



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

***“EL SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA (UPS)
COMO ALTERNATIVA ANTE LAS INTERRUPCIONES
Y FALLAS EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO”***

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

ÁREA: INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA

PRESENTA:

VICTOR MANUEL HUBERT PÉREZ

ASESOR:

ING. FRANCISCO RAÚL ORTIZ GONZÁLEZ



SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO. DE MÉXICO, 2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Miriam y mis hijos Víctor Manuel y Miriam Nayeli por ser mi motivación y alegría para seguir esforzándome

Al Ing. Francisco Raúl Ortiz González por su gran ayuda y apoyo incondicional en este proyecto

A los Ingenieros que integran el sínodo por el tiempo tomado en revisar este trabajo y dar sus observaciones del mismo las cuales son valiosas para el resultado final

A mis profesores (Ingenieros de IME), por su dedicación y esfuerzo en transmitir sus conocimientos y experiencias para mi formación profesional

A todos ellos gracias

Víctor Manuel Hubert Pérez

El campo de la ingeniería es muy amplio, ya que está en constante evolución con el desarrollo de nuevas tecnologías en las diferentes áreas tales como: eléctrica, industrial, mecánica, etc. Los investigadores han ampliado más posibilidades en los procesos al desarrollar nuevos sistemas.

Hoy en día la tecnología de las microcomputadoras, procesos de datos, como operaciones bancarias, atención al cliente y demás actividades, que en el ámbito industrial y de oficina se desarrollan diariamente y las 24 hrs del día, requieren de una alimentación de energía eléctrica sin interrupciones ó variaciones para su óptimo funcionamiento, y no sufrir algún daño en sus componentes.

Por lo anterior y debido a que no es posible contar con estos parámetros por parte de **CFE (Comisión Federal de Electricidad)**, por diferentes factores, tales como fenómenos naturales: descargas eléctricas al sistema de líneas de transmisión, demanda de energía eléctrica en horas pico las cuales desequilibran el sistema, e inducción de ruido al sistema por la radiación de señales de telecomunicaciones en el aire, principalmente.

Por tal motivo se han desarrollado sistemas que permiten contar con una energía eléctrica ininterrumpida (constante), solucionando así los cortes de energía que afectan el funcionamiento de empresas que necesitan estar en operación continua.

El sistema ininterrumpible de energía (UPS: POWER UNINTERRUPTIBLE SYSTEM) proporcionan una alternativa de energía eléctrica sin cortes, dando el tiempo necesario para que arranque la planta de emergencia y tome la carga soportada por el UPS.

El presente trabajo habla de las topologías de este tipo de sistemas, de sus partes que lo componen y la manera de manipularlas, mencionando los equipos adicionales que requiere, para su funcionamiento adecuado.

A continuación se mencionan los aspectos principales de los capítulos que comprenden este trabajo.

El primer capítulo habla de los conceptos básicos que se requieren conocer, para tener una mayor comprensión del tema, tomando en cuenta los parámetros y variables que intervienen en el funcionamiento del sistema.

El segundo capítulo menciona los principales instrumentos de medición que se utilizarán en este tema, así como el modo de empleo de los mismos, para utilizarlos en el manejo, operación e instalación del UPS.

El tercer capítulo describe las partes y modo de funcionamiento del sistema de respaldo de energía (UPS), en un estado de operación normal y cuando se presenta alguna falla en este, por diversos factores.

Y por último el cuarto capítulo habla de la manera de entrar al menú y submenús con que cuenta el sistema, para detectar la ó las fallas que se presenten en el equipo, para tomar una decisión de solución.

Adicionalmente se describe un proyecto de instalación de un equipo UPS, en un site de comunicaciones.

	Pág.
<i>INTRODUCCIÓN</i>	i.
<i>CAPÍTULO 1</i> <i>ASPECTOS GENERALES</i>	1.
1.1 ANTECEDENTES.....	1.
1.1.1 Semiconductores.....	2.
1.1.1.1 Funcionamiento de los semiconductores de potencia.....	3.
1.1.1.2 Características de los componentes.....	4.
1.1.1.3 Proceso de fabricación.....	5.
1.2 VOLTAJE.....	6.
1.3 CORRIENTE.....	7.
1.3.1 Corriente Alterna.....	8.
1.3.1.1 Fases.....	9.
1.3.2 Corriente Directa.....	15.
1.4 TRANSFORMADORES.....	16.
1.4.1 Principales conexiones de los transformadores.....	17.
1.4.2 El concepto de polaridad.....	17.
1.4.2.1 La prueba de polaridad.....	19.
1.4.3 Conexión de los transformadores trifásicos.....	19.
1.4.4 Sistemas polifásicos.....	20.
1.4.5 Conexión trifásica de transformadores.....	20.
1.4.5.1 Conexión Delta-Estrella.....	20.
1.4.5.2 Conexión Delta-Delta, Delta-Abierta.....	21.

1.4.5.3	Conexión Estrella-Delta.....	22.
1.4.5.4	Conexión Estrella-Estrella.....	23.
1.5	POTENCIA.....	23.
1.5.1	Potencia aparente (VA)	25.
1.5.2	Potencia real (W).....	25.
1.6	RESISTENCIA.....	25.
<i>CAPÍTULO 2</i>	<i>EQUIPOS DE MEDICIÓN.....</i>	<i>27.</i>
2.1	GENERALIDADES.....	27.
2.2	MEDIR.....	27.
2.2.1	Unidades de medida.....	27.
2.2.2	Sistema Internacional de unidades.....	28.
2.2.3	Para medir longitud.....	29.
2.2.3.1	Regla.....	29.
2.2.3.2	Metro plegable ó Flexómetro.....	30.
2.2.3.3	Cinta métrica.....	30.
2.2.3.4	Calibrador de vernier.....	31.
2.2.3.5	Micrómetro.....	32.
2.2.4	Para medir tiempo.....	32.
2.2.4.1	Cronómetro.....	32.
2.2.4.2	Reloj.....	32.
2.2.5	Para medir temperatura.....	32.
2.2.5.1	Termopar.....	32.
2.2.5.2	Termómetro.....	32.
2.2.6	Para medir presión.....	33.

2.2.6.1	Barómetro.....	33.
2.2.6.2	Manómetro.....	33.
2.2.7	Para medir magnitudes eléctricas.....	33.
2.2.7.1	Amperímetro.....	34.
2.2.7.1.1	Uso del Amperímetro.....	35.
2.2.7.2	Voltímetro.....	36.
2.2.7.2.1	Uso del Voltímetro.....	36.
2.2.7.2.2	Utilidad del Voltímetro.....	37.
2.2.7.3	Multímetro o Tester.....	37.
2.2.7.4	Puente de Wheatstone.....	38.
2.2.7.5	Osciloscopio.....	39.
2.2.7.5.1	Tipos de Osciloscopios.....	39.
2.2.7.5.2	Funcionamiento de osciloscopio.....	40.
<i>CAPÍTULO 3</i>	<i>EL SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA (UPS).....</i>	<i>44.</i>
3.1	UPS.....	44.
3.1.1	Para qué sirve un UPS.....	44.
3.1.2	Topologías de UPS.....	45.
3.1.2.1	Sistema Standby.....	46.
3.1.2.2	Sistema Interactivo.....	47.
3.1.2.3	Sistema Standby-Ferro.....	48.
3.1.2.4	Sistema On-line de doble conversión.....	49.
3.1.2.5	Sistema On-line de conversión Delta.....	50.
3.2	COMPONENTES.....	52.
3.2.1	Bypass.....	52.
3.2.2	Interruptor estático de Bypass.....	53.

3.2.3	Filtros.....	55.
3.2.3.1	Filtro de Aire.....	55.
3.2.3.2	Filtro de Armónicos.....	55.
3.2.4	Inversor.....	56.
3.2.5	Interfaz de usuario.....	57.
3.2.5.1	Opciones en pantalla.....	58.
3.2.5.2	Obtención de estado de operación.....	58.
3.2.5.3	Verificación de parámetros de operación.....	58.
3.2.5.4	Acceso a reporte de estado y registro de historial de alarmas.....	59.
3.2.6	Ventiladores.....	59.
3.2.7	Módulo de potencia.....	60.
3.2.8	Módulo de batería.....	61.
3.2.9	Módulo de control.....	62.
3.2.10	Baterías.....	62.
3.2.10.1	¿Cómo funcionan las baterías?.....	63.
3.2.10.2	Clasificación.....	63.
3.2.10.3	Disoluciones y Electrólitos.....	63.
3.2.10.4	Electrolisis.....	64.
3.2.10.5	Características eléctricas de baterías.....	64.
3.2.10.6	Capacidad de una batería.....	64.
3.2.10.7	Medida de tensión de baterías.....	65.
3.2.10.8	Proceso de descarga de baterías.....	65.
3.2.10.9	Proceso de descarga.....	65.
3.2.10.10	Descarga espontánea y sobrecarga de una batería.....	66.
3.2.10.11	Evolución de las baterías.....	66.
3.2.10.12	Baterías de UPS.....	66.
3.2.10.13	Banco de baterías de UPS.....	68.

CAPÍTULO 4	OPERACIÓN DE UPS E INSTALACIÓN DE EQUIPO.....	70.
4.1	OPERATIVIDAD.....	70.
4.1.1	Verificar parámetros de operación en pantalla.....	70.
4.1.2	Voltaje de entrada y salida.....	71.
4.1.3	Frecuencia de entrada y salida.....	72.
4.1.4	Sustitución de filtros de aire.....	74.
4.1.5	Estado de baterías.....	74.
4.1.6	Carga presente.....	75.
4.1.7	Datos de UPS.....	76.
4.1.8	Información de módulos instalados en equipo.....	77.
4.2	REVISAR HISTORIAL DE ALARMAS EN PANTALLA.....	79.
4.2.1	Verificación visual de cristal líquido (pantalla).....	81.
4.3	DIAGRAMA MÍMICO.....	82.
4.4	PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	83.
4.4.1	Características de un sistema de protección.....	84.
4.4.2	Interruptor Automático.....	85.
4.4.3	Fusibles.....	86.
4.5	PLANTA DE EMERGENCIA.....	88.
4.5.1	Antecedentes.....	88.
4.5.2	Principio del motor Diesel.....	89.
4.5.2.1	Importancia de la compresión elevada.....	89.
4.5.2.2	Ventajas del motor Diesel.....	89.
4.6	AIRE ACONDICIONADO.....	90.
4.6.1	Enfriar máquinas ó enfriar personas.....	91.
4.6.2	Densidad de carga.....	92.
4.6.3	Movimiento de Aire.....	92.

4.6.4	Control de temperatura con precisión.....	92.
4.6.4.1	Control de humedad con precisión.....	93.
4.6.5	Horas de operación.....	93.
4.6.6	Filtración de Aire.....	93.
4.6.7	Comparación de sistemas.....	94.
4.7	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO UPS.....	94.
4.7.1	Equipo actual de la empresa.....	95.
4.7.2	Instalación actual.....	97.
4.7.3	Proyecto de instalación de nuevo equipo.....	99.
4.7.4	Cálculos.....	100.
4.7.5	Alimentadores.....	102.
4.7.6	Protecciones.....	103.
4.7.7	Instalación de soportes.....	104.
4.7.8	Adquisición de equipo.....	104.
	<i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>106.</i>
	<i>ANEXO DE MANTENIMIENTO.....</i>	<i>107.</i>
	<i>APÉNDICE.....</i>	<i>129.</i>
	<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>132.</i>

1.1 ANTECEDENTES

El campo de la electrónica de potencia no es nuevo. Los periodos de post y pre-guerra, desde 1930 a 1950, vieron una extensa aplicación de la electrónica de potencia, basada en el rectificador de arco de mercurio y en las válvulas de gas.

Fue en diciembre de 1939, cuando William Shockley observó por primera vez el principio de un semiconductor que podría utilizarse para controlar la potencia eléctrica. Sin embargo, no fue hasta el 23 de diciembre de 1947, la fecha oficial de la invención del transistor, cuando William Shockley, John Bardeen y Walter Brattainse mostraron a los ejecutivos de los laboratorios Bell un transistor de punto de contacto simple. Fue en este punto cuando nació la tecnología electrónica.

Existen otras dos fechas importantes para seguir el desarrollo de los semiconductores de potencia. El circuito integrado fue inventado por Jack Kelby de Texas Instruments en 1958. Los circuitos integrados, especialmente los microprocesadores, se utilizan ahora extensivamente para controlar los componentes semiconductores de potencia. Finalmente, el tiristor, el caballo de batalla de la electrónica de potencia, fue anunciado por General Electric en 1957. Originalmente se llamó rectificador de silicio común, y tiempo después se cambió el nombre al de tiristor.

Hay muchas aplicaciones de electrónica y electricidad en la actualidad, ya que estas dos ramas se encuentran aplicadas en la vida diaria y en todo lo que la rodea.

En el estudio de la electricidad, se aprovechan los fenómenos eléctricos para obtener potencia y energía. De tal modo la electricidad suministra la potencia necesaria para hacer que gire el agitador de una lavadora o para que funcionen sus componentes de control de esta misma.

En el estudio de la electrónica se usa la electricidad para llevar información, la cual puede variar mucho: Desde un timbre eléctrico, con él que se informa que alguien llama a la puerta, hasta los complejos sistemas de radar para localizar y rastrear blancos distantes que se mueven a gran velocidad. De tal manera los dispositivos electrónicos son los que usan la electricidad para indicar, mostrar o informar de cualquier modo.

En algunos campos la electrónica juega un papel tan importante que sin ella nunca hubiera llegado a su desarrollo presente. Como ejemplo se tienen las comunicaciones; sin los transmisores y receptores electrónicos de radio, sería imposible la comunicación rápida. Tal como se conoce actualmente. Otro ejemplo es la automatización industrial, donde la mayor parte de los dispositivos de control y

monitoreo son electrónicos. También el procesamiento de datos y las investigaciones científicas y médicas son áreas que requieren de la electrónica.



Fig. 1.1 Antena de comunicaciones

1.1.1 Semiconductores

Los semiconductores de potencia se utilizan en un amplio rango de aplicaciones, tales como:

- Industriales, consisten principalmente de dos áreas: control de motores y fuentes de alimentación; donde los motores que controlan, varían desde los muy grandes, como los utilizados en fábricas de acero, a los relativamente pequeños, tales como para máquinas herramientas; y, las fuentes de alimentación también tienen muchas formas y tamaños, como carga de baterías, calentamiento por inducción, galvanoplastia y soldadura.

- De consumo, cubren muchas áreas del hogar: amplificadores de audio, controles de calefacción, reguladores de luz, control de motores para batidoras, herramientas eléctricas, y sistemas de seguridad.
- De transporte, siendo las más grandes los excitadores de motores en áreas como vehículos eléctricos, locomotoras, carretillas elevadoras. Igualmente importantes son las aplicaciones de excitación sin motores, como el control de señales de tráfico, el encendido electrónico y la regulación de tensión en vehículos.
- Aeroespaciales y de defensa, que incluyen transmisores VLF (very low frequency); fuentes alimentación para el espacio y la aeronáutica, así como para conmutación utilizando relés de estado sólido y contactores.

Como ya se mencionó innumerables son las aplicaciones de la electrónica de potencia en todo tipo de dispositivos de consumo, doméstico e industrial (electrodomésticos, línea blanca, computadoras personales, sistemas electrónicos de control.....), que cubren potencias entre los pocos volts y algunos kilovolts.

Se basan en convertidores-rectificadores AC-DC (corriente alterna-corriente directa) seguidos de etapas estabilizadoras lineales o la mayoría en la actualidad de conmutación. Con las topologías existentes; buck, boost, flyback, semipuente, puente etc.; existen también fuentes con entrada en corriente continua, en este caso se trata de convertidores DC-AC (corriente directa-corriente alterna), normalmente conmutados a VHF (very high frequency), muy alta frecuencia, la cual está en el orden de los Ghz.

El avance tecnológico es en forma continua dada la fuerte competencia del mercado de la electrónica, en la que los objetivos son la reducción de costos, mejora de rendimiento, ahorro de energía y aspectos de calidad de comportamiento tanto en salida (estabilidad, rizado.....), como entrada (interferencia, generación de armónicos en la corriente consumida...).

1.1.1.1 Funcionamiento de los semiconductores de potencia

La construcción y las características de varios tipos de componentes semiconductores de potencia. Generalmente, pueden funcionar de distintos modos, debido a su construcción o a la aplicación en que se utilicen. A continuación se hace mención de cuatro modos de funcionamiento:

- Una forma de diferenciar componentes es por su capacidad de ser controlados, con respecto a su punto de activación. El rectificador de potencia

no se puede controlar, ya que conduce tan pronto como la tensión en el ánodo es más positiva que en el cátodo. Todos los demás componentes de potencia como: el transistor, tiristor, interruptor de estados sólido (GTO) y triac, se pueden conectar (y a veces desconectar) mediante señales de control en una entrada auxiliar.

- Algunos componentes de potencia también pueden trabajar en modo lineal o de conmutación. El transistor es el único componente descrito aquí capaz de funcionar linealmente, por lo que es una elección obvia su aplicación. Las pérdidas son mucho mayores en modo lineal, causadas por el producto entre la corriente que atraviesa el componente y la caída de tensión en sus bornes. Los componentes de conmutación pueden manejar mayor potencia, ya que su disipación es menor. Su ganancia de potencia generalmente también es mayor, por lo que necesita menor corriente de excitación para controlar su funcionamiento.
- El tercer modo de funcionamiento depende del tipo de señal que se necesita para controlar los componentes semiconductores de potencia. Generalmente, consiste de una señal eléctrica, aunque hay muchos dispositivos que utilizan energía óptica (optoacopladores¹).
- Finalmente, se puede incrementar considerablemente la capacidad de tensión y corriente de los dispositivos de potencia haciendo trabajar varios de ellos en serie o paralelo, de forma que la tensión se reparte entre varios componentes.

1.1.1.2 Características de los componentes

Muchos de los dispositivos semiconductores de potencia descritos aquí tienen características especiales. Sin embargo, también hay muchas similitudes, tales como:

¹ Los optoacopladores son aquellos dispositivos que combinan la óptica y la electrónica para funcionar. los componentes optoelectrónicos son aquellos capaces de convertir energía luminosa en eléctrica o viceversa. Los cuales se dividen en dos grupos;

Fotosensibles: A partir de una excitación luminosa producen o controlan cambios de energía eléctrica. Entre estos componentes se encuentran las LDR, fotopilas, fototiristores, fotoleds, fotodiodos y fototransistores bipolares.

Electroluminiscentes: Basados en la excitación por una corriente eléctrica que provoca en aquellos la emisión de energía luminosa en forma de radiaciones visibles o no. Son componentes electroluminiscentes los LED (Light Emitting Diode) y todas sus configuraciones, los diodos emisores de infrarrojos IRED (Infrared Emitting Diode), diodos LASER (Light Amplification by Stimulate Emission of Radiation), que producen la emisión estimulada de los fotones como una radiación monocromática y los visualizadores de cristal líquido LCD (Liquid Cristal Display).

- La caída de tensión en bornes del componente cuando lleva corriente.
- La capacidad del componente de manejar corriente. Es importante tanto la corriente en estado de régimen como la capacidad de llevar corriente de pico o de sobrecarga a menudo determina la necesidad de protección.
- La capacidad del componente de bloquear tensión, tanto en dirección inversa a la que normalmente conduce, como en la conducción directa, cuando todavía no se ha activado.
- El máximo ritmo de incremento de corriente que puede soportar el dispositivo sin ser destruido debido al calentamiento local, y el máximo ritmo de incremento de tensión en la dirección directa que puede soportar sin activarse prematuramente.
- La velocidad de conmutación del dispositivo, que tiene influencia en sus pérdidas de conmutación y en la frecuencia máxima a la que puede trabajar.
- La velocidad a la que el componente en conducción puede recuperar su capacidad de bloqueo. Esto también tiene influencia sobre su máxima frecuencia de funcionamiento.
- La máxima disipación de potencia que puede soportar el componente. Esta característica a menudo está enlazada con la máxima temperatura de la unión a la que puede funcionar el componente y su característica de transferencia térmica, es decir, su capacidad de transferir calor a un disipador.
- La ganancia en potencia del componente, que es la relación entre la potencia controlada y la potencia que se necesita en la terminal de control. Cuando mayor sea esta ganancia, menor será la disipación de potencia en la electrónica de control del semiconductor de potencia.

1.1.1.3 Proceso de fabricación

Los procesos de fabricación de los semiconductores de potencia se parecen mucho a los que se utilizan en otros dispositivos semiconductores. Estos consisten en lo siguiente:

- Preparación de una oblea de silicio puro, que forma la base para soportar al semiconductor de potencia.
- Crecimientos de óxido sobre áreas seleccionadas de la superficie del semiconductor, para proteger de contaminación las capas debajo de él y para formar una máscara para los pasos subsiguientes de procesamiento.
- Crecimiento de una capa epitaxial en la oblea de silicio, que forma una capa controlada en la que se pueden formar varias partes del componente semiconductor.

- Fotolitografía, utilizada para controlar las áreas donde se forman los componentes p y n^2 .
- Difusión, que es el método más común para formar los componentes p y n del dispositivo semiconductor.
- Implantación iónica, que es capaz de producir áreas p y n de alta precisión.
- Formación metálica, que se utiliza para interconectar entre sí las distintas partes p y n del dispositivo semiconductor, y para proporcionar una base para conectar el silicio al encapsulado del dispositivo.

1.2 VOLTAJE

El voltaje es el flujo de electrones que requiere mantener una fuerza o presión que empuje a los electrones en forma continua. Esta fuerza generalmente se conoce con el término de *fuerza electromotriz* o FEM. El voltaje o la FEM es la diferencia de la carga eléctrica entre dos puntos. Con el fin de mantener esta diferencia debe existir, un exceso de electrones en un cierto lugar y una diferencia o falta de electrones en otro lugar.

El voltaje es la presión o diferencia de potencia eléctrica de una carga entre dos puntos en un circuito eléctrico o campo eléctrico. Es decir, el trabajo realizado por una fuerza externa (invisible) para mover la carga de un punto a otro.

El voltaje es comúnmente representado por los símbolos E ó V y se le conoce comúnmente como tensión, potencial y FEM.

La unidad de medida es el *volt* o *voltio* (V) pero hay múltiplos tales como el kilovolt (KV) y Megavolt (MV), y submúltiplos como el milivolt (mV) y microvolt (μV). El aparato que se usa para medir este parámetro eléctrico es el voltmetro o voltímetro, el cual se conecta en paralelo al circuito, el cual puede ser un foco un horno de microondas un estéreo, etc.....; a continuación se ilustra la forma correcta de efectuar la medición:

² Propiedades conductoras de silicio cristalino dopado con impurezas. En un transistor típico, dos capas de silicio dopado con fósforo u otros elementos capaces de donar electrones libres (regiones n , negativas) están separadas por una capa contaminada con boro u otro material que acepte electrones libres (región p , positiva). La capa p variará su conductividad si se le aplica una pequeña tensión y, por tanto, dejará pasar o no corriente de una capa n a, la otra.

En general, una unión entre materiales de tipo n y de tipo p conduce corriente cuando se le aplica tensión positiva a la región p y negativa a la n .

