
  - a) Retire el marco delantero
  - b) Retire la tapa de la batería
  - c) Desenganche los enchufes de la batería
2. Tome la manija de la batería
3. Deslícela a través del gabinete hasta que quede sujeta en su posición final, ajuste los seguros y vuelva a conectar los enchufes.

Nota: Una recarga completa requiere de 24 horas (el 90 % de recarga se alcanza en 12 horas) después de una descarga completa.

### **¡PRECAUCIÓN!**

**El mantenimiento de baterías o el cambio de baterías se llevan a cabo con el sistema energizado. Las operaciones deben llevarse a cabo de conformidad con las normas aplicables de seguridad por personal calificado y mediante el uso de herramientas aislantes, guantes y goggles de protección.**

Cuando las unidades de ventilación no estén funcionando correctamente la reparación puede efectuarse sin necesidad de desconectar la carga o transferirla por Derivación, siempre y cuando se tenga certeza en el tipo de falla y la relación no se prolongue demasiado y pueda ocasionar problemas de sobrecalentamiento. El mal funcionamiento de las unidades de ventilación pueden deberse al desgaste por fricción o por bloqueo por obstrucción, en el caso de desgaste por fricción será necesario la sustitución de componentes, cuando es por obstrucción el problema puede corregirse mediante limpieza y lubricación de las partes. Usar frecuentemente una aspiradora que retire el polvo acumulado alrededor y dentro de la unidad.

En ocasiones podría presentarse que se cambiaron las configuraciones de operación de manera accidental o intencionada, verificar los datos de los displays y realizar los ajustes necesarios.

Gran parte de las fallas son ocasionadas por falso contactos o deterioro de bornes o puentes interceldas, lo que ocasionará que el UPS este conmutando a los diferentes tipos de operación poniendo en riesgo los demás circuitos, dependiendo de donde se localice la avería pueden repararse de manera rápida y sencilla sin necesidad de derivar la carga.

Finalmente, elaborar un reporte que sea congruente con las acciones efectuadas, especificando cada una de las observaciones por muy simples que parezcan; no omitir el mencionarlas. Normalmente las fallas provienen por descuidos del personal a cargo de la administración de estos equipos.

# **CAPÍTULO 11**

## **PUESTA EN OPERACIÓN**

## **CAPÍTULO 11. PUESTA EN OPERACIÓN**

### **11.1 Ajustes alterados durante la operación**

Ya reemplazados los componentes dañados se procederá a probar el funcionamiento del equipo. En los casos que solamente haya existido una falla, solo faltara verificar la calibración y/o ajustes y poner a prueba el equipo el tiempo necesario. Si el equipo no funciona adecuadamente o muestra otras fallas secundarias, habrá que reiniciar el proceso de reparación a partir de los nuevos síntomas. Este capítulo tiene por objeto orientar para concluir satisfactoriamente la reparación.

Ninguna reparación puede considerarse concluida sino hasta verificar el buen funcionamiento del equipo. Sin importar lo simple de la reparación, debe realizar pruebas completas sobre el equipo reparado, siendo conveniente en ocasiones recurrir al encargado del mismo. Con el manual de servicio se debe seguir los procedimientos de arranque y prueba recomendados y realizar los reajustes necesarios. Veamos algunos problemas que puede encontrar cuando después del proceso de reparación, se pone en marcha el equipo.

En el proceso de reparación puede suceder que se altere algún ajuste interno, ya sea intencionalmente o no; esta situación puede producir confusión al probar el equipo. Como se menciona anteriormente, ningún ajuste debe ser alterado durante la reparación, al menos que se conozcan por completo sus efectos sobre el funcionamiento del equipo y este relacionado con la falla a corregir. Quienes procedan a realizar ajustes indiscriminadamente tienden a crear más problemas de los que ya existen; solo un análisis profundo de los síntomas y el conocimiento de cómo se presentó la falla pueden indicar si se tratan de problemas de ajuste o no. En caso de verse obligado a alterar algún ajuste, tome nota para regresarlo a su posición original posteriormente.

Un poco de disciplina le ayudara a resistir la tentación de alterar ajustes por el simple hecho de que “a lo mejor funciona”, pero una vez detectada y corregida la falla será muy probable que tenga que reajustar el equipo.