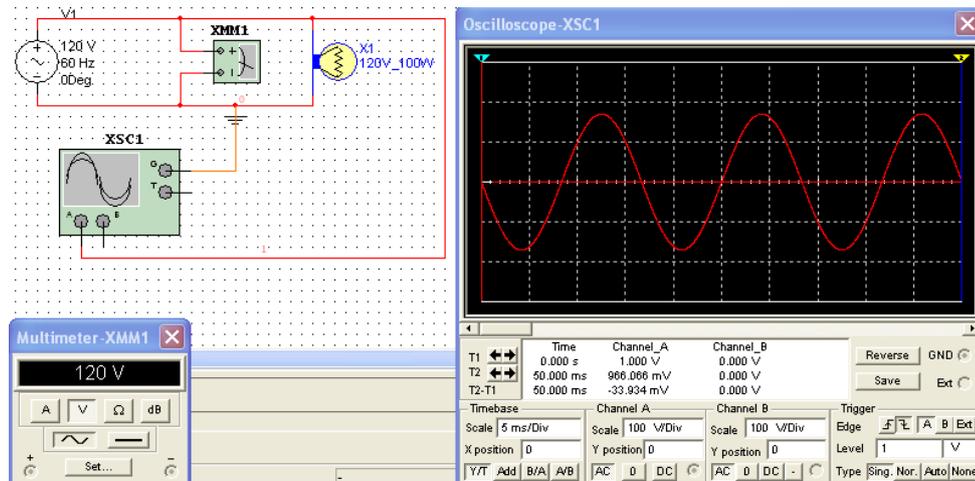


Fig. 1.2 Conexión de voltímetro para checar voltaje en circuito

1.3 CORRIENTE

Es el flujo continuo y controlado de electrones en un circuito eléctrico. Cuando se tiene una fuente de voltaje conectada a través de conductores a un dispositivo, las cargas eléctricas fluyen desde un polo hacia otro, a este flujo se le llama corriente eléctrica y es el indicador de la cantidad de flujo hacia algún punto. La intensidad de corriente se conoce como la variación de carga con respecto al tiempo y su intensidad se mide en coulomb por segundo, esta unidad se denomina *ampere* o *amperio* (A).

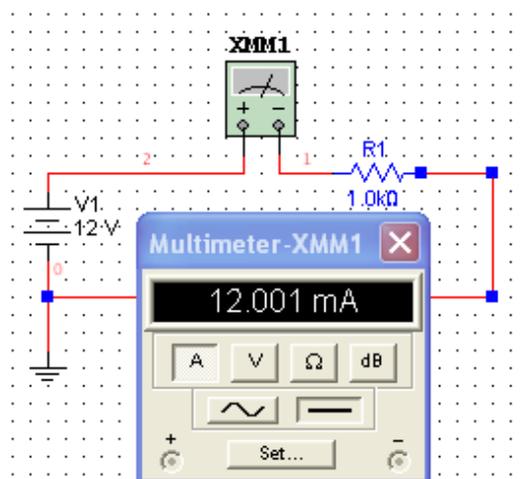


Fig. 1.3 Resistencia que presenta cualquier circuito al paso de corriente

El aparato que se utiliza para medir la corriente eléctrica es el amperímetro o amperméto, el cual se conecta en serie con la carga (ejemplo, un foco, una lavadora, un refrigerador, etc.....) como se ilustra en la fig. 1.4, en donde se ve una fuente de alimentación en AC de 120 volts, un multímetro en la función de amperímetro en serie con la carga (foco de 120 volts), para medir la corriente que está circulando por el circuito, y un osciloscopio conectado en la entrada de la carga, para observar la señal que recibe (onda senoidal).

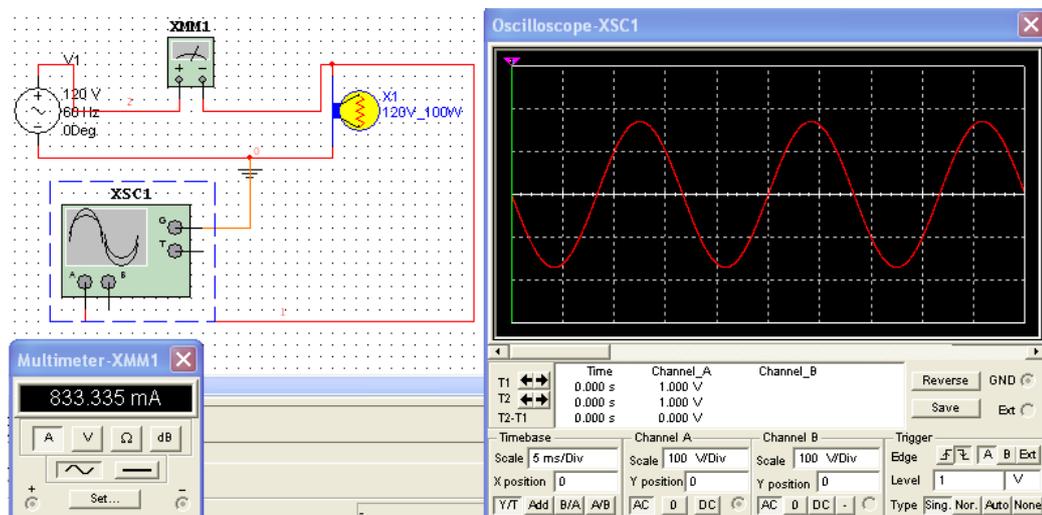


Fig. 1.4 Circuito para checar corriente con Amperímetro

1.3.1 Corriente Alterna

En el año 1882, el físico matemático, inventor e ingeniero Nikola Tesla, diseñó y construyó el primer motor de inducción de corriente alterna (CA). Posteriormente el físico William Stanley, reutilizó, en 1885, el principio de inducción para transferir la AC entre dos circuitos eléctricamente aislados. La idea central fue la de enrollar un par de bobinas en una base de hierro común, denominada bobina de inducción. De este modo se obtuvo lo que sería el precursor del actual transformador. El sistema usado hoy en día fue ideado fundamentalmente por Nikola Tesla; la distribución de la corriente alterna fue comercializada por George Westinghouse. Otros que contribuyeron en el desarrollo y mejora de este sistema fueron Lucien Gaulard, John Gibbs y Oliver Challenger entre los años 1881 y 1889.

La primera transmisión interurbana de la corriente alterna ocurrió en 1891, cerca de Telluride, Colorado, en los Estados Unidos de América (EUA), a la que siguió

algunos meses más tarde otra en Alemania. Así, utilizando corriente alterna, Charles Proteus Steinmetz, de General Electric, pudo solucionar muchos de los problemas asociados a la producción y transmisión eléctrica.

Una fuente de corriente alterna produce un voltaje que periódicamente se va alternando, aumentando desde cero hasta un máximo positivo y decreciendo desde este máximo hasta cero, para volver a aumentar hasta un valor máximo negativo y decrecer hasta llegar nuevamente a cero, a esta variación completa se le llama ciclo de operación. La corriente alterna AC es un tipo de corriente donde su polaridad se invierte periódicamente, y a la cantidad de veces en que se repite dicho ciclo en un determinado tiempo se le llamara frecuencia dada en ciclos/segundo.

Algunos tipos de ondas periódicas tienen el inconveniente de no tener definida su expresión matemática, por lo que no se puede operar analíticamente con ellas. Por el contrario, la onda senoidal no tiene esta indeterminación matemática y presenta las siguientes ventajas:

- La función seno está perfectamente definida mediante su expresión analítica y gráfica. También con la teoría de los números complejos se analizan con suma facilidad los circuitos de alterna.
- Las ondas periódicas no senoidales se pueden descomponer en una serie de ondas senoidales de diferentes frecuencias que reciben el nombre de armónicos. Esto es una aplicación directa de las series de Fourier.
- Se pueden generar con facilidad y en magnitudes de valores elevados para facilitar el transporte de la energía eléctrica.
- Su transformación en otras ondas de distinta magnitud se consigue con facilidad mediante la utilización de transformadores reductores o elevadores de tensión.

Las ondas sinusoidales son medidas y comparadas de acuerdo a ciertas características de: amplitud, ciclo, frecuencia, voltaje pico a pico, voltaje rms (root mean square), raíz cuadrática media, etc.....

1.3.1.1 Fases

Una señal senoidal $a(t)$, tensión $v(t)$, o corriente $i(t)$, se puede expresar matemáticamente según sus parámetros característicos, como una función del tiempo por medio de la siguiente ecuación:

$$a(t) = A_0 \cdot \sin(\omega t + \beta)$$

Donde:

- A_0 es la *amplitud* en voltios o amperios (también llamado *valor máximo o de pico*).
- ω la pulsación en radianes/segundo.
- t el tiempo en segundos.
- β el ángulo de fase inicial en radianes.

Dado que la velocidad angular es más interesante para matemáticos que para ingenieros, la fórmula anterior se suele expresar como:

$$a(t) = A_0 \cdot \sin(2\pi ft + \beta)$$

Donde f es la frecuencia en hertz (Hz) y equivale a la inversa del período. Los valores más empleados en la distribución son 50 Hz y 60 Hz.

$$f = \frac{1}{T}$$

Valores significativos. A continuación se indican otros valores significativos de una señal sinusoidal:

- **Valor instantáneo** ($a(t)$): Es el que toma la ordenada en un instante, t , determinado.
- **Valor pico a pico** (A_{pp}): Diferencia entre su pico o máximo positivo y su pico negativo. Dado que el valor máximo de $\sin(x)$ es +1 y el valor mínimo es -1, una señal sinusoidal que oscila entre $+A_0$ y $-A_0$. El valor de pico a pico, escrito como A_{P-P} , es por lo tanto $(+A_0) - (-A_0) = 2 \times A_0$.

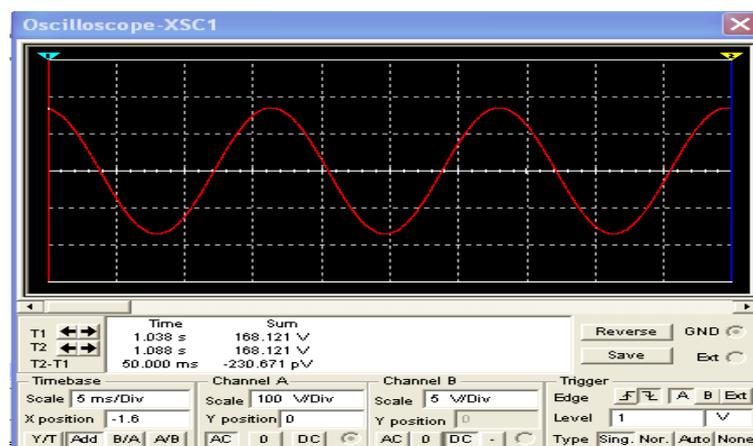


Fig. 1.5 Oscilograma de señal senoidal de valor pico a pico

- **Valor medio** (A_{med}): Valor del área que forma con el eje de abscisas por su período. El área se considera positiva si está por encima del eje de abscisas y negativa si está por debajo. Como en una señal sinusoidal el semiciclo positivo es idéntico al negativo, su valor medio es nulo. Por eso el valor medio de una onda sinusoidal se refiere a un semiciclo. Mediante el cálculo integral se puede demostrar que su expresión es la siguiente;

$$A_{med} = \frac{2A_0}{\pi}$$

- **Pico o cresta**: Valor máximo, de signo positivo (+), que toma la onda sinusoidal del espectro electromagnético, cada medio ciclo, a partir del punto "0". Ese valor aumenta o disminuye a medida que la amplitud "A" de la propia onda crece o decrece positivamente por encima del valor "0".
- **Valor eficaz** (A): su importancia se debe a que este valor es el que produce el mismo efecto calorífico que su equivalente en corriente continua. Matemáticamente, el valor eficaz de una magnitud variable con el tiempo, se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de los valores instantáneos alcanzados durante un período:

$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

En la literatura inglesa este valor se conoce como R.M.S (*root mean square* : valor cuadrático medio), y en matemáticas a veces es llamado valor cuadrático medio de una función. En el campo industrial, el valor eficaz es de gran importancia ya que algunas de las operaciones con magnitudes de energía se hacen con dicho valor. De ahí que por rapidez y claridad se represente con la letra mayúscula de la magnitud que se trate (I, V, P, etc.). Matemáticamente se demuestra que para una corriente alterna senoidal el valor eficaz viene dado por la expresión:

$$A = \frac{A_0}{\sqrt{2}}$$

De la expresión anterior se tiene que el valor de A, tensión o intensidad, es útil para calcular la potencia consumida por una carga. Así, si una tensión de corriente directa (DC), el V_{DC} , desarrolla una cierta potencia P en una carga resistiva dada, una tensión de AC de V_{rms} desarrollará la misma potencia P en la misma carga si:

$$V_{rms} = V_{DC}$$

Para ilustrar prácticamente los conceptos anteriores se considera, como ejemplo, la corriente alterna en la red eléctrica doméstica en la Ciudad de México: cuando se dice que su valor es de 220 V CA, se está diciendo que su *valor eficaz* (al menos nominalmente) es de 220 V, lo que significa que tiene los mismos efectos caloríficos que una tensión de 220 V de DC. Su tensión de pico (amplitud), se obtiene despejando de la ecuación antes mencionada:

$$V_0 = V_{rms} \cdot \sqrt{2}.$$

Así, para la red de 220 V AC, la tensión de pico es de aproximadamente 311 V y de 622 V (el doble) la tensión de pico a pico.

Su frecuencia es de 60 Hz, lo que equivale a decir que cada ciclo de la onda senoidal tarda 16 mseg, en repetirse. La tensión de pico positivo se alcanza a los 4 mseg de pasar la onda por cero (0 V) en su incremento, y 8 mseg después se alcanza la tensión de pico negativo. Si se desea conocer, el valor a los 3 mseg de pasar por cero en su incremento, se empleará la función senoidal y sustituyendo valores se tiene:

$$v(t) = V_0 \cdot \sin(2\pi ft) = 311 \sin(2\pi \cdot 60 \cdot 3 \cdot 10^{-3}) = 311 \sin(,36 \pi) \approx 281.4 \text{ V}$$

Representación fasorial

Una función senoidal puede ser representada por un vector giratorio al que se denomina fesor o vector de Fresnel, que tiene las siguientes características:

- Girará con una velocidad angular ω .
- Su módulo será el valor máximo o el eficaz, según convenga.

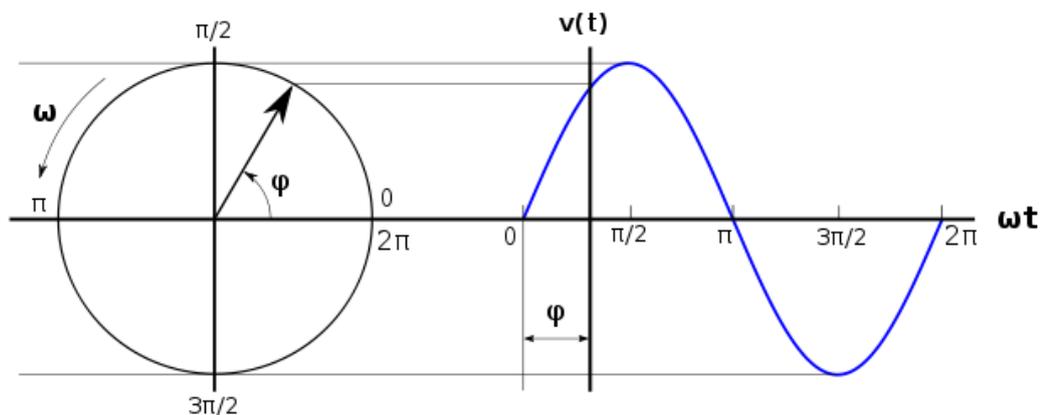


Fig. 1.6 Representación fasorial de una onda senoidal

La razón de utilizar la representación fasorial está en la simplificación que ello supone. Matemáticamente, un fasor puede ser definido fácilmente por un número complejo, por lo que puede emplearse la teoría de cálculo de estos números para el análisis de sistemas de corriente alterna.

Como ejemplo se tiene, una tensión de AC cuyo valor instantáneo es el siguiente:

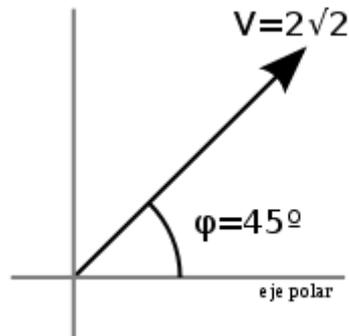


Fig. 1.7 Fasor vectorial de tensión

$$v(t) = 4 \sin\left(1000t + \frac{\pi}{4}\right)$$

Tomando como módulo de fasor su valor eficaz, la representación gráfica de la tensión, será:

$$\vec{V} = 2\sqrt{2}e^{\frac{\pi j}{4}} = 2\sqrt{2} \angle 45^\circ$$

Denominada forma polar, o bien:

$$\vec{V} = 2 + 2j$$

Denominada en forma binómica.

En la corriente alterna los circuitos pueden ser de una o más fases. Cuando son de una fase se llama monofásico, esto quiere decir que se alimentará dicho circuito con una fase y neutro dando un voltaje promedio de 127 V, si se requiere alimentación bifásica se tomarán dos fases y neutro, dando entre fases 220 V, y de cualquier fase a neutro dará 127, por último si se requiere alimentar trifásicamente, se toman tres fases y neutro; aunque hay equipos que solo requieren las tres fases ya que el transformador con que cuentan, entregan a la salida el neutro necesario.

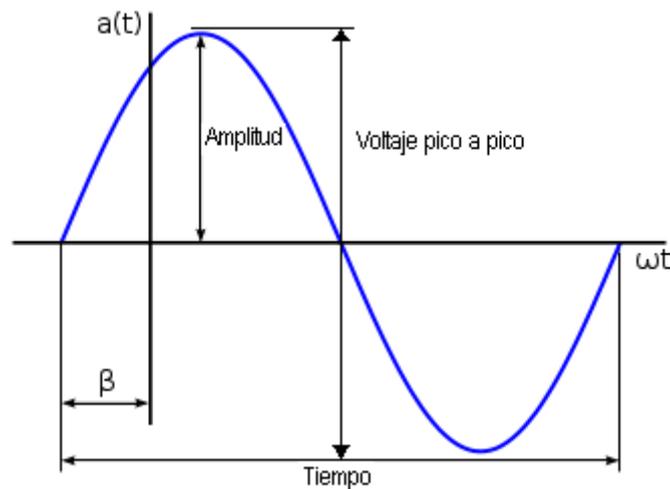


Fig.1.8 Onda senoidal con descripción de variables

En las conexiones de tres fases (trifásicas), existen dos tipos de arreglos o circuitos para estos sistemas: conexión delta y estrella.

Un sistema de corrientes trifásicas consta de tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente, valor eficaz), pero que presentan una cierta diferencia de fase entre ellas, en torno a 120° , y están dadas en un orden determinado.

Un sistema trifásico de tensiones se dice que está equilibrado cuando sus corrientes son iguales y están desfasados simétricamente.

Cuando alguna de las condiciones anteriores no se cumple (tensiones diferentes o distintos desfases entre ellas), el sistema de tensiones está desequilibrado o más comúnmente llamado un sistema desbalanceado.

Recibe el nombre de sistema de cargas desequilibradas el conjunto de impedancias distintas que dan lugar a que por el receptor circulen corrientes de amplitudes diferentes o con diferencias de fase entre ellas distintas a 120° , aunque las tensiones del sistema o de la línea sean equilibradas o balanceadas.

El sistema trifásico presenta una serie de ventajas como son la economía de sus líneas de transporte de energía (hilos más finos que en una línea monofásica equivalente) y de los transformadores utilizados, así como su elevado rendimiento de los receptores, especialmente motores, a los que la línea trifásica alimenta con potencia constante y no pulsada, como en el caso de la línea monofásica.

Los generadores utilizados en centrales eléctricas son trifásicos, dado que la conexión a la red eléctrica debe ser trifásica (salvo para centrales de poca potencia). La energía trifásica se usa mucho en industrias, donde las máquinas funcionan con motores para esta tensión.

Como ya se mencionó, existen dos tipos de conexión; delta y estrella. En estrella, el neutro es el punto de unión de las fases.

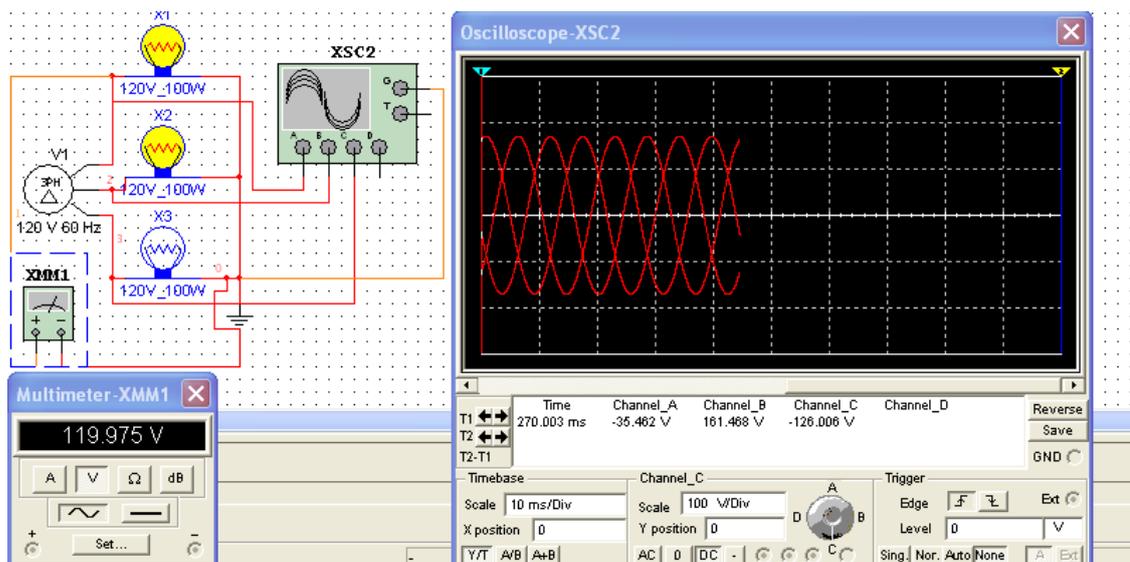


Fig. 1.9 Conexión de sistema trifásico de ondas senoidales

En un circuito trifásico se considera que las tres fuentes son una sola y ésta puede ser un generador trifásico o un transformador trifásico. En estos circuitos puede haber cargas trifásicas, como: motores, que estén conectados a los tres cables de fase, en lugar de cargas independientes, conectadas entre cada conductor de fase y el neutro, en sistema estrella; o entre fases, en sistemas en delta.

1.3.2 Corriente Directa

La corriente directa (DC), siempre fluye en la misma dirección. Los electrones fluyen en una sola dirección pues la polaridad del voltaje o de la fuente de la FEM es la misma; una de las terminales o polos de la fuente es siempre positivo y el otro negativo.

Los electrones fluyen desde la terminal negativa (*polo negativo*) de la fuente de voltaje, recorren el circuito y retornan a la terminal positiva (*polo positivo*). La corriente directa no cambia de dirección.

Algunos ejemplos de fuentes de corriente continua son: Un generador de DC o un rectificador de corriente.

Y para corriente continua (CC) se tiene: la pila seca, el acumulador de un automóvil, ó una batería de gel.

1.4 TRANSFORMADORES

Los transformadores son probablemente la parte de equipo de mayor uso en la industria eléctrica. Varían en tamaño desde unidades miniatura para equipos con transistores, hasta unidades gigantescas que pesan toneladas y que se emplean en las estaciones centrales de distribución de energía eléctrica. Sin embargo, todos los transformadores tienen las mismas propiedades básicas.

Cuando existe una inducción mutua entre dos bobinas o devanados, un cambio en la corriente que pasa por uno de ellos induce un voltaje en el otro. Todos los transformadores poseen un devanado primario y un secundario. El devanado primario recibe energía eléctrica de una fuente de alimentación y acopla esta energía al devanado secundario mediante un campo eléctrico variable. La energía toma la forma de una fuerza electromotriz que pasa por el devanado secundario y, si se conecta una carga a éste, la energía se transfiere a la carga. Así pues, la energía eléctrica se puede transferir de un circuito a otro sin que exista una conexión física entre ambos. Los transformadores son indispensables en la distribución de energía eléctrica de potencia en AC, ya que pueden convertirla a una corriente y voltaje deseado, ó en una potencia equivalente a otra corriente y voltaje determinado.

Cuando un transformador está en operación, pasan corrientes alternas por sus devanados y se establece un campo magnético alterno en el núcleo de hierro. Como resultado, se producen pérdidas de cobre y hierro que representan la potencia real (watts) y que hacen que el transformador se caliente. Para establecer un campo magnético se requiere una potencia reactiva (vars) que se obtiene de la línea de alimentación. Por estas razones, la potencia total entregada al devanado primario es siempre ligeramente mayor que la potencia total entregada por el devanado secundario. Sin embargo, se puede decir que aproximadamente en casi todos los transformadores se tiene:

- Potencia del primario (watts) = potencia del secundario (watts)
- Voltamperes del primario (VA) = Voltamperes del secundario (VA)

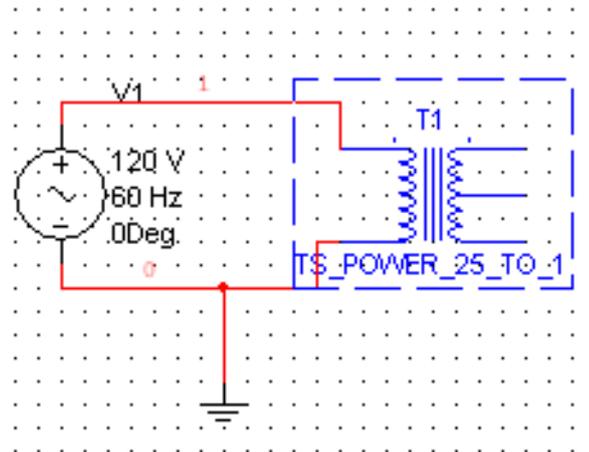


Fig. 1.10 Transformador con alimentación

1.4.1 Principales conexiones de los transformadores

Dependiendo del propósito de instalación, un transformador se puede conectar de distintas formas. En el caso de los transformadores monofásicos, hay distintas configuraciones de conectarlos de la fuente de alimentación a la carga.

Dos o más transformadores se pueden conectar en distintas formas para cumplir con distintos requerimientos, dependiendo la necesidad que se tenga.

1.4.2 El concepto de polaridad

A diferencia de la corriente directa, no hay polaridad positiva o negativa fija en la corriente alterna, de aquí que los transformadores no pueden tener polaridad fija en sus terminales.

Cuando se energiza el devanado primario de un transformador por medio de una fuente de AC, se establece un flujo magnético alterno en el núcleo del transformador. Este flujo alterno concatena las vueltas de cada devanado del transformador induciendo así voltajes de AC en ellos.

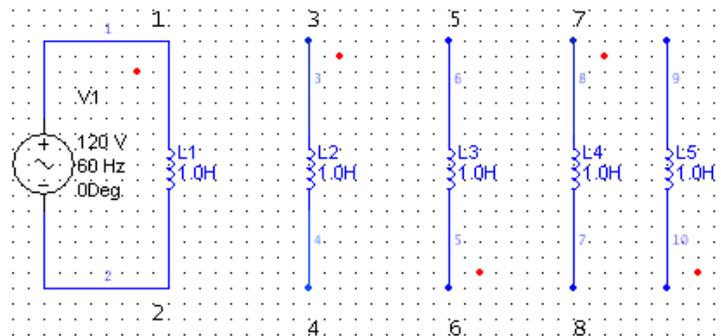


Fig. 1.11 Puntos de polaridad en transformadores

De la figura 1.11, el voltaje aplicado al devanado primario (terminales 1 y 2) cambia constantemente la polaridad de la terminal 1 y con respecto a la terminal 2. Las terminales 1 y 2 no pueden tener jamás la misma polaridad. La terminal 1 debe ser siempre positiva o negativa con respecto a la terminal 2. Por consiguiente, el flujo magnético alterno induce voltajes en todos los demás devanados, haciendo que aparezca un voltaje de AC en cada par de terminales. Las terminales de cada devanado también cambian de polaridad la una en relación con la otra.

Cuando se habla de polaridad de dos devanados de un transformador, se trata de identificar todas las terminales que tienen la misma polaridad (positiva o negativa) en el mismo instante. Por lo común se utilizan marcas de polaridad para identificar estas terminales. Estas marcas pueden ser puntos, cruces, números, letras o cualquier otro signo que indique cuales terminales tienen la misma polaridad.

De lo anterior figura 1.11 se tiene que cuando:

- 1 es positivo con respecto a 2
- 3 es positivo con respecto a 4
- 6 es positivo con respecto a 5
- 7 es positivo con respecto a 8
- 10 es positivo con respecto a 9

Conviene hacer notar que una terminal no puede ser positiva por sí sola, sólo puede serlo con respecto a otra terminal. En consecuencia, en cualquier momento dado, las terminales 1, 3, 6, 7 y 10 son todas positivas con respecto a las terminales 2, 4, 5, 8 y 9.

Otro ejemplo es que cuando las baterías se conectan en serie para obtener un mayor voltaje de salida, la terminal positiva de una de las baterías se debe conectar con la terminal negativa de la siguiente. Cuando se conectan de esta forma, los

voltajes individuales se suman. De igual manera, si los devanados del transformador se conectan en serie para que sus voltajes individuales se sumen o sean aditivos, la terminal con la marca de polaridad de un devanado se debe conectar a la terminal no marcada del otro devanado.

1.4.2.1 La prueba de polaridad

Cuando en un transformador no está especificada la polaridad o se desconoce, se puede determinar por una simple medición de voltaje como se indica a continuación:

- Hacer una conexión entre las terminales de alto voltaje y bajo voltaje del lado derecho cuando se ve al transformador desde el lado de las boquillas y de bajo voltaje.
- Aplicar un voltaje bajo, por ejemplo 120 volts a las terminales de alto voltaje y medir este voltaje con un voltímetro.
- Medir el voltaje de la terminal del lado izquierdo del lado de alto voltaje a la terminal del lado izquierdo de bajo voltaje.
- Si el voltaje anterior es menor que el voltaje a través de las terminales de alto voltaje, el transformador tiene polaridad sustractiva. Si este voltaje es mayor, entonces la polaridad es aditiva.

1.4.3 Conexión de los transformadores monofásicos

La conexión más simple en conexiones de transformadores es la conexión monofásica.

Un método sencillo de llevar las terminales de los devanados primarios y secundarios a las boquillas que llevan al exterior del tanque del transformador, para proporcionar flexibilidad en las conexiones, las bobinas de los devanados primario y secundario, se arreglan en dos secciones, cada sección de una bobina tiene el mismo número de espiras, por lo tanto, genera el mismo voltaje.

Las dos primeras secciones se conectan por lo general juntas, dentro del tanque y únicamente dos son llevadas al exterior del tanque a través de las boquillas, las cuales las aíslan de la tapa.

Se pueden sacar cuatro conductores secundarios de cada bobina del secundario, con los dos conductores o terminales transpuestos del interior, antes de ser llevado al exterior, en transformadores nuevos del tipo distribución, es práctica común estas dos terminales transpuestas, se conecta dentro del tanque y sólo un conductor común se lleva al exterior.

La boquilla secundaria en muchos casos es una tuerca que conecta a la pared del tanque proporcionando un medio de conexión a tierra.

1.4.4 Sistemas polifásicos

Como se sabe, en corriente alterna hay dos tipos de circuitos: los denominados circuitos monofásicos y los circuitos polifásicos (los más comunes son los trifásicos).

En los circuitos monofásicos se tiene sólo una fase y neutro,

En un sistema polifásico se aplican dos o más voltajes senoidales a las diferentes partes del circuito y circulan en las mismas, las correspondientes corrientes senoidales.

Cada parte del sistema polifásico se conoce como “fase” y prácticamente se denominan fase A, fase B y fase C y en la misma forma se designan los voltajes indicando voltajes de la fase A, voltaje de la fase B, voltaje de la fase C, y las corrientes: corriente de la fase A, corriente de la fase B, corriente de fase C.

Los voltajes aplicados a un sistema polifásico se obtienen de una fuente de suministro polifásica, también, de manera que cada fase está siempre separada, por ejemplo, en un sistema trifásico se tienen tres fases separadas, y los métodos más comunes de conectar los devanados de una máquina eléctrica trifásica son:

- Conexión delta
- Conexión estrella
- Vectores de voltaje

1.4.5 Conexión trifásica de transformadores

La transformación trifásica se puede realizar por medio de tres transformadores monofásicos en conexión trifásica o por medio de transformadores trifásicos, los métodos de conexión de los devanados par a la conexión trifásica son los mismos, ya sea que se usen tres devanados en un transformador trifásico, o bien tres transformadores monofásicos por separado, en conexión trifásica, las conexiones trifásicas más comunes son:

- Conexión delta-estrella
- Conexión delta-delta
- Conexión estrella-delta
- Conexión estrella-estrella

1.4.5.1 Conexión Delta-Estrella

Esta conexión se usa con frecuencia para alimentar cargas de alumbrado pequeñas y cargas trifásica simultáneamente, para esto se puede localizar una derivación o Tap en el punto medio del devanado secundario de uno de los transformadores

conectándose a tierra y se conecta también al neutro del secundario, de esta manera, las cargas monofásicas se conectan entre los conductores de fase y neutro, por lo tanto, el transformador con la derivación en el punto medio toma dos terceras partes de la carga monofásica y una tercera parte de la carga trifásica, los otros dos transformadores cada uno toman un tercio de la carga monofásica y trifásica.

Para poder cargar al banco trifásico en forma balanceada, se deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Los transformadores deben tener idéntica relación de transformación
- Los transformadores deben tener el mismo valor de impedancia
- Los transformadores deben conectar en el mismo tap o derivación

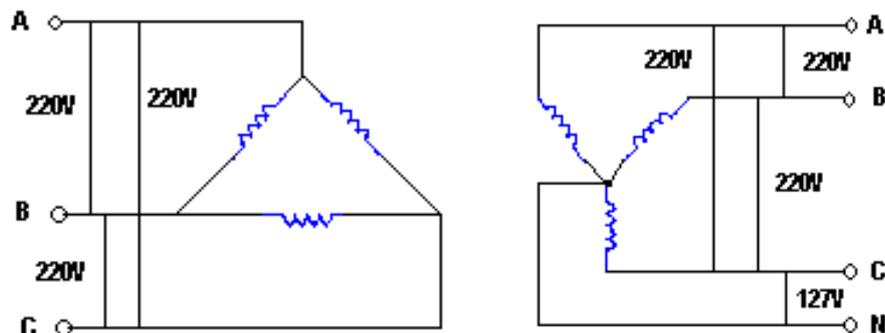


Fig. 1.12 Conexión Estrella-Estrella

1.4.5.2 Conexión Delta-Delta, Delta Abierta

La conexión delta-delta representa en cierto modo la más flexible de las conexiones trifásicas. Una de las ventajas de esta conexión, es que si uno de los transformadores se daña o se retira de servicio, los otros dos pueden continuar operando en la llamada conexión delta-abierta o (V). Con esta conexión se suministra aproximadamente el 58% de la potencia que entrega un banco en conexión delta-delta.

En la conexión delta abierta, las impedancias de los transformadores no necesitan ser iguales necesariamente, aunque esta situación es preferible cuando es necesario cerrar la delta con un tercer transformador.

La conexión delta abierta, se usa normalmente para condiciones de emergencia, cuando en una conexión delta-delta uno de los transformadores del banco se desconecta por alguna razón.

En forma similar a la conexión delta-delta, del punto medio del secundario de uno de los transformadores se puede tomar una derivación para alimentar pequeñas cargas de alumbrado o bien otros tipos de cargas.

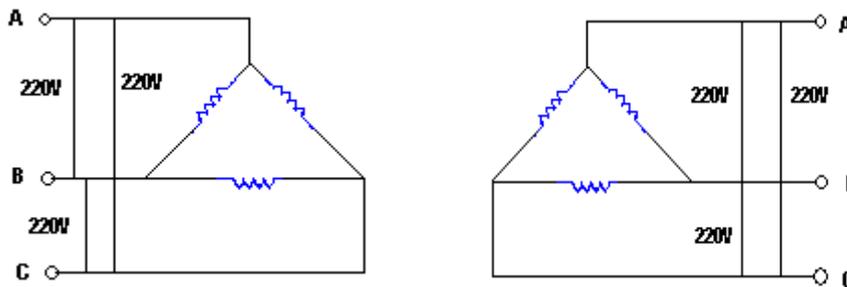


Fig. 1.13 conexión Delta-Delta

1.4.5.3 Conexión Estrella-Delta

Esta conexión se usa con frecuencia para alimentar cargas trifásicas grandes de un sistema trifásico de alimentación conectado en estrella, tiene la limitante de que para alimentar cargas monofásicas y trifásicas en forma simultánea, no dispone del neutro, por otra parte, tiene la ventaja relativa de que la impedancia de los tres transformadores no necesita ser la misma en esta conexión.

Las relaciones entre corrientes y voltajes de fase de línea a línea para la conexión estrella-delta, son las mismas que se tienen en la conexión delta-estrella mencionadas anteriormente.

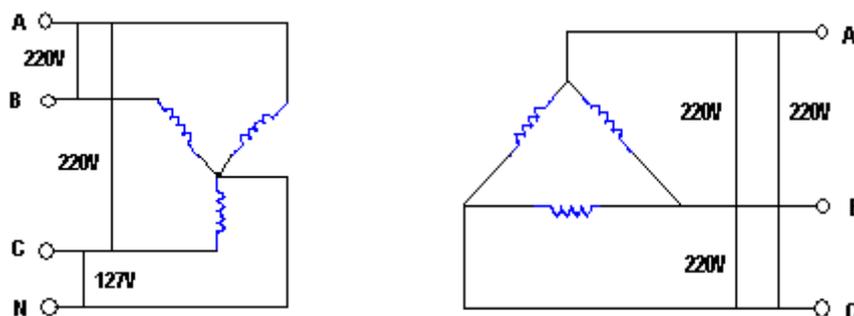


Fig. 1.14 Conexión Estrella-Delta

1.4.5.4 Conexión Estrella-Estrella

Esta conexión se usa cuando se requiere alimentar grandes cargas monofásicas en forma simultánea, con cargas trifásicas, también se usa sólo si el neutro del primario se puede conectar sólidamente al neutro de la fuente de alimentación ya sea con un neutro común o a través de tierra, cuando los neutros de ambos lados del banco de transformadores no se unen, el voltaje de línea a neutro tiende a distorsionarse (no es senoidal).

La conexión estrella-estrella, se puede usar también sin unir los neutros, a condición de que cada transformador tenga un tercer devanado que se conoce como devanado terciario, este devanado terciario está siempre conectado en delta, con frecuencia, el devanado terciario se usa para alimentar los servicios de la subestación.

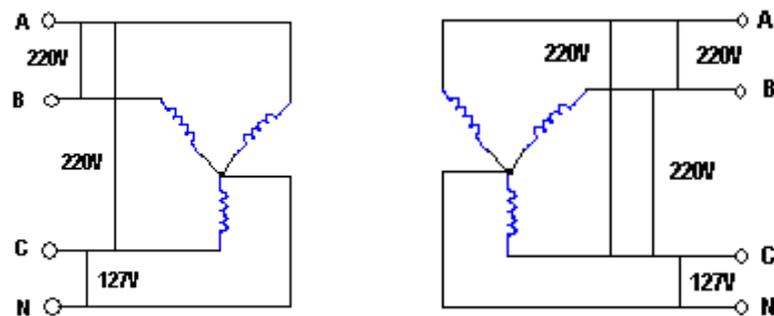


Fig. 1.15 Conexión Estrella-Estrella

1.5 POTENCIA

La diferencia de potencial eléctrico de una carga entre dos puntos se define como el trabajo realizado por una fuerza externa para mover la carga de un punto a otro.

Analizando un sistema mecánico, cuando aplicamos una fuerza (F) a un objeto y éste se desplaza a una distancia (L), estaríamos realizando un trabajo (w), el cual queda definido como:

$$\text{Trabajo} = \text{Fuerza} \times \text{Distancia} \text{ ó } W = F L$$

El trabajo en un sistema eléctrico se realiza cuando se aplica un *voltaje* y se produce una corriente de electrones.

La gran utilidad de la energía eléctrica está en poder ser transformada fácilmente en otro tipo de energía como la mecánica o la térmica. La energía eléctrica es transformada debido a que la diferencia de potencial es lo suficientemente fuerte para provocar choques entre los electrones en movimiento y los átomos del conductor.

La potencia o energía eléctrica, es la rapidez o velocidad con que la energía eléctrica asume otra forma. En un sistema mecánico la potencia es la rapidez con la que se realiza un trabajo, es decir, la cantidad de trabajo que se puede hacer en una cantidad específica de tiempo.

En un molino de agua, entre más agua fluye, mayor será la velocidad de las vueltas del molino, o entre mayor sea el impulso rotativo ejercitado por su eje (energía cinética), mayor será el trabajo que realiza en un tiempo determinado. Igualmente, mientras mayor sea la potencia o energía eléctrica que va a un motor, mayor será el trabajo que el motor realice en un determinado tiempo.

La *potencia eléctrica*, o sea, el porcentaje en el cual la energía eléctrica se convierte en otra forma de energía, simplemente es la corriente multiplicada por el voltaje.

La unidad de medida de la potencia eléctrica es el watt, en honor de James watt. Un voltaje de 1 volt, al empujar una corriente de 1 ampere, produce 1 watt de potencia.

Es decir:

$$\text{Potencia} = \text{Corriente} \times \text{Voltaje} \text{ ó } P = I V$$

Las pérdidas de energía generalmente se calculan por medio de la fórmula de la *ley de Joule*.

$$P = I^2 \times R$$

En donde:

P = Potencia en watts (W).

I = Corriente eléctrica en amperes (A).

R = Resistencia eléctrica en ohms (Ω).

El calor generado es una clara evidencia de que la potencia se usa para producir la corriente eléctrica.

1.5.1 Potencia aparente (VA)

La potencia consumida por un equipo es expresada en Watts (W) ó Volts-Amperes (VA). Se denomina Volts-Amperes a la "potencia aparente" del equipo, y es el producto de la tensión aplicada y la corriente que por él circula.

Ambos valores tienen un uso y un propósito. El valor en VA es utilizado para dimensionar correctamente los cables y los circuitos de protección.

En algunos tipos de artefactos eléctricos, como las lámparas incandescentes, los valores en watts y en VA son idénticos. Sin embargo, para equipos de computo, los watts y los VA pueden llegar a diferir significativamente, siendo el valor en VA siempre igual o mayor que el valor en watts. La relación entre los watts y los VA es denominada "Factor de Potencia" y es expresada por un número (ejemplo: 0.7) ó por un porcentaje (ejemplo: 70%).

1.5.2 Potencia real (W)

La potencia consumida por un equipo es expresada en watts (W) ó volts-amperes (VA). La potencia en watts es la potencia real consumida por el equipo.

Como ya se mencionó ambos valores tienen un uso y un propósito, los watts determinan la potencia real consumida desde la compañía de energía eléctrica y la carga térmica generada por el equipo.

Ejemplo:

El valor de consumo, en watts, para una computadora, es típicamente 60 a 70% de su valor en VA

Virtualmente todas las computadoras modernas, utilizan una fuente de alimentación de tipo switching con un gran capacitor de entrada, debido a las características de estos convertidores, estas fuentes de alimentación presentan un factor de potencia de 0.7, tendiendo las computadoras personales a 0.6, esto significa que los watts consumidos por una computadora típica son aproximadamente el 60% de su consumo medido en VA.

1.6 RESISTENCIA

Cuando existe oposición o resistencia al movimiento, parte de la energía cinética de este movimiento se transforma en energía calorífica (calor) sin poder recuperarse, de igual manera ocurre en el movimiento de los electrones ante la resistencia, parte de la energía eléctrica se convierte en calor, el calor es producido por la fricción de los

electrones libres en movimiento y los átomos que obstruyen el paso de los electrones.

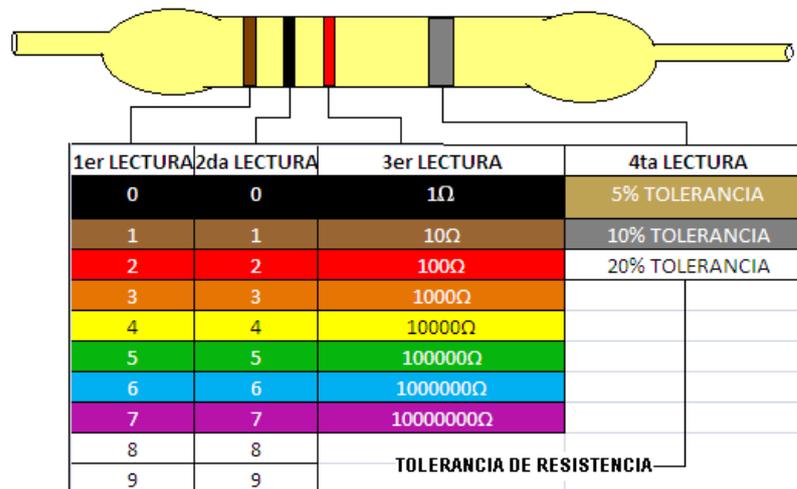


Fig. 1.16 Código de colores para determinar valor de resistencia

Las pérdidas por el calor generado en la conducción se describen por medio del “efecto joule”.

En algunos aisladores, como la cerámica, vidrio, papel, goma y los plásticos, los electrones están fuertemente amarrados a sus átomos y no ceden electrones, mientras el voltaje no sea muy alto, generalmente miles de voltios, no se mueve ningún electrón, sin embargo en todo conductor ya sea cobre aluminio, hierro etc...., el más mínimo voltaje mueve electrones libres.

Cabe señalar que hasta los mejores conductores tienen cierta resistencia que limita el flujo de corriente eléctrica que pasa por ellos, la resistencia de cualquier objeto, como un conductor de alambre, por ejemplo depende de varios factores entre ellos: el material con que están hechos, su longitud, su sección y su temperatura.

2.1 GENERALIDADES

Ya sea que se diseñe, instale, opere o repare equipo (eléctrico ó electrónico), debe conocerse la forma en que se miden diversas cantidades eléctricas, por ejemplo: frecuencia, potencia, impedancia, distorsión, sensibilidad, corriente, tensión y resistencia. En la mayor parte de los casos la corriente, tensión, resistencia y potencia, son magnitudes importantes las cuales deben saber medirse.