Cuando los ajustes buscan compensar el envejecimiento de algún componente y llega el momento que ya no alcanzan, dicho componente debe ser reemplazado y el ajuste volver a la normalidad; ampliar el rango del ajuste simplemente seria un remedio provisional. Por ejemplo cuando el banco de baterías esta “viejo” y ya las baterías no alcanzan su carga total, se puede aumentar un poquito el voltaje del cargador, pero en cuanto se cambien se debe volver a su valor original.

Después de haber hecho alguna reparación en el UPS. Y este se haya tenido que apagar. Antes de arrancar el equipo se debe revisar.

- El voltaje total del banco de baterías y que este presente en al cargador después del fusible con la polaridad adecuada, sobretodo en los equipos donde el modulo de baterías esta por aparte del UPS.
- Los voltajes de entrada al UPS tanto fase a fase como cada fase a neutro y el voltaje neutro-tierra (que no debe exceder de 1 volt para garantizar una buena instalación de tierra) así como la frecuencia y en los equipos trifásicos revisar la secuencia de fases sobre todo si hubo necesidad de desconectar el equipo.
- Si el equipo tiene la opción de derivación externo para mantenimiento se deberá revisar todos los voltajes, frecuencia y secuencia de fases en la entrada de derivación.
- Revisar que no exista algún fusible abierto, tanto en potencia como en las tarjetas.

- Revisar que las resistencias de potencia (soft-start) no estén abiertas.
- Revisar que todos los conectores estén bien asegurados.
- Revisar que todos los cables de las tarjetas estén bien conectados y con los seguros puestos.
- Revisar que el interruptor que conecta el UPS con la carga este abierto.
- En los equipos 4200 se debe revisar que el interruptor de Run/Stop este en Stop.
- Se deberá iniciar la secuencia de arranque del equipo cerrando el interruptor de entrada MCCB, el equipo iniciara su secuencia de pruebas internas y terminara en el modo de operación de Derivación si todo esta correcto.
- En los equipos con Derivación externa se debe cerrar también el interruptor MCCB2
- Se debe medir los voltajes a la salida, fase a fase, fase a neutro, neutro a tierra y la frecuencia.
- Verificar que todos los ventiladores estén funcionando.
- Verificar la configuración del equipo en la pantalla LCD
- Verificar los ajustes de control del UPS.
- Cuando el gabinete de baterías esta por separado, se debe cerrar el interruptor de baterías MCCB-B y revisar el voltaje en el UPS.



- Si todo hasta aquí esta normal, se debe mover el interruptor de Run/Stop a la posición de Run en los equipos 4200 o apretar la tecla de Run en los 1600. El equipo debe pasar al modo de operación normal (por inversor). Las pantallas deben desplegar sus respectivas leyendas de este modo de operación.
- Se deben medir los voltajes de salida, fase a fase, fase a neutro, neutro a tierra y la frecuencia.
- Observar las formas de onda con un osciloscopio en cada fase en la salida, la forma de onda deberá ser senoidal y lisa con un voltaje pico a pico dentro de la tolerancia.
- Se debe hacer una prueba de respaldo de baterías sin carga, para verificar que el equipo hace la transferencia, para esto hay que abrir el interruptor de suministro de energía al UPS.
- Verificar el modo de operación por baterías en la pantalla. Revisar en la pantalla la capacidad de las mismas y que la corriente de descarga sea mínima.
- Medir los voltajes en la salida del UPS, fase a fase, fase a neutro y frecuencia.
- Regresar el interruptor de suministro de energía a su posición de cerrado.
- Hacer la prueba del interruptor de apagado de emergencia en los equipos 4200. Para verificar su funcionamiento. Después de accionarse se deben de abrir los interruptores del UPS (MCCB-B, MCCB-1 y MCCB-2), todas los

LED's estarán apagados, la pantalla en blanco y los voltajes a la salida estarán en cero volts.

- Volver a iniciar la secuencia de arranque.
- Si todo esta bien, hay que cerrar el interruptor que conecta la carga al UPS.
- Medir con un amperímetro las corrientes en cada fase de la salida y compararlas con las desplegadas en la pantalla del equipo.
- Volver a medir voltajes y frecuencia a la salida del UPS.
- Hacer una prueba de respaldo por baterías máximo de 5 minutos para no descargar mucho el banco de baterías. Hay que abrir el interruptor de suministro de energía al UPS. Observando en la pantalla la capacidad y la corriente de las baterías y anotando minuto a minuto la capacidad y corriente.
- Regresar el interruptor de entrada a su posición de cerrado.