Los equipos de medición, son aquellos instrumentos que se usan comúnmente para medir corriente, tensión, resistencia y potencia. Conviene conocer la forma en que se conectan estos medidores a los circuitos, para conocer un determinado parámetro, a fin de interpretar adecuadamente la medición.

2.2 Medir

Es comparar una magnitud de valor desconocido con una determinada unidad de medida previamente establecida. Al resultado de medir se conoce como medida y da como resultado un número (cuantas veces lo contiene) que es la relación entre el objeto a medir y la unidad de referencia (unidad de medida). Es decir, que se está comparando la cantidad que se requiere determinar con una unidad de medida establecida de algún sistema, por ejemplo cierta longitud comparada con cuantos milímetros equivale, una determinada corriente eléctrica con cuantos amperes, cierto peso con cuantos gramos, etc.

Cuando se mide algo se debe hacer con gran cuidado, para evitar alterar el sistema que se observa, teniendo en cuenta que las medidas se realizan con algún tipo de error, debido a imperfecciones del instrumento, limitaciones del medio, errores experimentales, etc.

2.2.1 Unidades de medida

Al patrón utilizado para medir se llamará también Unidad de medida.

El cual debe cumplir ciertas condiciones:

- Ser inalterable, esto es, no ha de cambiar con el tiempo ni en función de quién realice la medida.
- Ser universal, es decir utilizada por todos los países.
- Ha de ser fácilmente reproducible.

Reuniendo las unidades patrón que los científicos han estimado más convenientes, se han creado los denominados Sistemas de Unidades.

Uno de ellos muy utilizado en las aulas escolares es el sistema internacional.

2.2.2 Sistema Internacional (S.I.)

Este nombre se adoptó en el año 1960 en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas, celebrada en París buscando en él un sistema universal, unificado y coherente que toma como Magnitudes fundamentales: longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente eléctrica, temperatura termodinámica, cantidad de sustancia, Intensidad luminosa.

Toma además como magnitudes complementarias: Angulo plano y Angulo sólido.

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	SIMBOLO
Longitud	Metro	(m)
Tiempo	segundo	(s)
Masa	kilogramo	(kg)
Intensidad de corriente	Amper ó amperio	(A)
Temperatura	Centígrados	(C)
Cantidad de sustancia	Mol	(mol)
Intensidad luminosa	Candela	(cd)

Fig. 2.1 Unidades básicas del SI y sus Símbolos

Errores en las medidas directas: El origen de los errores de medición es muy diverso, pero se pueden distinguir.

Errores sistemáticos: Son los que se producen normalmente, suelen conservar la magnitud y el sentido, se deben a desajustes del instrumento, desgastes etc., dan lugar a sesgo en las medidas.

Errores aleatorios: Son los que se producen de un modo no regular, variando en magnitud y sentido de forma aleatoria, son difíciles de prever, y dan lugar a la falta de calidad de la medición.

Error absoluto: El error absoluto de una medida es la diferencia entre el valor real de una magnitud y el valor que se ha medido.

Error relativo: Es la relación que existe entre el error absoluto y la magnitud medida, es adimensional, y suele expresarse en porcentaje.

Error estándar: Si no se ha valorado el error que se comete al medir, se toma como error estándar:

- Cinco veces la apreciación del instrumento

- El 5% de la magnitud medida
- El error estándar es la mayor de estas medidas

Los instrumentos de medición son el medio por el que se hace esta conversión o medida, dos características importantes de un instrumento de medida son la apreciación y la sensibilidad.

Apreciación, es la mínima cantidad que el instrumento puede medir (sin estimaciones) de una determinada magnitud y unidad, es decir, el intervalo entre dos divisiones sucesivas de su escala.

2.2.3 Para medir longitud

Siempre que se requiera saber la distancia ó dimensión de un objeto, se necesita del empleo de equipos de medición, los cuales ayudarán a conocer el parámetro ó valor de la medida, donde se tienen:

- Regla
- Metro
- Calibrador de vernier
- Micrómetro

2.2.3.1 Regla

Instrumento de forma rectangular y de poco espesor, el cual puede estar hecho de distintos materiales rígidos, Se emplea para cuando hay que tomar medidas rápidas y cuando no es necesario un alto grado de exactitud, por ejemplo para medir la distancia entre dos puntos o para trazar líneas rectas.

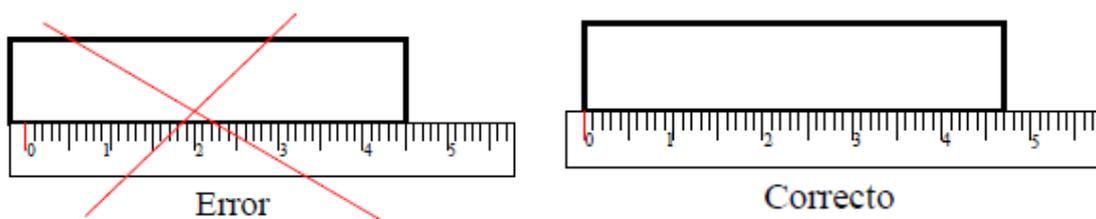


Fig. 2.2 Medición incorrecta y correcta con regla

Al medir con la regla se debe tener la precaución de iniciar la medida desde el cero de la escala, que no siempre coincide con el extremo de la misma, si no que en muchas reglas el cero se encuentra a una pequeña distancia de dicho extremo, lo que puede conducir a un error de medición si no se presta la debida atención.

2.2.3.2 Metro plegable ó Flexómetro

Similar al instrumento anterior pero más estrecho y delgado, lo que permite flexionarlo, dentro de ciertos límites, para realizar lecturas donde la regla no permite la medición adecuada. Se utiliza para medir distancias con una apreciación de 1mm. Este instrumento suele tener el cero de la escala coincidiendo con su extremo, por lo que en este caso se debe medir partiendo del mismo. Suele tener una longitud de 1m ó de 2m.



Fig. 2.3 Imagen de Flexómetro

2.2.3.3 Cinta métrica

Se utiliza para medir distancias con una apreciación de 1 mm y en pulgadas, también suelen tener el cero de la escala coincidiendo con su extremo, por lo que en este caso se debe medir partiendo del mismo, donde tiene una pata de apoyo para colocar en el borde de la pieza, facilitando la medición. Tienen de 1m a 5m de longitud.



Fig. 2.4 Cinta métrica

2.2.3.4 Calibrador de vernier

La escala de vernier la inventó Petrus Nonius (1492-1577), matemático portugués por lo que se le denominó nonio. El diseño actual de la escala deslizante debe su nombre al francés Pierre Vernier (1580-1637), quien la perfeccionó.

El calibrador de vernier fue elaborado para satisfacer la necesidad de un instrumento de lectura directa que pudiera brindar una medida fácilmente, en una sola operación.

El calibrador típico puede tomar tres tipos de mediciones: exteriores, interiores, y profundidades, algunos además pueden realizar medición de peldaño. Para medir pequeñas longitudes con apreciación de 0,1 mm en los modelos más comunes con nonio de 10 divisiones, apreciación de 0,02 mm si tiene nonio de 50 divisiones, además de 1/128" en el nonio de pulgadas, por lo tanto su apreciación dependerá de la cantidad de divisiones del nonio:

10 divisiones = 1/10 mm o 0,1 mm
20 divisiones = 1/20 mm o 0,05 mm
50 divisiones = 1/50 mm o 0,02 mm



Fig. 2.5 Instrumento de precisión

Como ya se mencionó, este instrumento contiene accesorios para facilitar distintos tipos de medidas de longitud sobre piezas, por ejemplo: medidas exteriores con las patas fija y móvil, medidas en interiores con las puntas fija y móvil, medidas de profundidad en cavidades con la varilla de profundidad.

En cualquiera de los casos anteriores la lectura siempre se realiza sobre la zona a consultar, donde se encuentren el nonio y la regla, observando la cantidad de milímetros enteros a la izquierda del cero del nonio y los decimales contando en el nonio hasta llegar a los trazos coincidentes, por ejemplo: la lectura: 62,8 mm (62 mm a la izquierda del cero y 8 divisiones del nonio).

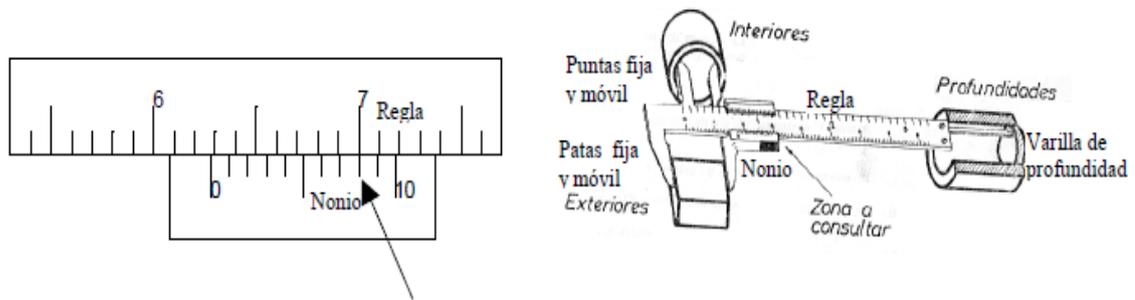


Fig. 2.6 Partes de calibrador de vernier

2.2.3.5 Micrómetro

Instrumento de precisión para medir longitudes con una apreciación de centésimas de milímetro (0,01mm) capaz de realizar estas mediciones gracias a un tornillo de precisión con una escala convenientemente graduada.



Fig. 2.7 Imagen de micrómetro

2.2.4 Para medir tiempo

2.2.4.1 Cronómetro

2.2.4.2 Reloj

2.2.5 Para medir temperatura

2.2.5.1 Termopar

2.2.5.2 Termómetro



Fig. 2.8 Termómetro digital

2.2.6 Para medir presión

2.2.6.1 Barómetro

2.2.6.2 Manómetro

2.2.7 Para medir magnitudes eléctricas

Las mediciones eléctricas se realizan con equipos especialmente diseñados según la naturaleza de la corriente; es decir, si es alterna, continua o pulsante. Los instrumentos se clasifican por los parámetros de voltaje, tensión e intensidad.

De esta forma, se mencionan los instrumentos de medición como el *Amperímetro* o unidad de intensidad de corriente. El *Voltímetro* como la unidad de tensión, el *Ohmímetro* como la unidad de resistencia y el *Multímetro* como unidad de medición múltiple.

Además el Ohmímetro mejora el circuito (Amperímetro – Voltímetro) y el Multímetro reúne todas las funciones de los tres antes mencionados.

A continuación se mencionan, los instrumentos que se utilizan para medir los diferentes parámetros tales como: tensiones, resistencias, y otras variaciones eléctricas que se utilizan en circuitos y equipos de uso diario o de experimentación.

Dichos instrumentos ayudarán a mantener, circuitos y equipo en óptimo funcionamiento basándose en ecuaciones y comparaciones en lo que respecta al flujo eléctrico.

Los instrumentos de medición más usuales y los parámetros que miden son:

- Amperímetro (corriente eléctrica en Amper)
- Óhmetro (resistencia eléctrica en ohm)
- Voltímetro (tensión eléctrica en volts)
- Multímetro (todas las anteriores magnitudes)
- Wattímetro (potencia eléctrica)
- Puente de Wheatstone (resistencia eléctrica)
- Osciloscopio (señales eléctricas)
- Electrómetro (carga)
- Galvanómetro (pequeñas corrientes)

2.2.7.1 Amperímetro

Es el instrumento que mide la intensidad de la Corriente Eléctrica, su unidad de medida es el amper y sus submúltiplos, el miliamper y el microamper. Los usos dependen del tipo de corriente, que se mida, por lo que cuando se mide corriente continua, se usará el amperímetro de bobina móvil y cuando se mide corriente alterna, se usará el electromagnético.

El Amperímetro de DC puede medir AC rectificando previamente la corriente, esta función se puede destacar en un multímetro, básicamente, el amperímetro es un galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente) con una resistencia en paralelo llamada Shunt.

Los amperímetros tienen resistencias por debajo de 1 Ohm, para evitar que disminuya la corriente a medir, cuando se conecta a un circuito energizado.

La resistencia Shunt amplía la escala de medición, esta se conecta en paralelo al amperímetro y evita el tener que utilizar amperímetros de menor rango de medición a los que se van a medir realmente.

Se utiliza además un voltímetro para obtener los valores de resistencias aplicando la ley de ohm, a esta técnica se le denomina el método del voltímetro – amperímetro.

Su función es conocer la cantidad de corriente que circula por un conductor ó conductores, para saber si la corriente circulante es la correcta para el buen funcionamiento de los equipos, además de detectar alzas y bajas repentinas durante las lecturas, en muchos laboratorios lo usan al reparar y averiguar subidas de corriente para evitar el malfuncionamiento de un equipo.

2.2.7.1.1 Uso del Amperímetro.

- Se debe conectar en serie con el circuito a medir, de lo contrario provocará cortocircuitos por su baja resistencia interna, con los correspondientes daños.
- Se debe tener un aproximado de corriente a medir ya que si es mayor de la escala del amperímetro, lo puede dañar. Por lo tanto, la corriente debe ser menor de la escala del amperímetro
- Cada instrumento tiene marcado la posición en que se debe utilizar: horizontal, vertical o inclinado. Si no se siguen estas reglas, las medidas no serían del todo confiable y se puede dañar el equipo.
- Todo instrumento debe ser inicialmente ajustado en cero.
- Las lecturas tienden a ser más exactas cuando las medidas que se toman están intermedias a la escala del instrumento.
- No se debe conectar un amperímetro con un circuito que este energizado.

El amperímetro es un instrumento que ayuda a conocer la cantidad de corriente que está circulando en un circuito, cabe señalar que actualmente ya se cuenta con instrumentos digitales, los cuales toman lectura de corriente más fácilmente en un conductor sin tener que poner el instrumento en serie con la carga.

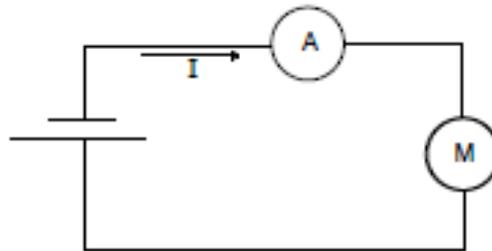


Fig. 2.9 Manera correcta de conectar un Amperímetro



Fig. 2.10 Pantalla de instrumento medidor de corriente

2.2.7.2 Voltímetro

Es el instrumento que mide el valor de la tensión. Su unidad básica de medición es el Volt (V), y sus múltiplos: Megavolt (MV) y el Kilovolt (KV) y sub.múltiplos: milivolts (mV) y microvolts (μ V).

Existen Voltímetros que miden tensiones continuas llamadas voltímetros de bobina móvil y de tensiones alternas, los electromagnéticos.

Sus características son también parecidas a las del galvanómetro, pero con una resistencia en serie. Dicha resistencia debe tener un valor elevado para limitar la corriente hacia el voltímetro cuando circule la intensidad a través de ella y además porque el valor de la misma es equivalente a la conexión paralela aproximadamente igual a la resistencia interna; y por esto la diferencia del potencial que se mide no varía.

Ampliación de la escala del Voltímetro.

El procedimiento de variar la escala de medición de dicho instrumento es colocándole o cambiándole el valor de la resistencia R_m por otro de mayor Ohmeaje.

2.2.7.2.1 Uso del voltímetro.

- Es necesario conectarlo en paralelo con el circuito, tomando en cuenta la polaridad si es V_{DC} .
- Se debe tener un aproximado de tensión a medir con el fin de usar el voltímetro apropiado.
- Cada instrumento tiene marcado la posición en que se debe utilizar: horizontal, vertical o inclinada.
- Todo instrumento debe ser inicialmente ajustado en cero.

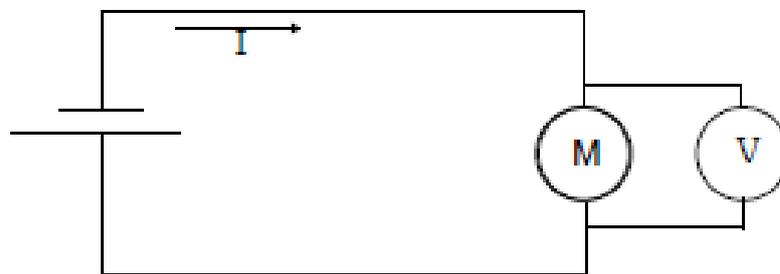


Fig. 2.11 Diagrama de conexión de voltímetro

2.2.7.2.2 Utilidad del Voltímetro

Ayuda a conocer la tensión de una fuente o de una parte de un circuito. Cuando se encuentran empotrados en el laboratorio, se utilizan para detectar alzas y bajas de tensión.



Fig. 2.12 Carátula de voltímetro de aguja

2.2.7.3 Multímetro o Tester

Los multímetros más ampliamente usados sirven para tomar mediciones de voltajes, amperajes y resistencias en circuitos de corriente alterna o de corriente directa, seleccionándolos mediante una perilla o botón. Estos instrumentos son portátiles ya que cuentan con un suministro de energía regulado con precisión para su funcionamiento. Con frecuencia presentan muchas otras características, como la posibilidad de medir micro volts, transistores, capacitancia y decibeles, dependiendo del modelo y marca del equipo. A menudo proporcionan protección contra sobrecargas mediante un fusible interno o un interruptor automático. Por tener este instrumento la característica de ser portátil, ha llegado a ser un instrumento muy común entre el personal calificado y particularmente entre los que requieren de este equipo para aplicaciones industriales.

Este instrumento es un medidor versátil y fácil de transportar, apropiado para dar servicio general, en las fabricas, empresas, así como para pruebas de proyectos.

Para utilizarlo, se debe conectar como el instrumento que se seleccione (amperímetro en serie, voltímetro en paralelo), en el caso de medir resistencia eléctrica debe seleccionarse el óhmetro y realizar la medición con dicha resistencia desconectada de toda fuente eléctrica ya que el óhmetro tiene pilas internas y otra tensión externa aplicada puede dañarlo.



Fig. 2.13 Multímetro digital

2.2.7.4 Puente de Wheatstone

Este circuito, denominado puente de Wheatstone, está formado por tres resistencias conocidas y una desconocida, conectadas a una fuente de corriente continua y a un galvanómetro. Variando el valor de una de las resistencias conocidas, el puente se puede ajustar a cualquier valor de la resistencia desconocida, que se calcula a partir de los valores de las otras resistencias.

La ecuación de equilibrio es:

$$R_x = (R_N / R_M)(R_S)$$

Se recomienda que "I" sea valor de resistencia lo más bajo posible, con el fin de que la exactitud medida en la resistencia R_x sea correcta.

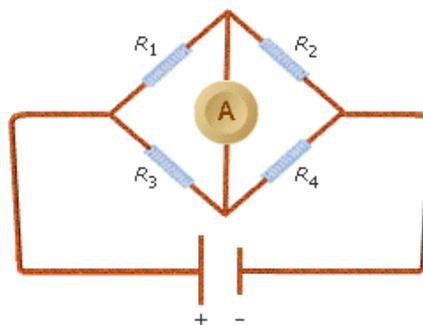


Fig. 2.14 Diagrama de puente Wheatstone

2.2.7.5 Osciloscopio

Es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo (ondas). Es muy usado en electrónica para la medición y análisis de señales.

La ventaja del osciloscopio consiste en que proporciona gráficamente la forma de la onda que se mide. La mayoría de los osciloscopios usan la desviación electrostática, en donde el rayo proyectado desde el lanzador de electrones es desviado vertical u horizontalmente por pares de placas verticales y horizontales, cabe mencionar que actualmente ya se cuenta con osciloscopios digitales que proporcionan mayores rangos de medición así como una mayor portabilidad y eficiencia.

Aunque el osciloscopio se usa de preferencia para tomar mediciones de voltaje entre puntos máximos, otras de sus posibilidades son las mediciones de frecuencia, tiempos, inclinaciones de onda, ángulos de fase y repuesta de frecuencia, entre otras como:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal
- Determinar que parte de la señal es DC y AC
- Localizar averías mediante la visualización de señales anormales al sistema
- Medir la fase entre dos señales
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varia este en el tiempo

El osciloscopio es básicamente un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo. El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el voltaje; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo.

Los osciloscopios son de los instrumentos más versátiles que existen. Un osciloscopio puede medir un gran número de fenómenos, provisto del transductor adecuado (un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) será capaz de proporcionar el valor de una presión, ritmo cardiaco, potencia de sonido, nivel de vibraciones en un coche, etc.

2.2.7.5.1 Tipos de Osciloscopios

Los instrumentos se dividen en dos tipos: *Analógicos* y *Digitales*. Los primeros trabajan con variables continuas mientras que los segundos lo hacen con variables discretas. Por ejemplo un tocadiscos es un equipo analógico y un Compact Disc es un equipo digital.

Los osciloscopios pueden ser analógicos ó digitales. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada, está una vez amplificada desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcionalmente a su valor. En contraste los osciloscopios digitales utilizan previamente un convertidor analógico-digital (A/D) para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes. Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de tensión que se producen aleatoriamente).

2.2.7.5.2 Funcionamiento de Osciloscopio

Es un instrumento de laboratorio cuya función básica consiste en representar gráficamente la forma de onda de señales eléctricas periódicas y medir sus parámetros, tales como la amplitud y el período.

En la siguiente figura 2.15, se representa un esquema a bloques de un osciloscopio. A grandes rasgos, el osciloscopio se compone de tres bloques funcionales: el tubo de rayos catódicos, el sistema de deflexión vertical y el sistema de deflexión horizontal. Al equipo se le aplica la señal a medir $y(t)$, y en algunos casos especiales una segunda señal $x(t)$.

El *tubo de rayos catódicos* (TRC), es una lámpara electrónica compuesta por cuatro elementos fundamentales: el cañón de electrones, las placas de deflexión vertical, las placas de deflexión horizontal y la pantalla, todo ello encerrado en un tubo de vidrio en el que se ha hecho el vacío. El cañón de electrones genera un haz de electrones que se mueven a alta velocidad y se dirigen hacia la pantalla. Cuando estos electrones chocan sobre ella generan luz. La pantalla emite luz debido a que contiene un material llamado "fósforo", que convierte la energía cinética de los electrones en radiación electromagnética visible. Interesa que el haz de electrones sea muy fino para que la luminosidad en la pantalla se concentre en un punto. Los electrones que forman el haz se generan en un filamento denominado cátodo, y luego son acelerados por un campo eléctrico. Existe un mando de control en el panel del osciloscopio, denominado FOCO, que permite concentrar el haz electrónico en un punto, y otro que permite regular la INTENSIDAD luminosa del punto.

Las placas de *reflexión* son electrodos metálicos a los que se aplica una tensión determinada. Esta tensión crea un campo eléctrico que ejerce una fuerza sobre los electrones que forman un haz, en consecuencia, lo desvía o deflecta. De ahí el nombre de placas de deflexión. Las placas de deflexión vertical desvían el haz en sentido vertical y las otras en sentido horizontal. Aplicando a las placas las tensiones adecuadas se puede lograr que el haz incida en cualquier punto de pantalla.

El sistema de deflexión vertical consiste en un conjunto de circuitos electrónicos que logran que la desviación vertical del haz sea proporcional a la señal $y(t)$. El sistema de deflexión horizontal puede lograr, o bien que la desviación horizontal sea proporcional al tiempo, o bien que lo sea a una señal $x(t)$ que se aplica externamente. En el primer caso se dice que el osciloscopio trabaja en modo Y-T, mientras que en el segundo trabaja en modo X-Y.

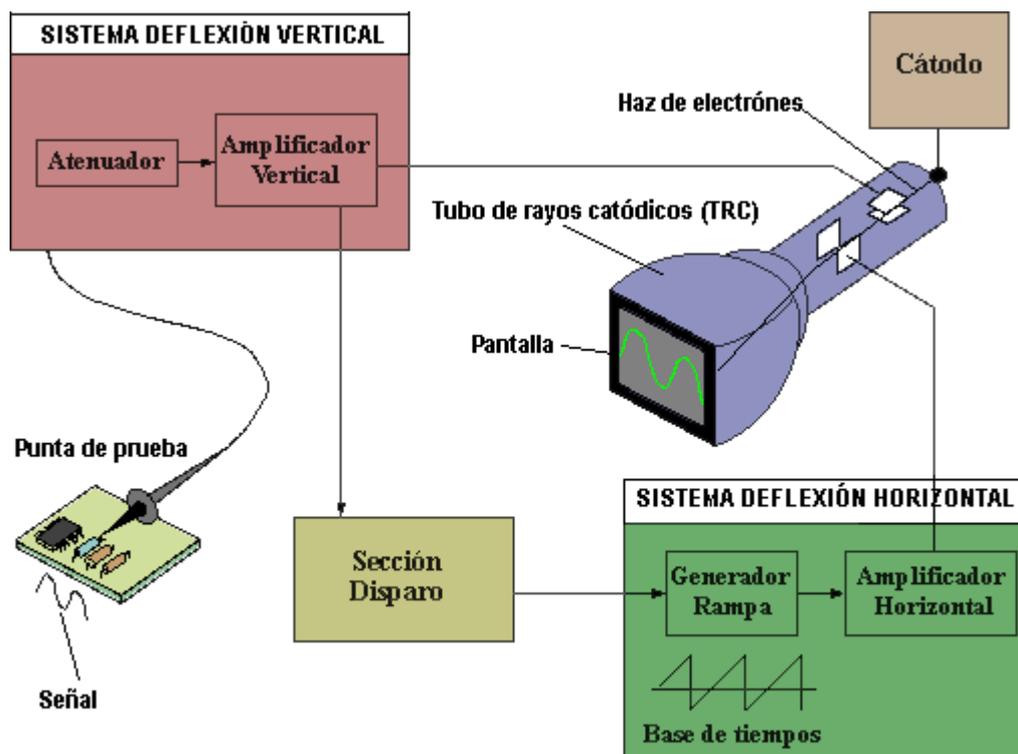


Fig. 2.15 Esquema de bloques de un osciloscopio

En la figura anterior (2.15) Se representa un esquema a bloques de un osciloscopio, donde se observa una punta de prueba tomando señal de un circuito, la señal atraviesa esta última y se dirige a la sección vertical. Dependiendo de donde se coloque el mando del amplificador vertical se atenuará la señal ó se amplificará. En la salida de este bloque se dispone de la suficiente señal para atacar las placas de deflexión verticales (que están en posición horizontal) y que son las encargadas de desviar el haz de electrones, que surge del cátodo e impacta en la capa fluorescente

del interior de la pantalla, en sentido vertical. Hacia arriba si la tensión es positiva con respecto al punto de referencia (GND) ó hacia abajo si es negativa.

La señal posteriormente atraviesa la sección de disparo para de esta forma inicia el barrido horizontal (este es el encargado de mover el haz de electrones desde la parte izquierda de la pantalla a la parte derecha en un determinado tiempo). El trazado (recorrido de izquierda a derecha) se consigue aplicando la parte ascendente de un diente de sierra a las placas de deflexión horizontal (las que están en posición vertical), y puede ser regulable en tiempo actuando sobre el mando TIME-BASE. El retraso (recorrido de derecha a izquierda) se realiza de forma más rápida con la parte descendente del mismo diente de sierra.

De esta forma la acción combinada del trazado horizontal y de la deflexión vertical traza la gráfica de la señal en la pantalla. La sección de disparo es necesaria para estabilizar las señales repetitivas (se asegura que el trazado comience en el mismo punto de la señal repetitiva).

En la siguiente figura se observa la misma señal en tres ajustes de disparo diferentes: la primera disparada en flanco ascendente, la segunda sin disparo y la tercera disparada en flanco descendente.

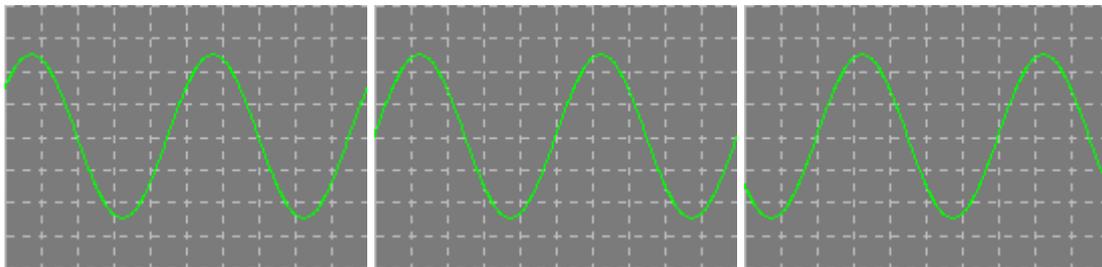


Fig. 2.16 Oscilogramas de señal en diferente disparo

Antes de utilizar un osciloscopio analógico se deben realizar tres ajustes básicos:

- La atenuación ó amplificación que necesita la señal. Utilizar el mando AMPL. para ajustar la amplitud de la señal antes de que sea aplicada a las placas de deflexión vertical. Conviene que la señal ocupe una parte importante de la pantalla sin llegar a sobrepasar los límites.
- La base de tiempos. Utilizar el mando TIMEBASE para ajustar lo que representa en tiempo una división en horizontal de la pantalla. Para señales repetitivas es conveniente que en la pantalla se puedan observar aproximadamente un par de ciclos.

- Disparo de la señal. Utilizar los mandos TRIGGER LEVEL (nivel de disparo) y TRIGGER SELECTOR (tipo de disparo) para estabilizar lo mejor posible señales repetitivas.

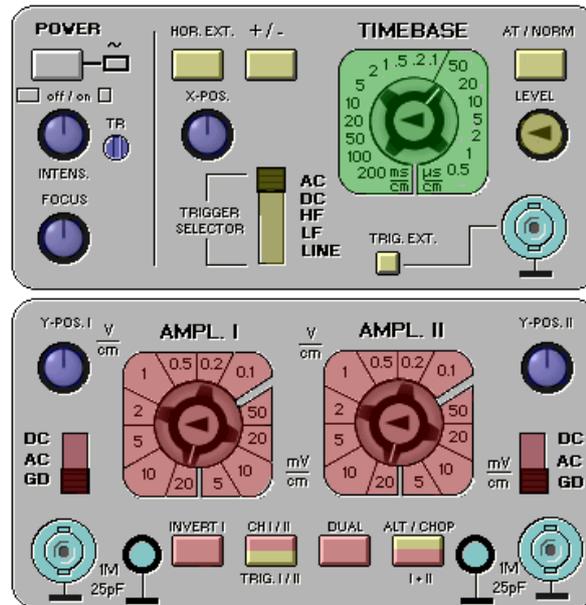


Fig. 2.17 Controles de un osciloscopio

Por último, se deben ajustar los controles que afectan la visualización: FOCUS (enfoque), INTENS. (Intensidad) nunca excesiva, Y-POS (posición vertical del haz) y X-POS (posición horizontal del haz).

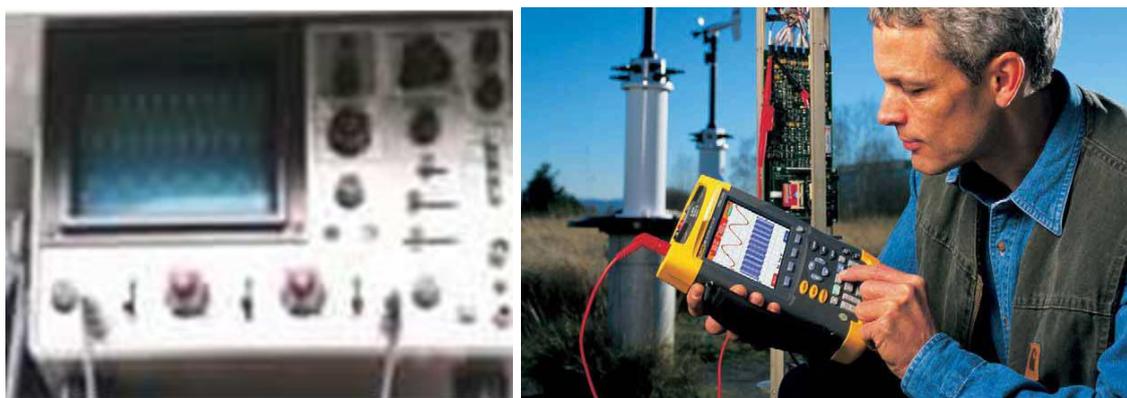


Fig. 2.18 Osciloscopio de TRC y digital

3.1 UPS

El UPS (Uninterruptible Power Supply): Fuente de poder sin interrupciones, es un equipo capaz de suministrar potencia ó energía eléctrica frente alguna interrupción en el suministro eléctrico de CFE.

Además este sistema ayuda a mejorar el suministro de energía eléctrica a los equipos sofisticados o de alto riesgo eléctrico que se tienen conectados a él, por ejemplo: equipos llamados cargas críticas, que pueden ser instrumentos *médicos, industriales o informáticos*, que, como se ha dicho antes, requieren tener alimentación confiable, y sin fallos (picos de tensión o caídas de voltaje).

Entre las cosas con que se puede contar, es con una estabilización de la energía eléctrica entrante, aislación de la fuente de energía de la línea normal, filtrado de la energía entrante, corrección de la forma de onda, corrección de la frecuencia de línea, regulación de flujo de energía eléctrica, control de subidas y bajadas de tensión y corriente existentes en la red eléctrica, además de protección a toda la carga soportada, teniendo un monitoreo completo de la energía de línea, para optimizar la protección, etc.



Fig. 3.1 Logos de algunas marcas de UPS en el mercado

3.1.1 Para qué sirve un UPS

Un UPS protege, de todos los problemas eléctricos conocidos, pero no al 100% en todos los casos; esto quiere decir que protegerá de una caída de voltaje, pero no de todas las caídas, debido a que una caída de voltaje tiene parámetros que la identifican, uno es la profundidad de la misma y otra el tiempo de duración de esta.

Una caída de voltaje puede llegar por ejemplo hasta 172 V, pero puede durar 4 segundos o 4 milésimas de segundos, de acuerdo al tipo de UPS que se use, para ello se tendrán distintas respuestas. Lo mismo ocurre con los otros fenómenos eléctricos, el caso más visto es el de pensar que un UPS, instalado en una zona rural, soluciona todos los problemas que se presentan, lo cual no es posible, ya que existen estrategias de protección para estos casos y nos es tan sencillo de solucionar, como sería el caso de la instalación de un UPS, pero no todo es tan poco objetivo, se puede afirmar que un UPS soluciona un porcentaje muy importante de los problemas eléctricos que se presentan, fundamentalmente los cortes repentinos,

los voltajes fuera de rango, las caídas de voltaje, en gran medida las sobretensiones, casi totalmente los ruidos EMI/RFI (Armónicos/Radiofrecuencia Intermedia).

A continuación se mencionan algunas características importantes de las ventajas que se tienen con este tipo de sistemas.

- El UPS soluciona el problema crónico de las instalaciones eléctricas, las cuales son: variaciones de voltaje, y el otro tan común en nuestro país, los constantes cortes de energía eléctrica.
- La pérdida de datos, o rotura de hardware, producido por un corte de energía o una gran caída de voltaje.
- O de terminar, con el trabajo iniciado después de haberse producido el apagón, y quizás si dicho trabajo deba continuarse por horas, dependerá de la situación, o del sistema de respaldo con que se cuente en el momento.
- Con la tecnología actual se puede instalar un UPS en red, que permiten monitorear tanto al equipo, como el SITE (cuarto de seguridad en donde se encuentra la información, así como los equipos de comunicaciones) que soporta donde estén instalados.

Es importante definir o enunciar los principales tipos de UPS, para poder diferenciarlos y elegir el que más convenga para las necesidades que se tengan, como ya se mencionó el UPS debe ser capaz de proveer una fuente de energía alternativa a la principal para cuando esta falle.

3.1.2 Topologías de UPS

Los distintos tipos de sistemas y sus características, provocan a menudo confusión en la industria de los centros de datos, por ejemplo, son muchas las personas que creen que sólo existen dos tipos de sistemas, el sistema Standby y el sistema On-line, ya que estos dos términos, comúnmente utilizados, no describen correctamente los sistemas disponibles.

Muchos de los malentendidos acerca de los sistemas se aclaran cuando se identifican correctamente los distintos tipos de topologías, e indicando la naturaleza básica del diseño.

Varios fabricantes producen de modo rutinario modelos con diseños o topologías similares, pero con características de rendimiento muy distintas.

Por esta razón es importante revisar los enfoques de diseño más habituales, e incluyendo breves explicaciones, de cómo funcionan las distintas topologías, para así poder identificar y comparar los sistemas correctamente.

Para implementar estos sistemas se utilizan diferentes enfoques de diseño, y todos ellos tienen características de rendimiento distintas, de lo anterior se mencionan a continuación los enfoques de diseño más habituales:

- Standby
- Interactivo
- Standby-Ferro
- On-line de doble conversión
- On-line de conversión Delta

3.1.2.1 Sistema Standby

Este sistema es el más utilizado para computadoras personales (PC), de la siguiente figura 3.2 se observa el diagrama de bloques de donde, el interruptor de transferencia está configurado para utilizar la entrada de AC filtrada como fuente de alimentación principal (ruta marcada con una línea sólida) y cambiar a la batería / el inversor como suministro de reserva si falla el suministro principal. Cuando esto sucede, el interruptor de transferencia debe activarse para transferir la carga al suministro de reserva de la batería / el inversor (ruta punteada).

El inversor solamente se activa si se interrumpe el suministro, de ahí el nombre "Standby" (de reserva), las principales ventajas de este diseño es su gran eficacia, su reducido tamaño y su bajo costo, con un filtro y un circuito de sobretensiones adecuados, estos sistemas también pueden ofrecer filtración de ruido y supresión de sobretensiones.

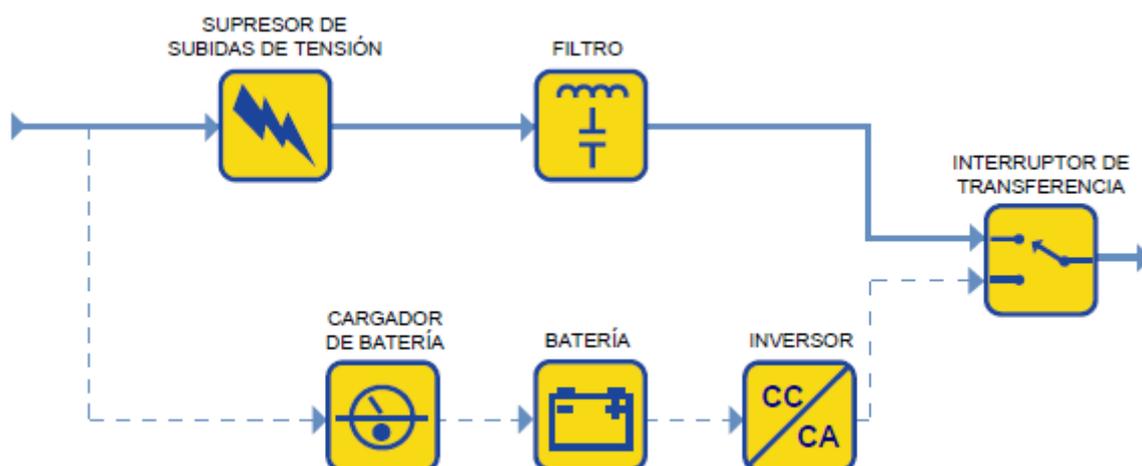


Fig. 3.2 Diagrama a bloques de sistema Standby

3.1.2.2 Sistema Interactivo

El sistema Interactivo, de la siguiente figura 3.3, es el más utilizado en empresas pequeñas, Internet y servidores departamentales, en este diseño, el convertidor (inversor) de corriente de batería a AC está siempre conectado a la salida (con la carga), en donde el inversor está activado al revés cuando la alimentación de AC de entrada es normal, esto hace que se carguen las baterías.

Cuando falla la alimentación de entrada, el interruptor de transferencia se abre y la alimentación va de la batería a la salida, con el inversor encendido y conectado a la salida en todo momento, este diseño ofrece filtrado adicional y produce menos transitorios de tensión comparado con la topología Standby.

Además, el diseño Interactivo suele incorporar un transformador para conmutación de tomas, en donde este transformador añade regulación de tensión al ajustar las tomas del transformador a medida que cambia la tensión de entrada, también la regulación de tensión es importante cuando la tensión es baja, ya que sin ella el sistema transferiría a batería y reduciría la carga.

Este uso más frecuente de la batería puede provocar un fallo prematuro de la misma, no obstante, el inversor también se puede diseñar de modo que, aunque falle, permita el flujo de alimentación de la entrada de AC a la salida, lo cual elimina el riesgo de puntos individuales de fallo y proporciona dos rutas de alimentación independientes.

De lo anterior se puede decir que este tipo de sistema, tiene gran eficacia, reducido tamaño, bajo costo y gran fiabilidad, además de su capacidad de corregir situaciones con tensión de línea baja o alta.

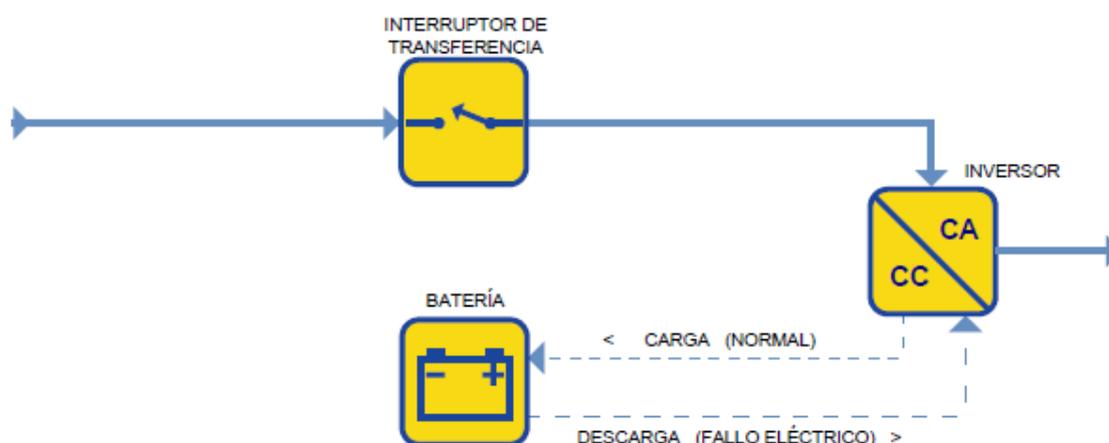


Fig. 3.3 Diagrama a bloques de sistema Interactivo

3.1.2.3 Sistema Standby-Ferro

Este diseño depende de un transformador de saturación especial que tiene tres bobinados (conexiones de alimentación), la ruta de alimentación principal va desde la entrada de AC, pasa por un interruptor de transferencia, después por el transformador y finalmente llega a la salida. Si se produce un fallo de alimentación, el interruptor de transferencia se abre y el inversor toma la carga de salida.

En el diseño Standby-Ferro, el inversor está en modo de reserva (*standby*) activándose cuando la alimentación de entrada falla, inmediatamente se abre el interruptor de transferencia.

El transformador tiene una opción especial ferorrresonante que ofrece regulación limitada de la tensión y corrección de la forma de onda de la salida, además de aislamiento de los transitorios de alimentación de AC, aún así, el transformador ferro crea una distorsión en la tensión y algunos transitorios considerables.

Este sistema de reserva por diseño, genera mucho calor porque el convertidor ferorrresonante, y es inherentemente ineficaz, además estos transformadores son grandes comparados con los transformadores de aislamiento comunes, por lo que generalmente se trata de sistemas de gran peso y tamaño.

Los sistemas Standby-Ferro generalmente se describen como unidades On-Line, aunque incorporan un interruptor de transferencia, el inversor funciona en modo de reserva y muestran una característica de transferencia durante los fallos de alimentación de AC.

Los puntos fuertes de este diseño son su gran fiabilidad y un excelente filtrado de línea, no obstante, el diseño es poco eficaz e inestable cuando se utiliza con algunos generadores y ordenadores con factor de potencia corregido más modernos, lo que hace que la popularidad de este diseño disminuya significativamente.

La razón principal de que los sistemas Standby-Ferro no se utilicen habitualmente es porque pueden ser muy inestables al funcionar con las cargas de alimentación de los ordenadores modernos, ya que los servidores y routers principales utilizan fuentes de alimentación con "factor de potencia corregido", que sólo consumen corriente sinusoidal de la red eléctrica, de modo muy similar al de una bombilla incandescente, este pequeño consumo de corriente se consigue por medio de condensadores, dispositivos que guían la tensión aplicada.

El sistema ferorrresonante utiliza pesados transformadores centrales con una característica inductiva, lo que significa que la corriente va por detrás de la tensión, y la combinación de estos dos componentes forma lo que se conoce como *circuito*

resonante paralelo, en donde la resonancia puede provocar corrientes altas que ponen en peligro la carga conectada.

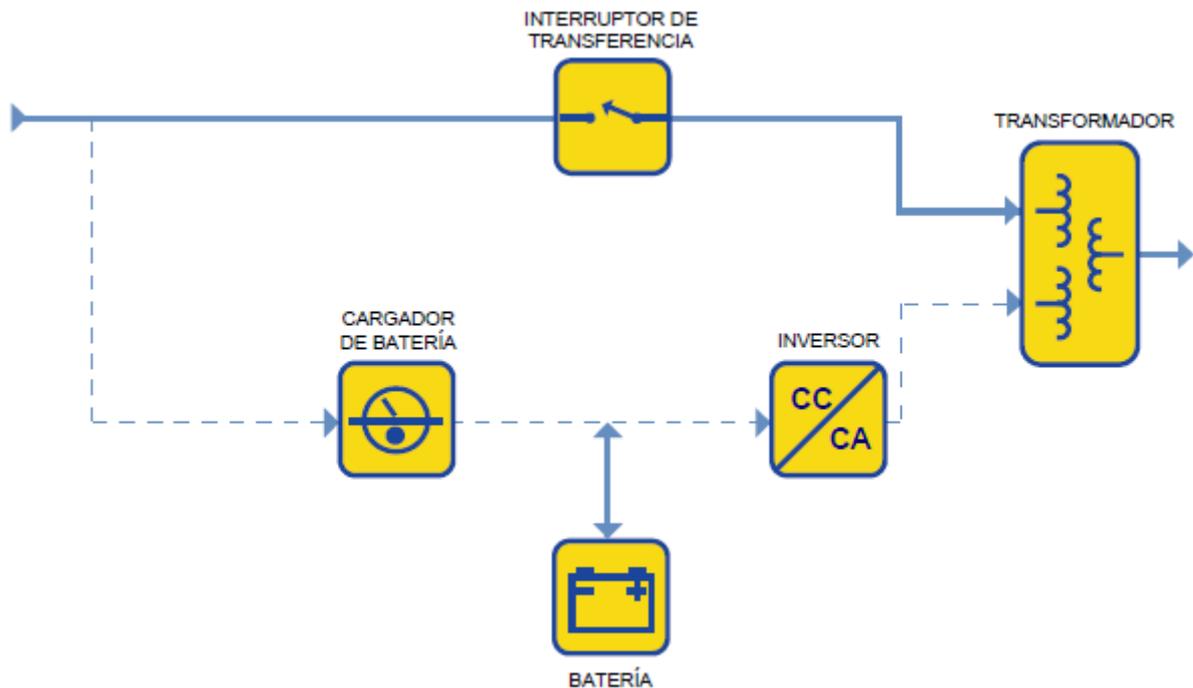


Fig. 3.4 Diagrama a bloques de sistema Standby-ferro

3.1.2.4 Sistema On-line de doble conversión

El sistema On-line de doble conversión, es el mismo que el del sistema Standby, excepto que la ruta de alimentación principal es el inversor en lugar de la alimentación de AC.