Con este procedimiento se puede asegurar que el equipo trabaja adecuadamente en los cuatro modos de operación.

## **11.2. Fallas**

### **11.2.1 Fallas en los componentes reemplazados**

A menudo sucede que al poner en marcha el equipo la falla se repite en el mismo punto, especialmente cuando sin un buen análisis la reparación se ha limitado reemplazar los componentes defectuosos sin haber corregido la verdadera causa del problema. Hay que recordar que cuando un componente falla es muy común

que cause daño a otros; por lo que no hay que limitarse a cambiar piezas dañadas, hay que analizar a que pudo deberse la falla y corregir la verdadera causa del problema. Hay que guiarse por las características de los componentes y las posibilidades de falla de los mismos.

También puede resultar que realmente se haya localizado el origen de la falla, pero que el reemplazo elegido no haya sido el adecuado. Se debe analizar nuevamente las características del componente original y elegir otro sustituto. Los tipos de falla pueden orientar respecto a los parámetros que hay que reforzar.

La puesta en marcha del equipo debe hacerse con cuidado. Seguir toda la secuencia de arranque y prueba es muy importante, hay que estar muy pendiente de algún signo de mal funcionamiento, verificar todas las mediciones y si algo anda mal hay que apagarlo. Y si todo va bien, dejarlo trabajar un rato y volver a verificar las mediciones. Hay que dar tiempo a que los problemas latentes se revelen para corregirlos antes de entregar el equipo.

### **11.2.2 Fallas secundarias**

Muchas fallas secundarias no son detectables sino hasta que las principales han sido corregidas. Resultan común que los equipos muestren un deterioro gradual en sus características, pero en general no son enviados a servicio sino hasta que fallan por completo. Tras reparar la falla principal se pueden encontrar con problemas adicionales que no fueron reportados pero que se deben corregir. Por esta razón resulta a veces difícil estimar tiempos y costos de reparación de equipos cuando no se conocen plenamente. Algo similar sucede con las fallas graves que involucran varias secciones, ya que la reparación deberá ser realizada gradualmente y solo a medida que avance se podrá estimar realmente la magnitud del problema. En esta última categoría deben incluirse los equipos que han intentado reparar personas inexpertas, con demasiada iniciativa y pocos conocimientos.

### **11.2.3 Fallas intermitentes**

Las fallas intermitentes son las más exasperantes en el trabajo de mantenimiento. Cuando aparentemente se ha corregido el problema, de pronto vuelven a presentarse los mismos síntomas originales y caemos en la cuenta que hay que comenzar de nuevo.

Cuando le reporten una falla intermitente, no se limite a apagar el equipo, revisarlo y volverlo a arrancar. Hay que hacer lo posible para que el encargado llame cuando la falla se presente para que se pueda analizar en su ambiente natural. Se deben mover con cuidado todos los cables externos e internos, también los conectores, revisar el funcionamiento de los interruptores mientras se observa la respuesta del equipo. Con esto por lo menos se reducen las posibilidades para un análisis posterior.

Habrá que revisar si la causa pueda ser externa, como la temperatura, alguna carga adicional (algún motor conectado al UPS), el suministro de energía (interruptores y cables), la tierra física, los interruptores de salida o la planta de emergencia.

Otros problemas frecuentes que ocasionan fallas intermitentes son las soldaduras defectuosas tanto en las terminales donde se conectan los cables así como en resistencias y capacitores de las tarjetas. Revisar las terminales de las baterías así como sus interconexiones.

### **11.3 Verificación de las especificaciones**

En cuanto se haya logrado que el equipo funcione deberá proceder a revisar que cumpla sus especificaciones originales. Ninguna reparación será considerada de calidad si no cumple este requisito. Por esto resulta indispensable contar con lo menos con el manual de operación del equipo, donde se detallan los alcances y

limitaciones de este. Las pruebas se deben hacer delante del encargado u operador del equipo para obtener el visto bueno antes de considerar concluido el trabajo.

No se debe dejar de hacer todas las pruebas necesarias para asegurar el buen funcionamiento del equipo.

Estas especificaciones de corrientes, voltajes, frecuencia y pruebas de respaldo de deben dejar en un reporte por escrito al encargado.