En el diseño On-line de doble conversión, un fallo en la entrada de AC no provoca la activación del interruptor de transferencia, ya que la AC de entrada carga la fuente de baterías de reserva, que proporciona alimentación al inversor de salida. Por lo tanto, durante un fallo de la alimentación de AC de entrada, la operación on-line no provoca tiempos de transferencia.

En este diseño, tanto el cargador de las baterías como el inversor convierten el flujo de alimentación de la carga completa, lo cual reduce la eficacia y aumenta el calor generado.

Este sistema ofrece un rendimiento de salida eléctrica casi perfecto, solo que su problema es que el constante desgaste de los componentes eléctricos reduce la fiabilidad respecto a otros diseños, y la energía consumida por la ineficacia de la alimentación eléctrica es una parte significativa del costo del sistema a lo largo de su vida útil, además, la alimentación de entrada consumida por el enorme cargador de la batería es a menudo no lineal y puede interferir con el cableado de alimentación del edificio o provocar problemas con los generadores de reserva.

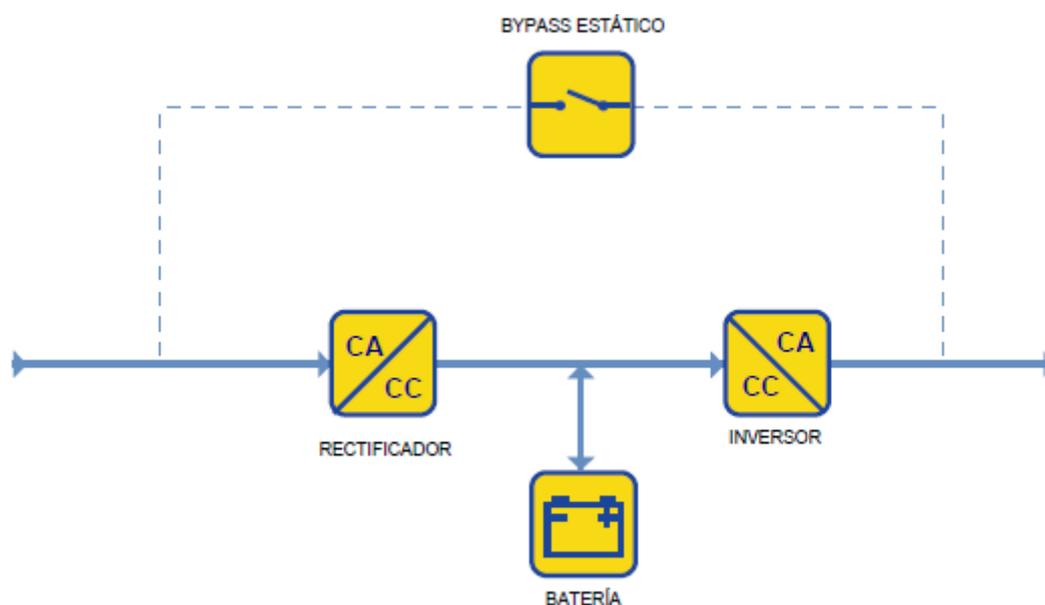


Fig. 3.5 Diagrama a bloques del sistema On-line

3.1.2.5 Sistema On-line de conversión Delta

El diseño de este sistema se basa en una tecnología de tan sólo 10 años introducida para eliminar los inconvenientes del diseño on-line de doble conversión, similar al diseño On-line de doble conversión, en el sistema on-line de conversión delta el inversor siempre suministra la tensión de la carga.

Es un tipo de sistema que está permanentemente alimentando a su carga, independientemente del estado que se tenga en la línea de alimentación, por lo que, el camino que sigue la energía es el siguiente.

El rectificador alimenta al inversor, y a su vez a las baterías las carga por medio del cargador, este proceso no se interrumpe nunca, si la energía que proveniente del

cargador se interrumpe por producto de un corte de energía, el sistema seguirá alimentando la carga, por medio de las baterías, hasta el momento en que se agoten estas mismas, el tiempo de repuesta de este tipo de sistema es de microsegundos, teniendo así una operación sin cortes en ningún momento, que las cargas conectadas no notarán la ausencia de energía.

En otros muchos problemas que se solucionan con este tipo de sistema podemos mencionar algunos:

- Pérdidas por interrupción en ejecución en los procesos.
- Trabajos prolongados que se terminan con seguridad.
- Pérdida inexplicable de información.
- Datos extraños en archivos indexados de bases de datos.
- Daños permanentes de hardware, discos rígidos, memorias, micros, cajas de cobro, etc.
- Enclavamiento de programas en ejecución sin motivo aparente.
- Pérdida sin sentido de la FAT del disco duro.
- Parpadeo de monitores.
- Colgadas inexplicable de los sistemas.
- Disminución de la vida útil de los componentes de una máquina, por exigencias de trabajo por ejemplo servidores, equipos de computo redes, etc....

En el diseño On-line de conversión delta, el convertidor delta actúa con una doble función, la primera es controlar las características de la alimentación de entrada, su extremo frontal activo consume alimentación de modo sinusoidal, minimizando así los armónicos reflejados en la red eléctrica.

Esto garantiza una compatibilidad óptima entre la red eléctrica y el generador, lo cual reduce el calor y el desgaste del sistema en el sistema de distribución eléctrica, la segunda función del convertidor delta es controlar la corriente de entrada para regular la carga del sistema de la batería.

El sistema on-line de conversión delta ofrece las mismas características de salida que el diseño On-line de doble conversión, no obstante, las características de entrada son a menudo distintas, los diseños Online de conversión delta ofrecen una entrada controlada dinámicamente y con factor de potencia corregido, pero sin el uso ineficaz de bancos de filtros asociado a las soluciones tradicionales, el beneficio más importante es una reducción significativa de las pérdidas de energía, el control de la alimentación de entrada también hace que el sistema sea compatible con todo tipo de generadores y reduce la necesidad de cableado y de sobredimensionamiento del generador.

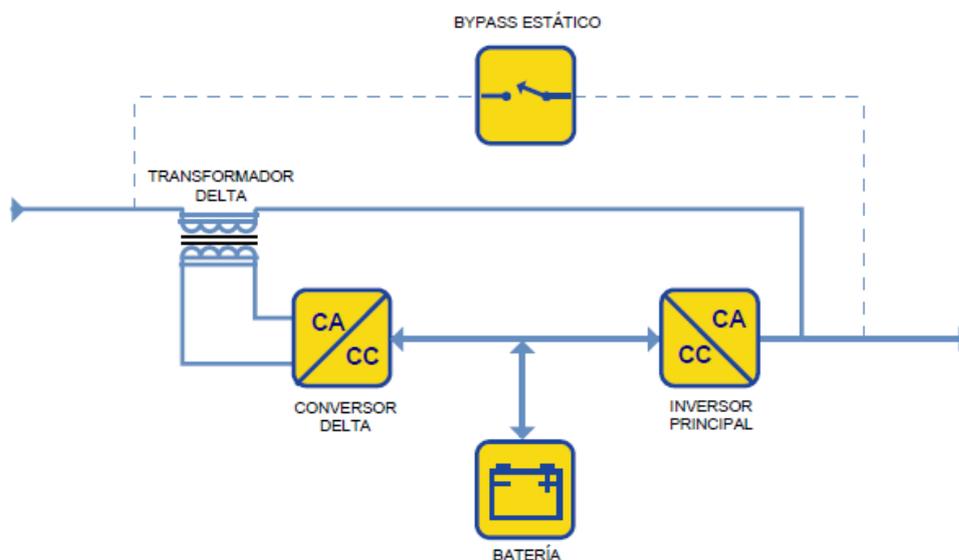


Fig. 3.6 Diagrama a bloques Sistema On-line conversión Delta

3.2 COMPONENTES

Para fines ilustrativos se tomará como referencia al UPS de la marca Liebert modelo Nfinity con capacidad de 4 a 16 kva's.

A continuación se mencionan las principales partes que conforman al UPS, las cuales son necesarias conocer, ya que intervienen en el manejo y operación del equipo.

- BYPASS
- SWITCH ESTATICO DE BYPASS
- FILTROS
- INVERSOR
- INTERFAZ DE USUARIO
- VENTILADORES
- MÓDULO DE POTENCIA
- MÓDULO DE BATERIA
- MÓDULOS DE CONTROL
- BATERÍAS
- AUTOTRANSFORMADOR

3.2.1 Bypass

Es una protección con que cuenta el equipo ante algún evento que ponga en riesgo al mismo, en donde la energía eléctrica, hace un puente o paso directamente a la carga, dejando al equipo fuera de operación, pero sin dejar de alimentar la carga presente, esta acción la lleva a cabo cuando se detectan sobrecargas, regresos de voltaje, neutros compartidos, un muy bajo ó alto voltaje de alimentación, o un fallo interno del equipo mismo, entre otros factores.

También se utiliza esta opción cuando hay que intervenir el equipo en horas pico de trabajo donde la carga soportada por este no puede ser dada de baja en ningún momento, o por tener que dar mantenimiento al equipo.

El UPS, cuenta con un control lógico que transfiere la carga que tenga conectada a bypass automáticamente y permanecer así, si el problema detectado sigue presente, siendo una manera de protección con que cuenta el sistema para evitar daños más profundos e irreparables, de lo contrario, si el problema solo fue transitorio el equipo automáticamente regresará al modo de UPS inmediatamente después que detecte la corrección del problema, a esto se le llama retransferencia de carga por medio del sistema, MBB (make-before-break: espere antes de interrumpir) en una secuencia.

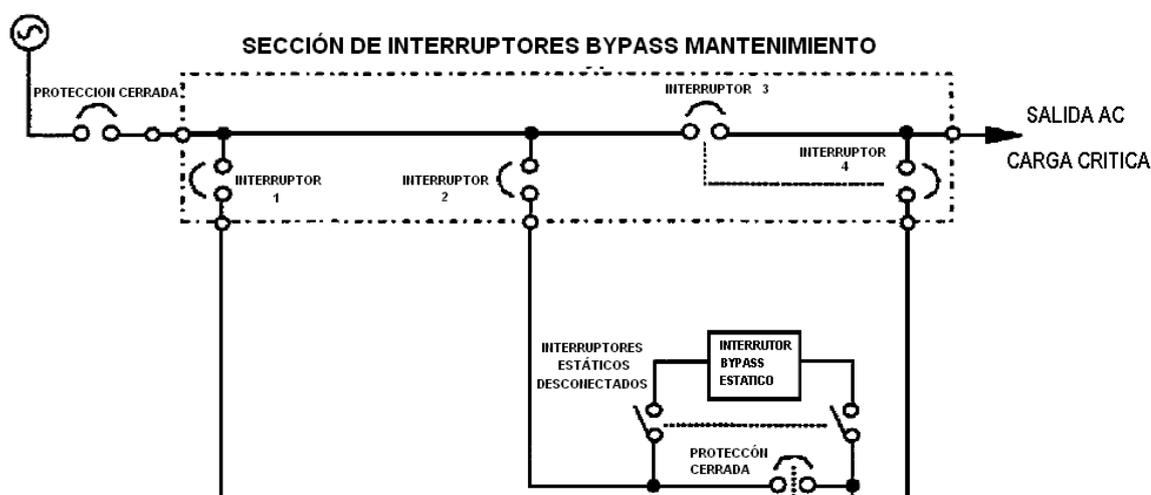


Fig. 3.7 Diagrama de UPS en Bypass

3.2.2 Interruptor estático de Bypass

Este interruptor de bypass estático está integrado como parte del UPS, haciendo una transferencia automática por el circuito de control, si monitorea un estado

inoperable en los controles, el UPS en este momento mandará una señal de alarma y un mensaje en pantalla, informando que se encuentra el bus en una operación crítica, y la salida del inversor no podrá soportar la carga, en ese instante, el interruptor automáticamente transferirá la carga crítica hasta Bypass de la fuente de línea.

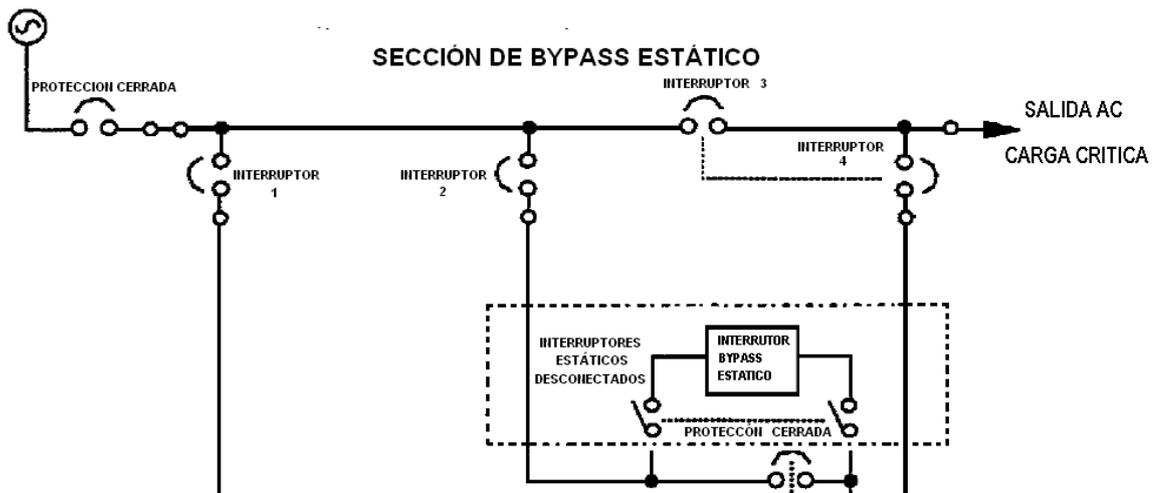


Fig. 3.8 Diagrama de UPS en Bypass estático

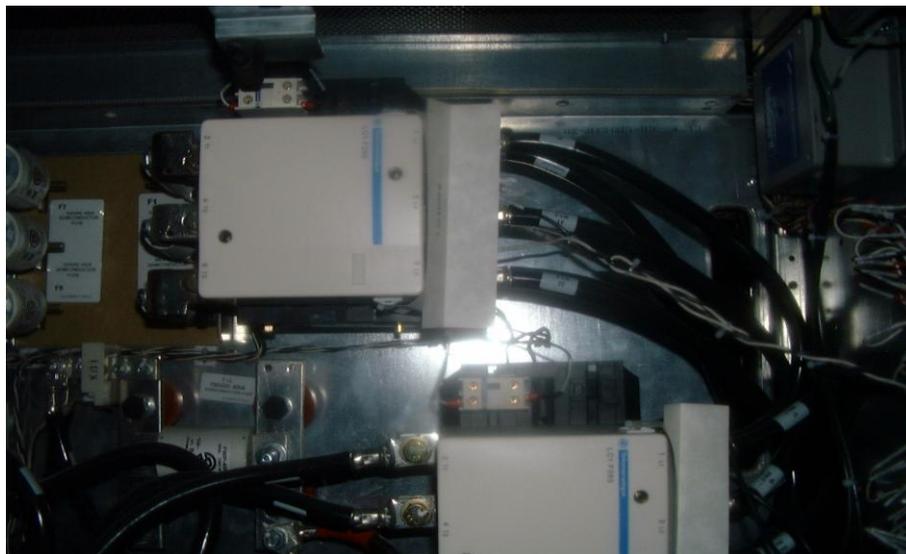


Fig. 3.9 Interruptores de Bypass estático

3.2.3 Filtros

El equipo UPS cuenta con filtros, los cuales se utilizan: para la carga y para el equipo.

3.2.3.1 Filtro de aire

Este filtro ayuda a prevenir que por medio de los ventiladores con que está provisto el equipo absorba sedimentos de basura, polvo, etc...., los cuales se puede ir acumulando en las partes móviles como contactores, interruptores, o en tarjetas electrónicas, mismas que posteriormente pueden tener un mal funcionamiento, así como para el ventilador mismo, el cual por la absorción de aire que este proporciona al interior del equipo para enfriarlo, sufre un desgaste en sus partes móviles por dichos factores.



Fig. 3.10 Filtro de aire

3.2.3.2 Filtro de Armónicos

Este filtro previene y reduce en la entrada de alimentación, la corriente reflejada en armónicos o distorsión de la onda senoidal, hasta un 10% de la carga total, es un filtro que esta instalado de diseño, el cual no puede ser modificado, pero ayuda a la entrega de una energía más pura.

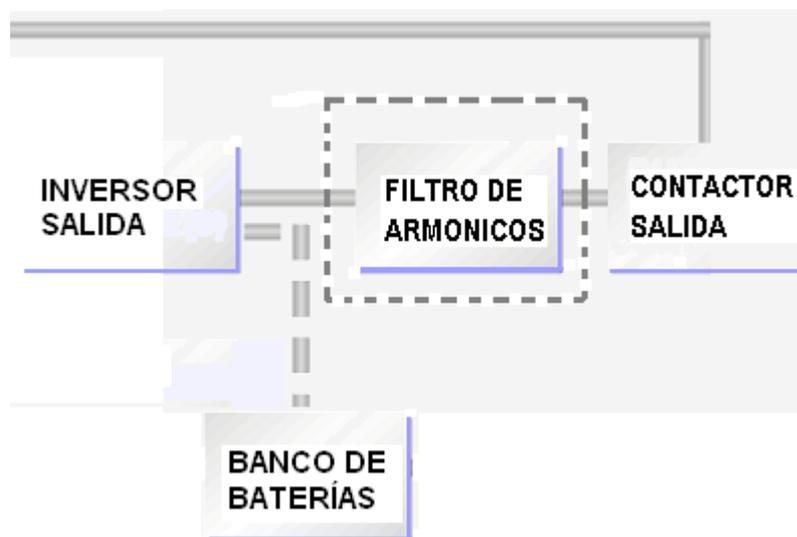


Fig. 3.11 Sección de filtro de armónicos en diagrama a bloques

3.2.4 Inversor

El inversor de estado sólido, convierte la salida de corriente directa del rectificador/cargador o del voltaje del banco de baterías, a corriente alterna.

El inversor convierte la corriente directa desde las baterías o del rectificador/cargador, en este caso tomando en cuenta que el equipo es bifásico, modula esta corriente por medio del sistema PWM (Modulación por Ancho de Pulso), estas formas de onda son filtradas con una baja distorsión entregada a la carga.

El inversor está controlado por un Procesador Digital de Señal (DSP). Este DSP, controla la precisa sincronización, amplitud, y frecuencia de salida del voltaje.

Adicional a esto el inversor abastece eficientemente la salida de AC (corriente alterna), regulada desde la fuente de DC, (corriente directa), y posteriormente la salida del inversor hacia la carga crítica, la cual está protegida de la fuente de alimentación comercial. El inversor está configurado hasta para la carga mas critica de rizados de la fuente, manteniendo una salida de voltaje Total sin Distorsión de armónicos, (THD).

El inversor está diseñado para entregar a la salida una variación de voltaje de tan solo un +/- 1% del voltaje nominal, y puede soportar un 150% de sobrecarga por un

tiempo de 60 segundos antes de su ruptura de operación. Para 125% de carga soporta 10 minutos, cabe señalar que si persiste excedida la sobrecarga, el sistema se protegerá con bypass y el inversor se desconectará automáticamente de la carga.

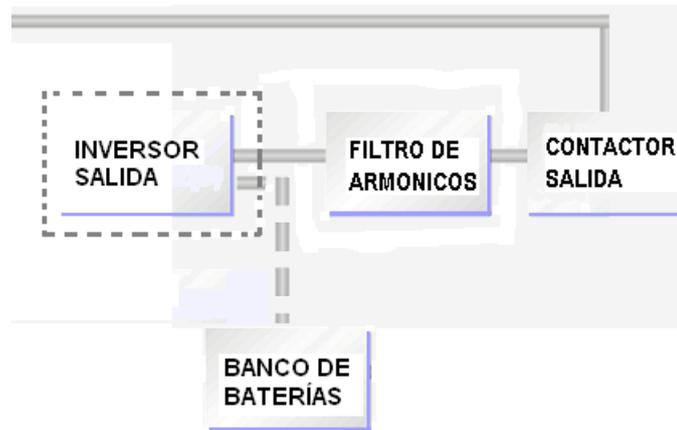


Fig. 3.12 Sección de inversor en diagrama a bloques

3.2.5 Interfaz de usuario

La fig. 3.13 es la interfaz del equipo UPS con el usuario, ya que por medio de los botones se realiza la manipulación del sistema para ver las diferentes configuraciones de cada una de ellas.

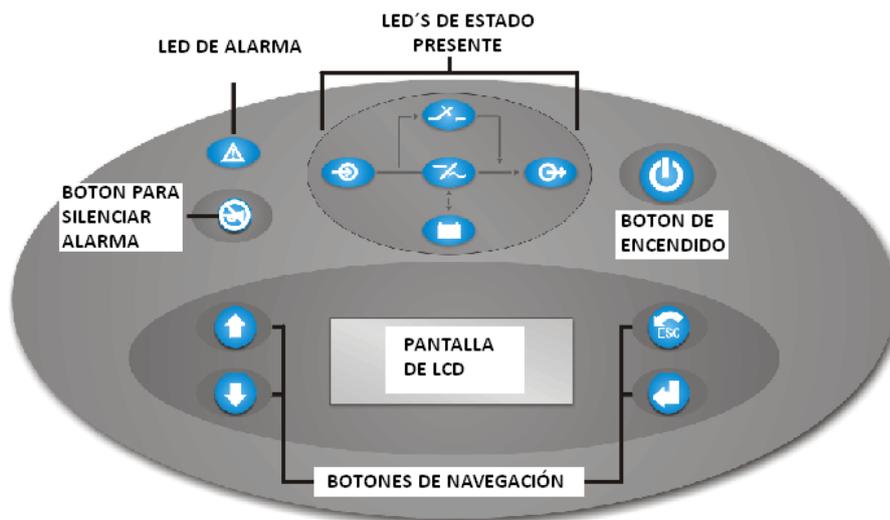


Fig. 3.13 Interfaz de usuario

3.2.5.1 Opciones en pantalla

Con ayuda de los botones que se ubican en el panel, se puede modificar la configuración de parámetros, dar reset a los módulos que intervienen en la operación del equipo, entre otras opciones.

3.2.5.2 Obtención de estado de operación

En esta opción permite conocer el estado de operación del equipo:

- Está el bus de DC OK?
- Está el sistema UPS OK?
- Están las baterías disponibles?
- Está el Bypass disponible y en línea?

3.2.5.3 Verificación de parámetros de operación

Se puede monitorear el flujo de potencia, voltaje, corriente, que está manejando el UPS, desplegando lectura de parámetros.

- La carga está siendo abastecida desde UPS o de Bypass?
- La entrada de voltaje, baterías, salida de voltaje, frecuencia, y corriente están en niveles y parámetros normales?
- Están las baterías disponibles en una descarga inesperada?
- Están cargándose las baterías después de la descarga?
- Se puede ejecutar transferencia y re-transferencia del bus, entre UPS y línea de Bypass?
- Arranque y Apagado de UPS.
- Apagado instantáneo de UPS en un estado de emergencia.

3.2.5.4 Acceso a reporte de estado y registro de historial de alarmas

- Se obtiene listado completo de estado de UPS incluyendo entrada, salida, voltaje de baterías, frecuencia, lectura de corrientes, principalmente.
- Reporte de historial completo de eventos hasta los inmediatos en condición de fallo.
- Permite revisar registro de alarmas ocurridas durante un periodo de tiempo.

3.2.6 Ventiladores

Debido al manejo de altas corrientes eléctricas, y altos voltajes, que generan una gran demanda de calor en el interior del equipo, este debe disiparlo por medio de ventiladores, además de encontrarse normalmente aislado en un cuarto de comunicaciones, esto con el fin de prevenir o prohibir el acceso a personal no autorizado, ya que un mal manejo del equipo puede ocasionar daños físicos e incluso la muerte por una descarga eléctrica.

Estos equipos están diseñados con ventiladores en las partes en donde el calor es mayor, para que vayan expulsando la demanda de calor y así el equipo trabaje a una temperatura normal. Los ventiladores cuentan con sensores de giro para que en algún fallo, por obstrucción, o cualquier otro factor de operación, estos manden una señal de alarma al equipo indicando el problema al usuario.



Fig. 3.14 Ubicación de los ventiladores en equipo

3.2.7 Módulo de potencia

Este mantiene la condición de potencia del UPS, siendo un módulo independiente, y con capacidad de 4KVA's, consiste de un factor de potencia corregido y rectificado, un cargador de baterías, e inversor, asociado con monitoreo y control.

Todos los módulos están interconectados en paralelo de manera redundante¹, los cuales se pueden agregar o reemplazar en línea, sin ninguna interrupción o peligro, hasta la conexión del equipo, ya que en el momento en que se retire ó se inserte un modulo adicional al equipo, este lo detectará automáticamente, iniciándolo hasta quedar en línea y listo, en ese momento le compartirá la carga que tengan soportada los demás módulos de potencia, repartiéndola, equitativamente.

Es importante verificar que en el momento de retirar un modulo de potencia, se tenga una carga que no rebase la capacidad de los módulos que queden soportándola, por ejemplo, si se tienen 2 módulos instalados, y un 40% de carga, al momento de retirar cualquiera de uno de los módulos, la carga la tomará el módulo que este instalado, quedando al 80% de carga.

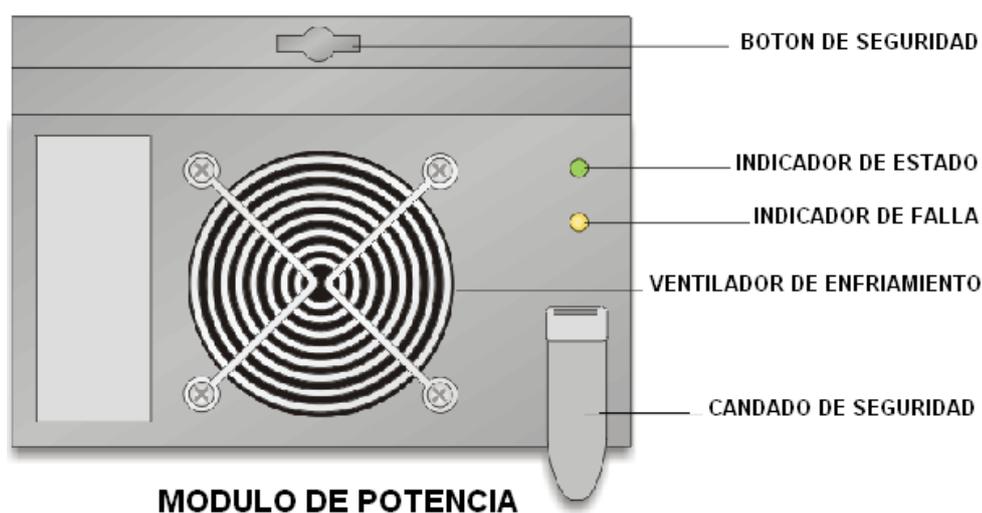


Fig. 3.15 Vista frontal de módulo de potencia con sus partes

¹ Redundante: Conjunto de equipos interconectados para trabajar compartiendo un proceso, es decir, si falla cualquiera de ellos, los demás tomarán automáticamente su función o tarea con el fin de no interrumpir la operación.

Para quitar o reemplazar módulos de potencia, primeramente se gira el botón de seguridad, después se desliza el candado de seguridad hacia arriba, y por último se jala el módulo hacia afuera del equipo.

Para insertar un módulo de potencia al equipo, al momento de insertarlo se desliza el candado de seguridad hacia abajo, esperando alrededor de 15 segundos, para que se reinicie y sincronice con los demás módulos instalados: en primer lugar los indicadores de estado y falla estarán intermitentes, después del tiempo mencionado solamente el indicador de color verde quedará intermitente y el de color ámbar se apagará, quedando en operación normal.

3.2.8 Módulo de batería

Los módulos de baterías proveen energía de reserva, para cualquier evento de fallo en la entrada principal de alimentación.

Cada módulo contiene 10 baterías de 12 volts 9 A/H, del modelo VRLA (valve regulated- válvula regulada), asociado a un monitoreo y control, para aislar el módulo de baterías, en un evento de fallo de baterías.

Los módulos de baterías están conectados en paralelo, para proveer un tiempo de respaldo o reserva en redundancia. Los módulos se pueden agregar o reemplazar en línea sin interrupción o peligro hasta la conexión del equipo.

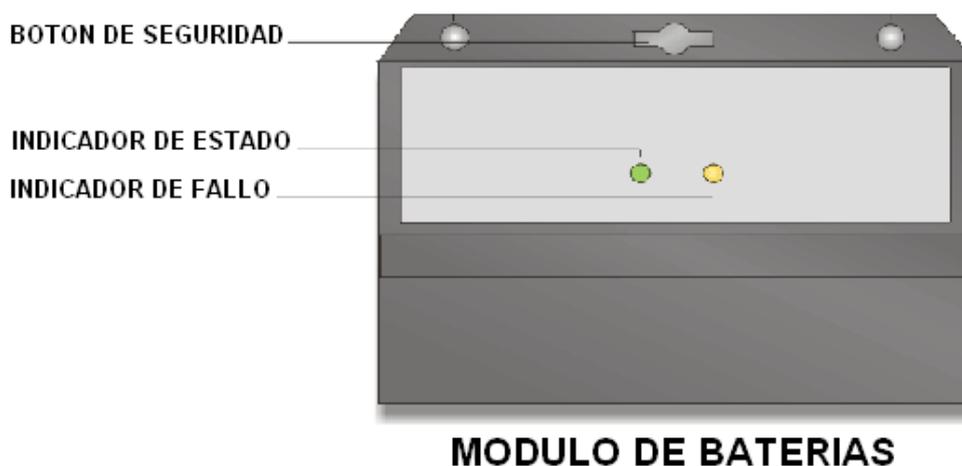


Fig. 3.16 Vista frontal de módulo de baterías con descripción de partes

3.2.9 Módulo de control

El módulo de control, es un sistema de comunicación de apoyo al UPS, Este reúne todos los módulos y procesa los datos desde y hasta la operación del sistema, monitoreando las condiciones de operación de cada módulo.

Como una segunda opción con que cuenta este sistema el módulo de control, puede instalar y proveer todo el sistema redundante (operación y comunicación), de un probable evento de fallo.

Bajo una operación normal, el LED de color verde debe estar encendido, y el LED de color ámbar debe estar apagado, de lo contrario se debe revisar el posible problema que se está presentando.

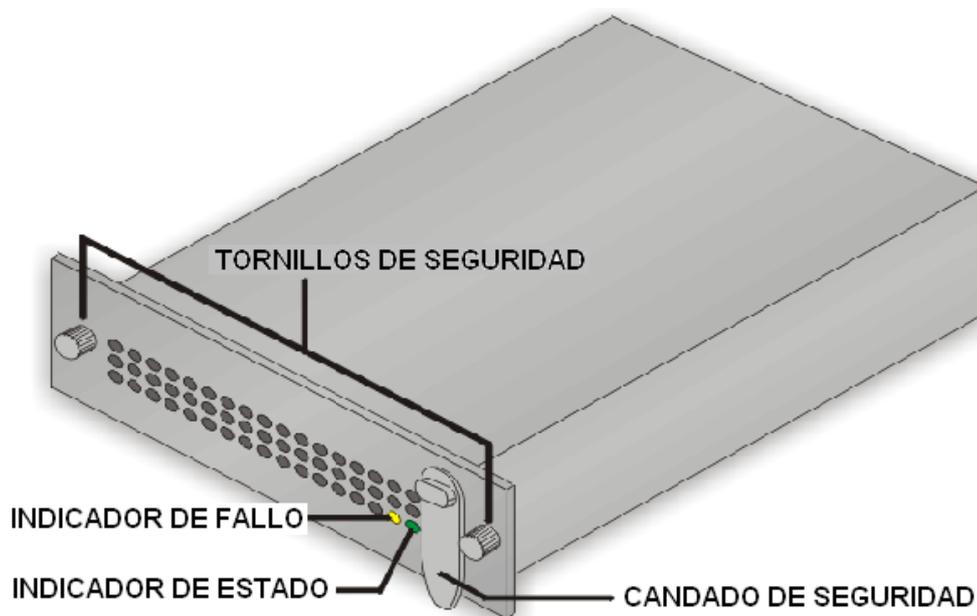


Fig. 3.17 Vista frontal de módulo de control con sus funciones

3.2.10 Baterías

Existen diversos tipos de baterías en el mercado. Entre las más comunes se encuentran las de uso cotidiano para dispositivos electrónicos como radios ó juguetes, las cuales son de tipo Alcalina - Zinc-Carbón. La particularidad de éste tipo de baterías es que sólo se pueden utilizar una vez, por otro lado existen las baterías de electrolito ácido, y las baterías de ácido en gel, siendo estas últimas las que actualmente se utilizan para los UPS por sus características de operación.

3.2.10.1 ¿Cómo funcionan las baterías?

El principio de las baterías se basa en transformaciones químicas relacionadas con la absorción y descarga de energía. Una reacción en la que la energía química del material de salida se transforma en calor y se puede encontrar en la combustión del carbón o del aceite. Por lo que esta reacción no puede invertirse.

3.2.10.2 Clasificación

La constitución y operación de los diferentes tipos de baterías, así como de su funcionamiento y operación, en principio se pueden clasificar por:

➤ **Constitución**

- ✓ **Plomo (electrolito ácido)**
- ✓ **Níquel (electrolito alcalino)**
- ✓ **Plata (electrolito alcalino)**
- ✓ **Níquel-Cadmio**
- ✓ **Plomo (ácido en gel)**
- ✓ **Litio**

➤ **Función**

- ✓ **Para arranque**
- ✓ **Para tracción**
- ✓ **Estacionarios**
- ✓ **Portátiles**

En automoción las baterías que se utilizan son las de arranque, las cuales deben ser pequeñas, soportar golpes y vibraciones sin romperse, además de suministrar gran intensidad de corriente en corto tiempo y tener poco mantenimiento.

3.2.10.3 Disoluciones y Electrólitos

Una disolución está constituida por una mezcla de dos o más clases de moléculas: las de un disolvente, y las de un soluto.

Cuando en una disolución cierto número de moléculas se disocian, separándose los iones cargados negativamente, de los iones cargados positivamente, se denomina electrolito.

El líquido donde se ha producido la ionización de las moléculas se llama electrolito. Los iones positivos se llaman cationes y los negativos aniones. En todo electrolito hay el mismo número de aniones que de cationes, con lo que el líquido queda

eléctricamente neutro. Los electrolitos permiten el paso de corriente eléctrica a través de ellos.

3.2.10.4 Electrolisis

Si en un recipiente que contenga agua destilada, se sumergen dos electrodos de metal, por ejemplo de platino, y se conecta a la red, no hay corriente eléctrica, si se vierte sal en el recipiente, hay paso de corriente eléctrica. Este fenómeno se llama “electrolisis” y al líquido “electrolito”.

Un electrolito es un cuerpo en disolución acuosa que se deja atravesar produciéndose en su núcleo reacciones químicas. Los productos de estas reacciones aparecen en la proximidad inmediata de los electrodos.

La electrólisis es un proceso mediante el cual, al hacer pasar una corriente eléctrica a través de una sustancia (en solución o fundida) se separa en los iones que la forman.

3.2.10.5 Características eléctricas de baterías

Una batería se define por su tensión nominal y por la cantidad de electricidad capaz de suministrar.

La tensión total de una batería es el producto de la tensión de un elemento por el número de ellos conectados en serie que ella comporta. La tensión de un elemento en una batería de plomo es de 2V, por lo cual una batería de seis elementos tiene una tensión nominal de 12 V.

Cuando una batería es sometida una corriente de carga la tensión por elemento puede llegar a 2,6V y cuando es sometida a una tensión de descarga puede bajar a los 1.6V.

3.2.10.6 Capacidad de una batería

Se puede definir como la cantidad de energía capaz de almacenar o también como la cantidad de energía capaz de suministrar cuando está completamente cargada.

La capacidad de las baterías se mide en Amper/Hora. La capacidad nominal se encuentra en las etiquetas adosadas a las baterías (Ej.: 12V 55A/h 240) donde 55Ah es la capacidad nominal y 240 el régimen máximo de descarga capaz de suministrar.

La capacidad de una batería depende de varios factores:

- ✓ Dimensiones de placas.

- ✓ Numero de placas.
- ✓ Cantidad de materia activa
- ✓ Volumen del electrolito o acido
- ✓ Densidad del electrolito o acido

3.2.10.7 Medida de tensión de baterías

La tensión de una batería se mide en condiciones de reposo con un voltímetro, en este estado y con una batería cargada correctamente las tensiones por elemento son de 13V si está cargada y 11V si esta descargada.

3.2.10.8 Proceso de carga de baterías

Cuando se descarga la batería se hace pasar por ella corriente eléctrica, produciendo así la carga de la misma, o almacenamiento de energía.

Por ejemplo en una batería de electrolito acido, como hay más proporción de agua en el electrolito al pasar la corriente eléctrica la descompone liberando hidrógeno el cual se apodera del SO₄ (sulfato de plomo) de ambas placas, restableciendo el SO₄ H₂ (acido sulfúrico) que se habría disociado en la descarga.

El oxigeno del agua pasa a oxidar el plomo de la placa positiva que recupera el PbO₂ (oxido de plomo), mientras que en la placa negativa queda plomo poroso (Pb), por lo tanto la concentración o densidad de ácido en el electrolito es variable con arreglo al estado de carga de la batería. Al descargarse se rebaja y al cargarse se recupera.

Cuando las baterías no están descargadas de una forma igual es recomendable conectarlas en serie. Una batería se considera completamente cargada cuando los valores de tensión no varían de forma apreciable en una hora.

3.2.10.9 Proceso de descarga

Si una batería se descarga muy a fondo, es muy posible que no habiendo suficiente plomo esponjoso en las placas negativas se forme sulfato a costa del armazón de la placa. A esto se le llama sulfatación de la batería y es una avería grave ya que el componente cuando posteriormente requiera carga puede que no la retenga, quedando inservible y se tenga que reemplazar por una nueva.

3.2.10.10 Descarga espontánea y sobrecarga de una batería

Debido a la inactividad una batería puede ir perdiendo carga poco a poco, todas las baterías deben de cargarse antes de la instalación. Cuando la tensión de una batería baje de los 2V por elemento o esté por debajo de los 10V, tiene que volverse a

cargar. Las baterías instaladas en equipos no utilizados deben tratarse igual que las baterías almacenadas.

La batería sometida a una carga deficiente y almacenada durante un largo periodo de tiempo se sulfata, con lo cual se deteriora.

Cuando una batería está completamente cargada y sigue recibiendo corriente de intensidad elevada se produce una descomposición rápida, lo que puede llevar a un cortocircuito. La sobrecarga daña a la batería.

3.2.10.11 Evolución de las baterías

La energía eléctrica puede utilizarse de forma universal y tiene por lo tanto, un papel determinante en el desarrollo Industrial.

El inconveniente es la generación y consumo, que generalmente son mutuamente dependientes. La corriente no puede almacenarse en los consumidores de corriente ni generarse de forma rentable en dispositivos simples.

3.2.10.12 Baterías de UPS

Para el caso de los UPS, es necesario contar con baterías que tengan la capacidad de recuperar su energía, es decir, que sean recargables. De esta forma, se pueden utilizar varias veces hasta agotar el material de que están hechas.

Las baterías recargables están construidas de materiales con diversas capacidades y propiedades que permiten el almacenamiento de energía y la descarga de la misma, de manera continua.

Entre los principales materiales que se tienen para la fabricación de las baterías de UPS se tienen:

- **Níquel-Cadmio**
- **Plomo ácido**
- **Plomo ácido en gel**
- **Litio**

Las primeras baterías utilizadas para los UPS eran de plomo ácido, pero fueron sustituidas por las baterías tipo GEL. Las primeras contenían el ácido en forma líquida, el cual, al entrar en contacto con el aire y estar propenso a la evaporación, generaba sulfatación provocando corrosión en los recipientes metálicos en los cuales se alojaban las baterías.

Lo anterior implicaba la necesidad de suministrar mantenimiento de manera periódica para evitar la corrosión a través de la limpieza de las estructuras metálicas.

De ahí el uso de las baterías de GEL, las cuales continúan siendo de plomo ácido pero libres de mantenimiento ya que no se tiene una presentación en ácido líquido, evitando con esto el derrame, corrosión, ó desgaste en los materiales que contienen dichas baterías.

Actualmente existe una amplia gama de baterías para los UPS con diversas configuraciones de baterías externas, las cuales proporcionan tiempo extendido de respaldo brindando más de 24 hrs, continuas de operación ininterrumpida para aquellos corporativos o empresas que así lo requieren y en áreas en donde es difícil instalar una planta de emergencia.

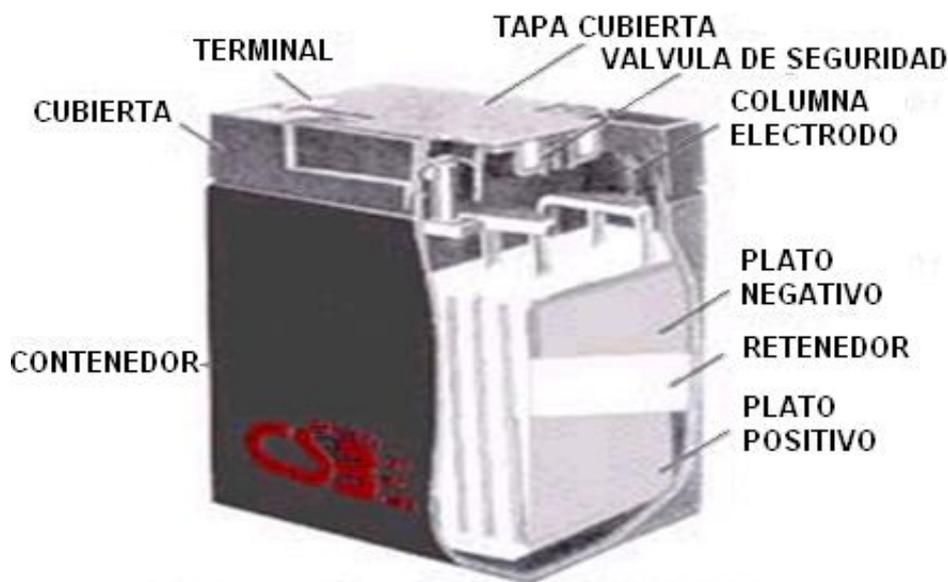


Fig. 3.18 Constitución de una batería sellada libre de mantenimiento

La batería tiene la misión de almacenar la energía eléctrica que le entrega un generador, cargador, alternador; para suministrarla en el momento que se requiera.

La batería es el elemento capaz de suministrar energía eléctrica para impulsar al motor de arranque que transmite su giro al motor del vehículo hasta que comienza a girar por sus propios medios, alimentar equipos que funcionan solo con baterías, etc....

La batería transforma la energía de forma reversible, con lo cual puede ser cargada por una corriente eléctrica en sentido contrario a la corriente de descarga.

3.2.10.13 Banco de baterías de UPS

En un UPS, habitualmente es necesario combinar distintas cantidades de baterías con el fin de alargar el tiempo de respaldo y necesidades de operatividad del usuario, debido a que en algunos casos, por espacio, costo, y otros muchos factores, no hay posibilidad para instalar una planta de emergencia, por lo que se tendrá que proveer de un banco de baterías que soporte varias horas de operación.

Para ello se utilizan combinaciones serie paralelo, de baterías, las cuales deberán de ser todas iguales, de la misma capacidad y preferentemente fabricadas juntas, porque de lo contrario se presentarán innumerables inconvenientes a la hora de aplicarles descargas, la siguiente figura muestra diferentes topologías de conexión de baterías, en donde dependiendo del tipo de diseño del sistema de respaldo que se tenga, el fabricante seleccionará el arreglo de banco de baterías más conveniente.

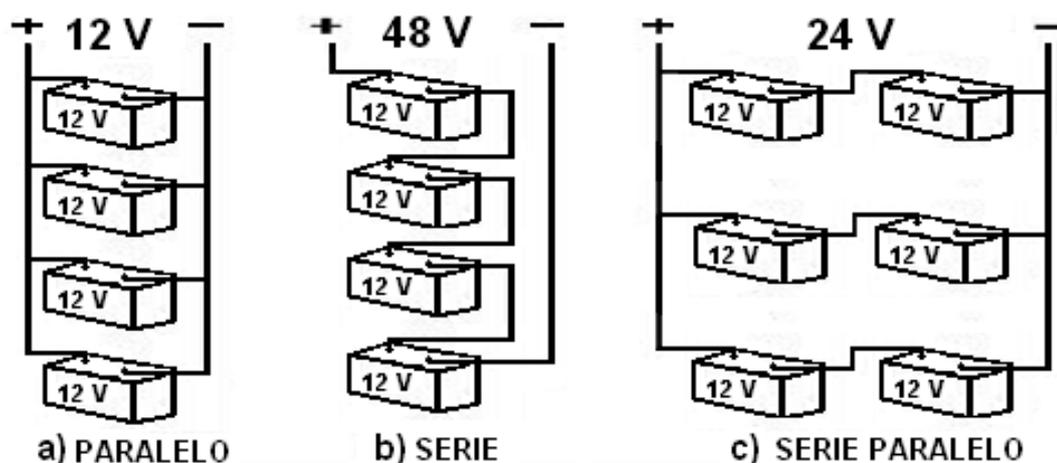


Fig. 3.19 Configuración de conexiones de bancos de baterías

Al colocar en paralelo baterías iguales, de igual voltaje y de igual capacidad se multiplica la capacidad tantas veces como baterías se coloquen en paralelo y el voltaje del conjunto queda constante, y al conectarlas en serie, se multiplica el voltaje tantas veces como baterías se conecten en serie, quedando la capacidad constante, por otro lado la configuración serie/paralelo es una combinación de ambos arreglos.