# **CAPÍTULO 12**

## **CONCLUSIONES**

## CAPÍTULO 12. CONCLUSIONES

Una vez concluido el presente documento consideramos que los objetivos planteados al inicio se llegaron a cumplir ampliamente en base al desarrollo y metodología a seguir.

El punto principal mencionado en el objetivo es el de proporcionar una herramienta para el ingeniero de servicios que esté involucrado directamente en el mantenimiento a sistemas de fuerza ininterrumpida bifásico y trifásico de la marca Toshiba series 1600 y 4200, podemos agregar con certeza que este documento además de ser de utilidad al ingeniero de servicios le será también de utilidad a todo personal que se encuentre involucrado directamente en las tareas del mantenimiento de los sistemas de fuerza ininterrumpida.

Para la realización del presente trabajo se considero pertinente llevarlo a cabo para los equipos de la marca Toshiba dado que en base a la experiencia y sondeo del mercado actual, resultaron ser los equipos comerciales de mayor demanda y disponibilidad, debido principalmente, a sus costos económicos, durabilidad y calidad del servicio.

Para cumplir con este propósito, es necesario establecer un programa de mantenimiento debidamente planeado, tanto como preventivo para mantener al UPS en condiciones normales de operación el mayor tiempo posible, como correctivo para dar seguimiento a las fallas que pudieran presentarse.

Le sugerimos usar los siguientes puntos como parte importante de un mantenimiento:

1. Contar con los manuales y diagramas de los equipos.
2. Conocimiento y operación del equipo.
3. Conocimiento e interpretación de los circuitos y diagramas.

4. Contar con un respaldo de refacciones en tarjetas y dispositivos.
5. Al analizar el problema comente la naturaleza de este con el propietario u operador del equipo; la información puede ser valiosa y puede ahorrarle tiempo.
6. Contar y tener las técnicas de manejo de los aparatos de medición y herramientas.
7. Tener la experiencia analítica y sentido común con una gran disciplina en el trabajo.
8. No es conveniente que trabajen más de 2 técnicos sobre un problema simultáneamente ya que eso implica confusión.
9. Utilice todos los sentidos para localizar la falla, apoyándose en las alarmas que nos muestre el UPS tanto visuales como audibles para encontrar la falla si es que la hay.
10. Siempre corrija las fallas obvias primero
11. Nunca asuma algo sin fundamentos. Es un riesgo injustificado dar por hecho que una señal existe o que es correcta sin comprobarlo. Si el trabajo se lo pasaron inícielo a partir de cero.
12. Después de varias horas sin ningún resultado tómese un descanso.
13. Recuerde que la eliminación de un paso básico puede ocasionar la pérdida de muchas horas valiosas.
14. Llevar un registro de todo lo que se hace, anote lecturas, dudas, conclusiones, etc.
15. Verificar temperatura, voltaje de carga, resistencia en baterías, probar descarga de baterías, considerando que estas deberán ser cambiadas de 3 a 5 años en promedio.
16. Verificaciones visuales de conexiones de alimentación del UPS internas y externas, analizando contactos incorrectos que puedan causar cortocircuitos, calentamientos o desconexiones.
17. Cambiar cada 5 años capacitores electrolíticos, fusibles cada 7 años y ventiladores por lo menos cada 3 años.
18. Revisar calibración de valores eléctricos



19. Limpieza de la parte de control y electrónica, mediante soplado delicado con aire comprimido.

Tome en cuenta las partes a reemplazar y el periodo con el que se deben efectuar, planee mantenimientos mensuales, trimestrales o anuales de acuerdo a sus necesidades.

Los UPS's vistos en este trabajo son del tipo on-line, esto significa que están constantemente proporcionando una fuente limpia de energía regulada a su carga. De hecho, Toshiba es el único fabricante que ofrece aislamiento eléctrico completo de ambos ruidos de tipo común y normal mediante el uso de un transformador de aislamiento.

Los equipos pueden operar a plena carga sin degradarse, ya que no conmutan a baterías cuando existe un impulso ocasional a causa de un factor de cresta 3:1. Esto significa que el equipo puede manejar una corriente que sea tan alto como tres veces el valor RMS.

Adicionalmente podemos mencionar, que no obstante que, la metodología y las instrucciones a seguir descritas en este documento se enfocan a los equipos específicos de la marca ya mencionada, también es aplicable a equipos de marcas indistintas, toda vez que; los principios de operación, componentes y herramientas de auxilio para el diagnostico y la prevención de fallas son básicamente muy similares o incluso las mismas.

# **ANEXOS**

## ANEXOS

### Anexo 1. UPS serie G8000 (100/150/225/300 kVA), UPS de aplicación especial para la industria médica

El UPS de la serie G8000 se utiliza ampliamente en la industria médica donde el poder de protección es fundamental. El G8000 ofrece a la salida un factor de potencia, el cual proporciona un 20% más de poder que otros fabricantes de UPS's. También es 100% compatible con el generador y sus mínimos armónicos de corriente a la entrada, significa que no es necesario sobredimensionar a tu generador. Además, el G8000 de alto factor de cresta, es perfecto para uso en equipos médicos, tales como escáneres para diversos estudios de radiología y de imagenología, los cuales demandan mucha corriente.



**Figura 1** UPS serie G8000 de Toshiba

## Especificaciones

G8000 Especificaciones					
Número de modelo		T80S3K10KK6XSNH	T80S3K15KK6XSNH	T80S3K22KK6XSNH	T80S3K30KK6XSNH
Capacidad	kVA / kW	100 / 100	150 / 150	225 / 225	300 / 300
Topología	Cierto en línea, doble conversión, PWM IGBT con corrección del factor de potencia de entrada y la unidad del factor de potencia de salida				
Entrada	Voltaje	Entrada AC 480 V 3 fases, 3 hilos + Tierra / Bypass de entrada 480 V 3 fases, 4 hilos + Tierra			
	Rango de voltaje	408 - 528 V (sin utilizar la batería)			
	Factor de Potencia	Superior a 0,98			
	Actual THD	5% Max			
	Frecuencia	60 Hz (+ / - 5%)			
	Límite de corriente	125% Max			
Salida	Tensión / THD	480 V, 3 fases, 4 hilos + Tierra / 1% THD Típ			
	Frecuencia	60Hz + / - 0,01%			
	Factor de Potencia	1.0 Unidad (20% más de potencia)			
	Voltaje Reglamento	+ / - 0,5%			
	Sobrecarga (inversor)	125% durante 10 min, 150% durante 60 seg			
	Sobrecarga (bypass)	1.000% de 1 ciclo, 125% continua			
Batería	Enlace CD	D 360 V CD			
	Rizado de tensión	+ / - 0,5%			
Entorno	Rango de temperatura	0 ° -30 ° C Unidad PF (en funcionamiento) / 0 -40 ° C .8 PF (en funcionamiento) / -20 - 50 ° C (almacenamiento)			
	Humedad relativa	30-95% sin condensación			
	Rechazo de calor	23.720 BTU / h	32.670 BTU / h	49.000 BTU / h	65.335 BTU / h
	Eficiencia	93,5%	94%		
Dimensiones	Dimensiones (L x W x H)	36.8 "x 31.5" W x 78.7 "H	55.1 "x 31.5" W x 78.7 "H		76.8 "x 35.4" W x 78.7H "
	Peso	2200 lbs	2756 lbs	3307 lbs	4400 lbs
	Altitud	6600 pies (2000 m) (Max W / O derating)			

	Ruido audible	<65 dBA a 1 metro	<68 dBA a 1 metro	70 dBA a 1 metro
Características	<b>Unidad Factor de Potencia de salida</b> , doble entrada de alimentación, aislamiento de transformadores de salida, RS232 y la interfaz de contacto en seco			
Normas	UL 1778, cUL, NEC, ISO9001, ISO14001, ANSI C62.41 (IEEE 587)			
Garantía	Tres Años en Electrónica (UPS) de la PM cuando se compran / Dos años completos de la batería (Ver política de garantía de Toshiba para obtener información más detallada)			
Servicio	7x24 Soporte Técnico 1-877-867-8773 (1-UPS-TOS-UPS3)			

**Tabla 1** Especificaciones técnicas del UPS serie G8000 de Toshiba

Los UPS's se utilizan en el resguardo de cargas críticas aplicadas en aparatos de tipo médico, industrial o informático, en los cuales se requiere un suministro adecuado y de calidad debido a la necesidad de estar en todo momento operativo y sin fallos. Algunos de los equipos que se pueden resguardar son: computadoras personales, equipos de oficina, centrales telefónicas, equipos de RX, ploters, PLC's, antenas de radio transmisión, redes, equipos de punto de venta, equipos de alta criticidad, etc.

# **GLOSARIO**

## GLOSARIO

**AFNOR.** Asociación Francesa de Normalización.

**AGM , (Absorbent glass Material).** Lamina de vidrio absorbente.

**Aleación eutéctica.** Aquella que tiene un 61.9% de estaño y 38.1% de plomo, con punto de fusión de 183 °C.

**Amperímetro.** Instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

**Calidad.** Aquellas características del producto que responden a las necesidades del cliente.

**Cermet.** Material compuesto formado por materiales metálicos y cerámicos. Su nombre proviene del inglés "cer"amic "met"al,

**Control.** Es el acto de registrar la medición de resultados de las actividades ejecutadas por personas y equipos en un tiempo y espacio determinado.

**Densímetro.** Instrumento que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen.

**DOD. (depth of discharge).** Profundidad de la descarga.

**Eficacia.** Es el criterio que revela la capacidad para alcanzar las metas o resultados propuestos.

**Eficiencia.** Es la capacidad de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos, energía y tiempo.

**ERS.** Resistencia series efectiva (Effective Series Resistance)

**Factor de potencia.** Se define como la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S, de un circuito de corriente alterna.

**Hipótesis.** Es una conjetura que se hace sobre la realidad que aún no se conoce y que se ha formulado con el objetivo de llegar a conocerla. Sirve para orientar y delimitar una investigación, dándole una dirección definida a la búsqueda de la solución de un problema.

**LDR.** Resistor dependiente de la Luz (Light Dependent Resistor)

**MCCB. (Molded Case Circuit Breaker)** Interruptor automático con envoltorio moldeado.

**Milivoltímetro.** Instrumento que nos da la caída de potencial a través de la resistencia patrón.

**Módem.** Modulador/de-modulador, dispositivo que sirve para modular y de-modular una señal llamada portadora mediante otra señal de entrada llamada moduladora.

**NTC.** Coeficiente de temperatura negativa (Negative Temperature Coefficient)

**Oscilógrama.** Representación de las variaciones de amplitud de una señal a lo largo del tiempo.

**Overhaul.** Análisis de una máquina o sistema para realizar las reparaciones o cambios necesarios (Mantenimiento Cero Horas).

**PTC.** Coeficiente de temperatura positiva (Positive Temperature Coefficient)

**SNMP ( Simple Network Management Protocol ).** Protocolo simple de administración de red.

**Tercerización.** Referente a outsourcing, es la práctica de proveerse de un producto o servicio de un tercero.

**Tester.** Multímetro también denominado polímetro, es un instrumento de medida que ofrece la posibilidad de medir distintos parámetros eléctricos y magnitudes en el mismo aparato. Las más comunes son las de voltímetro, amperímetro y óhmetro. Es utilizado frecuentemente por personal en toda la gama de electrónica y electricidad.

**TPM.** Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total).

**Valor RMS.** Valor RMS es el valor efectivo, o el valor equivalente en corriente continua, de la tensión o la intensidad.

**Vatímetro.** Instrumento electrodinámico para medir la potencia eléctrica o la tasa de suministro de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado.

**VDR.** Resistencia dependiente del voltaje (Voltage Dependent Resistance)

**VLPP. (Valve Regulated Pocket Plate).** Placa de bolsillo y válvula regulada.

**VRLA. (Valve Regulated Lead Acid).** Plomo-Acido con válvula regulada.



# **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- Lebrija, Alfonso. “*Apuntes de Administración de Operaciones I*”, Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C., México, 2001.
- Boucly, Francis. “*Gestión del mantenimiento*”, AENOR Asociación Española de Normalización Certificación.
- Griffith, David C., *Uninterruptible Power Supplies: Power Conditioners for Critical Equipment*, Marcel Dekker, Inc., USA, 1989.
- Manual de capacitores  
REVOX RIFA Electrolytic Capacitors 2001-2002  
Paginas: 30, 36, 42 y 48
- Manuales TOSHIBA
- Boylestad, Robert L., Nashelsky, Louis, Electrónica: Teoría de Circuitos, 6ª Ed., Prentice Hall Hispanoamericana S.A., Edo. de México, 1997.
- TOSHIBA E3 SERIES ONELINE
- TOSHIBA UPS 1600EP SERIES INSTRUCTION MANUAL
- TOSHIBA UPS 4200 PLUS SERIES OPERATION MANUAL

### Tesis

- Clara Torres, Nancy, et. al. “*Planeación estratégica en mercadotecnia para incrementar las ventas de plásticos y juguetes castillo*”, Facultad de Contaduría y Administración, UNAM, 2006.
- Bermúdez Groves, Hiram A., et. al. “*Análisis de productividad y propuesta de mejora aplicando técnicas de ingeniería industrial para la empresa Maxiprint*”, Facultad de Ingeniería, UNAM, 2004.

- Velázquez Pérez, G. “*Fuente Ininterrumpible Solar*”, Universidad de las Américas Puebla, 2007.

### **Páginas de Internet**

- <http://www.c-mos.com/c>
- <http://www.crexel.com.ar/home.htm>
- <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/her/tip.asp>
- <http://www.monografias.com>
- <http://www.schneider-electric.com.mx>
- <http://www.scribd.com/doc/7497765/Gestion-del-mantenimiento>
- <http://www.unamosapuntos.com.mx>
- <http://www.unicrom.com/UPS-fuente-alimentacion.asp>
- [http://www.wikilearning.com/monografia/la\\_gestion\\_del\\_mantenimiento-definiciones\\_y\\_conceptos\\_generales/11254-2](http://www.wikilearning.com/monografia/la_gestion_del_mantenimiento-definiciones_y_conceptos_generales/11254-2)
- [http://www.toshiba.com/ind/data/tag\\_files/4200%20FA%2015-50%20kVA\\_159.pdf](http://www.toshiba.com/ind/data/tag_files/4200%20FA%2015-50%20kVA_159.pdf)
- [http://www.toshiba.com/ind/data/tag\\_files/1600EP%203600-18000VA%20-%2055288-000\\_2849.pdf](http://www.toshiba.com/ind/data/tag_files/1600EP%203600-18000VA%20-%2055288-000_2849.pdf)
- <http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento-sai-ups.htm>
- <http://www.jbastan.com/pagproductos/bateriasgel.html>
- <http://www.autbat.com.ar/pdf/NiquelCadmio/instrucciones%20de%20instalacion.pdf>
- <http://www.enervolt.net/PDF/pdfnaval/bater%EDas%20de%20gel.pdf>
- <http://solete.nichese.com/baterias.html>
- <http://solete.nichese.com/tiposbaterias.html>
- <http://www.todobaterias.com/optima.oz03.html>
- <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2003/2003oct/tecnologia1/sica2c-1pl.asp>
- [http://www.unicrom.com/Tut\\_capacitor-electrolitico.asp](http://www.unicrom.com/Tut_capacitor-electrolitico.asp)
- <http://www.comunidadelectronicos.com/articulos/electroliticos.htm>

- [http:// www.toshibaups.com](http://www.toshibaups.com)
- <http://www.tic.toshiba.com>
- [http://www.toshiba.com/ind/data/tag\\_files/4200%20FA%2015-50%20kVA\\_159.pdf](http://www.toshiba.com/ind/data/tag_files/4200%20FA%2015-50%20kVA_159.pdf)
- [http://www.toshiba.com/ind/data/tag\\_files/1600EP%203600-18000VA%20-%2055288-000\\_2849.pdf](http://www.toshiba.com/ind/data/tag_files/1600EP%203600-18000VA%20-%2055288-000_2849.pdf)
- <http://solete.nichese.com/baterias.html>
- <http://solete.nichese.com/tiposbaterias.html>
- <http://www.jbastan.com/pagproductos/baterias.gel.html>
- <http://www.autbat.com.ar/pdf/NiquelCadmio/instrucciones%20de%20instalacion.pdf>
- <http://www.enervolt.net/PDF/pdfnaval/bater%EDas%20de%20gel.pdf>
- <http://www.solomantenimiento.com/articulos/mantenimiento-sai-ups.htm>
- <http://www.ital.com/2009/01/mantenimiento-preventivo-de-saiups.html>
- [http://www.usb.com.mx/shop/es/dept\\_1.html](http://www.usb.com.mx/shop/es/dept_1.html)
- <http://www.monografias.com>
- <http://www.mantenimientomundial.com/tipos/default.asp>
- [www.vogar.com.mx/UPS-No\\_Break/20-kVA.htm](http://www.vogar.com.mx/UPS-No_Break/20-kVA.htm)
- [www.mgeups.com](http://www.mgeups.com)
- [www.ieee.com.mx](http://www.ieee.com.mx)