Si las baterías que se conectan en cualquiera de estas configuraciones no son iguales habrá problemas, ya que la calidad del banco será la batería que se encuentra peor, desmejorando el comportamiento del resto, por este motivo no se deben mezclar baterías de distintas calidades, marcas, modelos, fechas de producción, características y tipos.



Fig. 3.20 Baterías de gel para UPS

También es importante cuidar los detalles constructivos de los bancos, los cables que conecten entre las baterías para crear un banco, deben de ser cables gruesos, generalmente el cable no debe ser más pequeño que el cable principal que va al inversor.

Por ejemplo si el cable principal es 4 mm², las conexiones entre las baterías deben de ser también de 4 mm², todos deben tener la misma longitud, los internos y los externos, los UPS también deberán de tener los mismos calibres, terminales y el mismo método de sujeción de los terminales al borne de la batería.

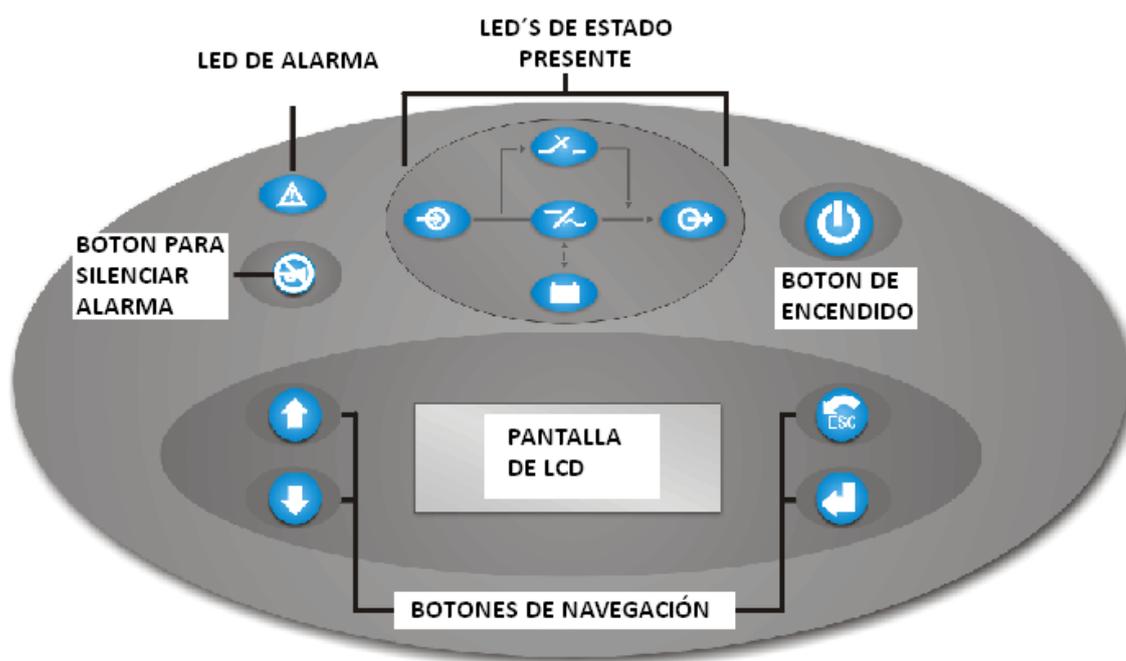
4.1 OPERATIVIDAD

Es necesario conocer los modos de operación principales del equipo UPS, antes de instalar este tipo de sistema, en un SITE ó cuarto de sistemas.

A continuación se mencionan las principales funciones con que cuenta el equipo donde mediante botones permite entrar al menú del sistema.

4.1.1 Verificar parámetros de operación en pantalla

Ubicar el panel frontal del equipo, y botones del sistema, los cuales permiten revisar el menú y submenús para conocer los parámetros de operación.



Botón de escape



Botón de entrada



Botones de desplazamiento arriba/abajo



Botón silenciador de alarma



Botón de apagado y encendido de salida

Fig. 4.1 Panel frontal de UPS, LED's indicadores y botones de navegación

4.1.2 Voltaje de entrada y salida

Para checar el voltaje de entrada y salida presionar el botón de ESC, para salir del modo protector de pantalla y entrar al estado presente, o pantalla default, en donde indicará el porcentaje de la carga y los minutos de respaldo de baterías con que cuenta el equipo.

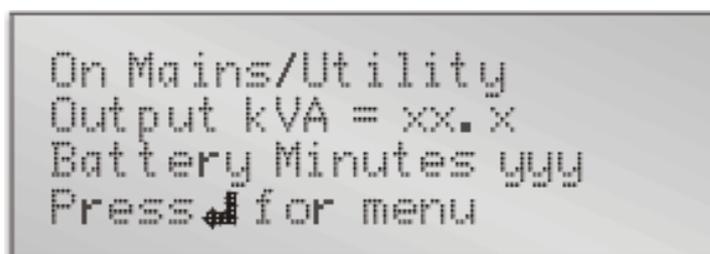


Fig. 4.2 Pantalla principal por default

Seguido de esto presionar el botón de entrada, y la pantalla mostrará un Menú principal, donde se desplazará con los botones arriba/abajo, y posicionarse en la opción de UPS status, y presionar entrada.

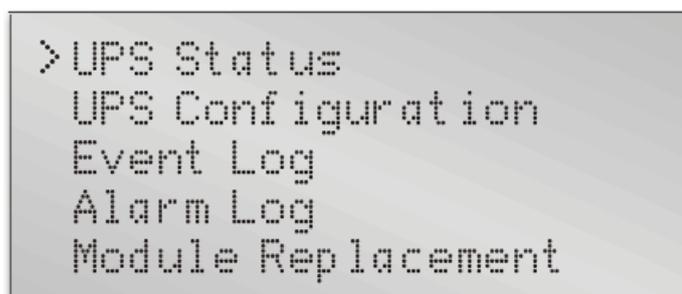


Fig. 4.3 Opciones en Menú principal

Seguido de esto se entrará a otro sub menú, donde al desplazarse con las con los botones arriba/abajo posicionarse en la opción Voltage/Current/kVA, y presionar entrada.

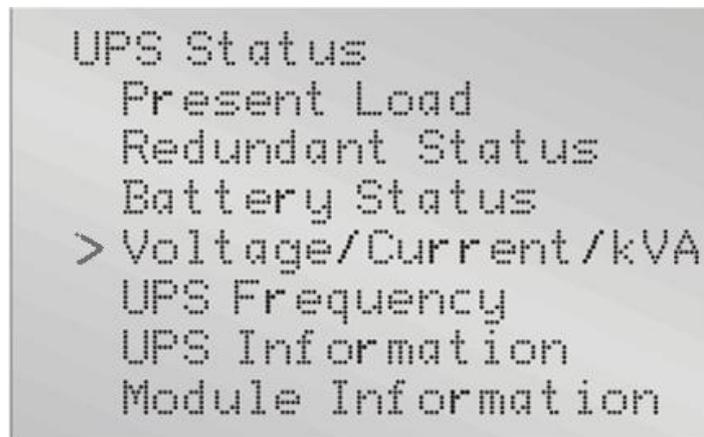


Fig. 4.4 Opciones de sub menú en pantalla

En la pantalla se observa el voltaje de entrada entre fases y entre fase neutro, así como la corriente de entrada, y la potencia consumida, en esta misma opción seguido de estos valores, se encuentra también el voltaje de salida, así como la corriente y potencia de salida consumida por la carga.

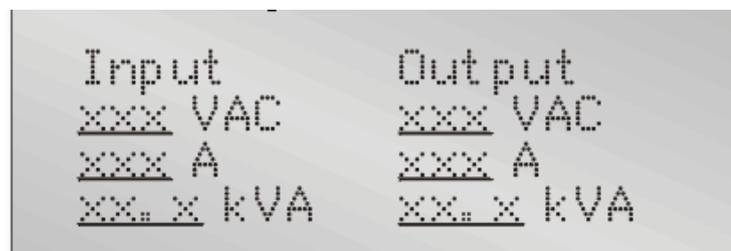
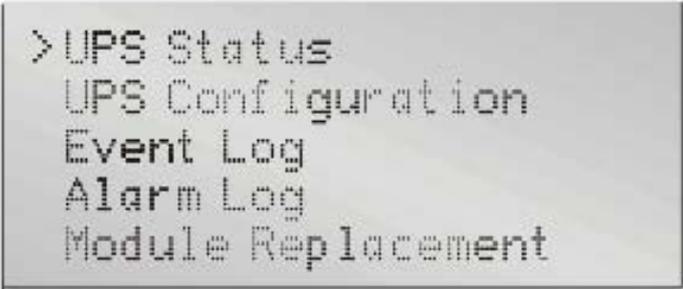


Fig. 4.5 Parámetros de alimentación y distribución de equipo

4.1.3 Frecuencia de Entrada y Salida

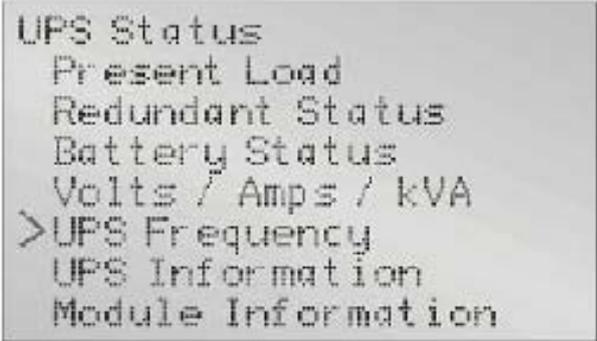
Para verificar la frecuencia, presionar el botón de escape, seguido de presionar entrada, para llegar al menú principal.



```
>UPS Status
UPS Configuration
Event Log
Alarm Log
Module Replacement
```

Fig. 4.6 Pantalla de menú principal

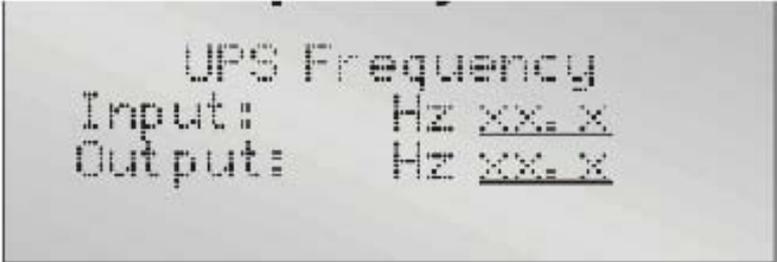
Posicionarse en la opción de UPS status y presionar entrada, con los botones arriba/abajo desplazarse a la opción UPS Frequency, y presionar entrada.



```
UPS Status
Present Load
Redundant Status
Battery Status
Volts / Amps / kVA
>UPS Frequency
UPS Information
Module Information
```

Fig. 4.7 Selección en la posición de frecuencia

En esta opción se obtendrá la frecuencia de entrada como la de salida, ya que este parámetro se utiliza para saber si la frecuencia de alimentación del equipo está en el rango de 60Hz +/- 5Hz, de lo contrario el equipo se alarmará por dicha falla.



```
UPS Frequency
Input: Hz xx.x
Output: Hz xx.x
```

Fig. 4.8 Pantalla en opción de frecuencia

4.1.4 Sustitución de filtros de aire

Para mantener al equipo en correcta operación es importante tenerlo en óptimas condiciones, los ventiladores contienen filtros que se necesitan reemplazar periódicamente, dependiendo de las condiciones en que se encuentren.

Para revisarlos se deben quitar los seguros de plástico y verificar las condiciones de los filtros, si se encuentran muy sucios, se deben reemplazar, teniendo precaución con los ventiladores ya que estos se encuentran en operación.

Estos filtros son lavables y se pueden reusar, después de lavarlos perfectamente, sin que haya quedado ningún residuo y este completamente seco, esto solo se puede hacer si los filtros no están muy deteriorados ni rotos.

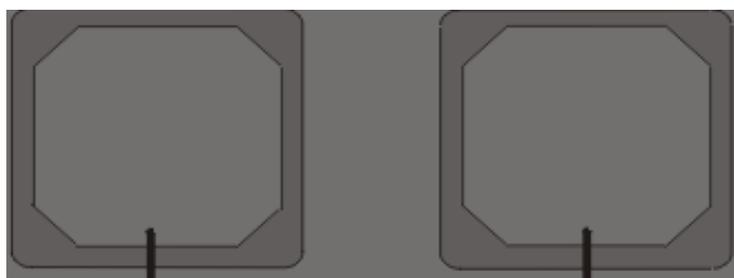


Fig. 4.9 Filtros de aire con sus seguros

4.1.5 Estado de baterías

Para entrar a la opción de estado de baterías, presionar el botón de escape, seguido del botón de entrada, para entrar a la pantalla principal, y con los botones de desplazamiento posicionarse en la opción de Battery Status.

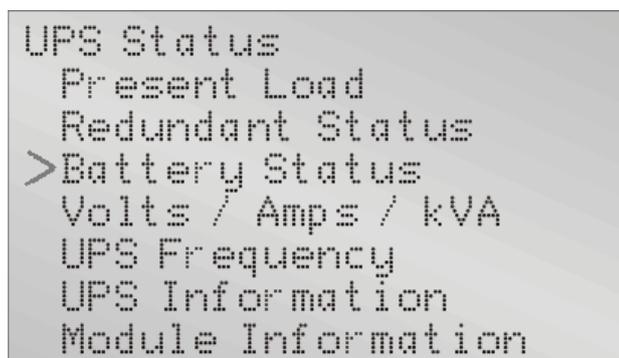


Fig. 4.10 Submenú en opción de baterías

Estando en la opción Battery status presionar el botón de entrada, donde se observará el voltaje del cargador de baterías, mismo que se debe checar que efectivamente este entre 134 V_{DC}, a 136 V_{DC}, ya que de lo contrario si estuviera más bajo, esto indicará que las baterías, no se están cargando debidamente, motivo por el cual pueden sufrir daño, por el contrario si el voltaje del cargador está por arriba de este parámetro también es causa de daño en baterías por corriente excesiva, ocasionando daño irreversible. Si no se corrige la falla, las baterías se tendrán que cambiar por término prematuro de vida útil.

En esta opción indica cuantos módulos de baterías están instalados, así como la capacidad en porcentaje de carga de los módulos, y si tienen conectados módulos de baterías externos para aumentar el tiempo de respaldo.

```
Battery Status
Voltage VDC xxx
Capacity % xxx
Status: charging
BMs Installed xx
Ext batt present No
Discharge count: xxxxx
Batt Usage: xxxxx.x Hr
```

Fig. 4.11 Pantalla en opción de baterías

4.1.6 Carga presente

En esta opción se observa la cantidad de carga que tiene soportada el equipo, dando los valores en KVA'S ó KW, además del factor de potencia en ese momento.

Para el acceso a esta opción se oprime la tecla escape, seguido de la tecla de entrada, y desplazarse a la opción de Status UPS.

```
>UPS Status
UPS Configuration
Event Log
Alarm Log
Module Replacement
```

Fig. 4.12 Menú principal

A continuación se presiona entrada y se selecciona la opción de Present Load, y se oprime entrada.

```
UPS Status
>Present Load
  Redundant Status
  Battery Status
  Volts / Amps / kVA
  UPS Frequency
  UPS Information
  Module Information
```

Fig. 4.13 Opción para entrar a carga presente

En esta opción se visualiza la carga que tenga soportada el equipo y si hubiese sobrecargas en la salida habrá variaciones constantes en esta parámetro, misma que pueden llegar a sobrepasar el 100%, de la capacidad total del equipo.

```
On Mains/Utility
Output kVA = xx.x
Output kW = xx.x
Output pf = xx.x
```

Fig. 4.14 Pantalla en opción de carga presente

4.1.7 Datos de UPS

Esta opción contiene los datos del equipo, tales como: el número de serie del equipo, fabricante, etc... Número que se puede obtener directamente de la placa que se ubica debajo de la interfaz de usuario.

Al igual que los casos anteriores, se presiona escape, seguido entrada, seleccionar Status UPS, y se presiona entrada, seguido de esto se posiciona en la opción de UPS Information.

```
UPS Status
Present Load
Redundant Status
Battery Status
Volts / Amps / kVA
UPS Frequency
>UPS Information
Module Information
```

Fig. 4.15 Pantalla en opción información de UPS

```
UPS Information
UPS ID: XXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

Fig. 4.16 En opción de información UPS

4.1.8 Información de módulos instalados en equipo

En esta opción se verifican los módulos que se encuentran instalados en el equipo, además de sus respectivos números de serie de cada módulo, en caso de que se haya dañado alguno se pueden verificar los datos de cada uno ellos.

Para entrar en la opción se presiona escape, después entrada, se selecciona UPS Status, se da entrada, y se selecciona la opción de Module Information, y se da entrada.

```
>UPS Status
UPS Configuration
Event Log
Alarm Log
Module Replacement
```

Fig. 4.17 Opción de UPS Status

```
UPS Status
Present Load
Redundant Status
Battery Status
Volts / Amps / kVA
UPS Frequency
UPS Information
>Module Information
```

Fig. 4.18 Opción de información de módulos

```
Main Control
S/N: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
FW ver: xx.xx

Redundant Control
S/N: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
FW ver: xx.xx

User Interface
S/N: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
FW ver: xx.xx

Power Module
S/N: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
FW ver: xx.xx

Battery Module
S/N: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
FW ver: xx.xx
```

Fig. 4.19 Opción de Información de módulos en equipo

4.2 REVISAR HISTORIAL DE ALARMAS EN PANTALLA

Esta opción sirve para conocer las condiciones de operación en que ha estado trabajando el equipo, donde se debe de checar los siguientes parámetros, descartando lo siguiente:

- Que no exista alguna alarma que indique alguna operación anormal.
- Que no haya trabajado en condiciones de sobre carga.
- Cantidad de ocasiones en que el equipo trabajo en sobre o bajo voltaje.
- Que la carga no haya sido transferida a Bypass de manera automática.
- Cantidad de cortes de energía durante el periodo.
- Cantidad de ocasiones en que la temperatura excedió el rango establecido.
- Cantidad de ocasiones en que el equipo haya trabajado en baterías.

Los tipos de alarmas que se pueden verificar en el menú son:

Alarmas presentes en pantalla tales como: fallo en módulos, alimentación, salida, etc..., las cuales muestra automáticamente y en tal caso se debe revisar la parte que está indicando que tiene problemas, también se puede entrar al menú para consultar la alarma.

Para entrar en esta opción primeramente se presiona escape, y seguidamente entrada, y se selecciona la opción Alarma Long.

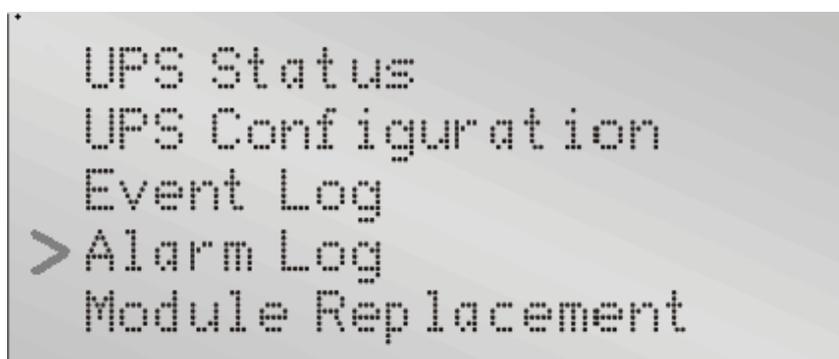


Fig. 4.20 Pantalla en opción de alarma activas

Seguido de esto se presiona entrada y se visualizará la alarma que esté presente, esto es en caso de falla, ya que de lo contrario, desplegará en pantalla, que no hay alarmas presentes.

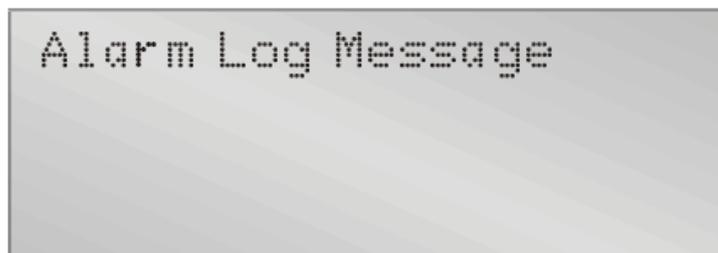


Fig. 4.21 Pantalla en opción de alarmas presentes

La segunda opción de alarmas son las alarmas transitorias, es decir alarmas que se presentaron en algún momento y el usuario no se dio cuenta, pero que se guarda en memoria de almacenaje de eventos sucedidos durante meses pasados y que se pueden revisar una a una las alarmas para tener una idea mayor de las condiciones de operación del equipo.

Para entrar a esta opción presionar escape, seguido de entrada y con las flechas de arriba/abajo, seleccionar Event Log (registro de eventos).

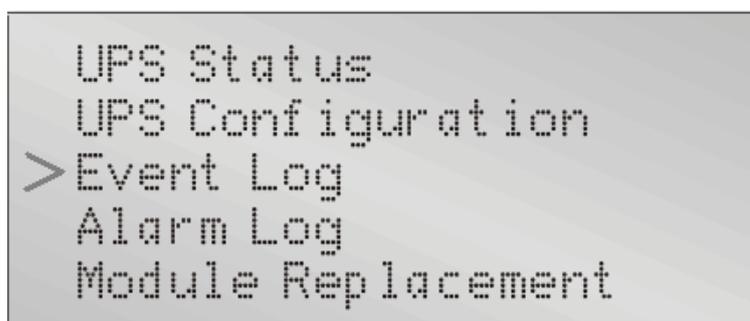
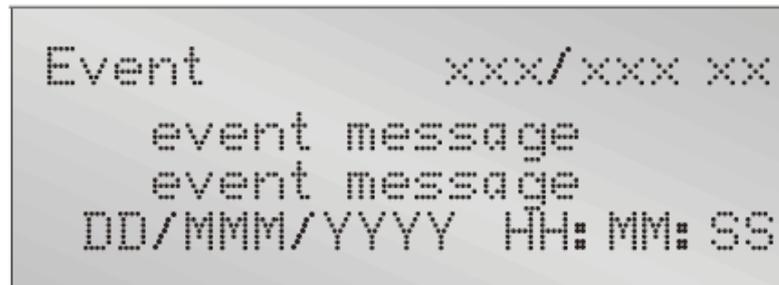


Fig. 4.22 Pantalla en opción de registro de eventos

Estando en la opción se presiona entrada para visualizar los diferentes eventos ocurridos, con las flechas de arriba/abajo, en la pantalla se visualizarán una a una las alarmas, y de ahí conocer el o los eventos si es que hubiese en el equipo.



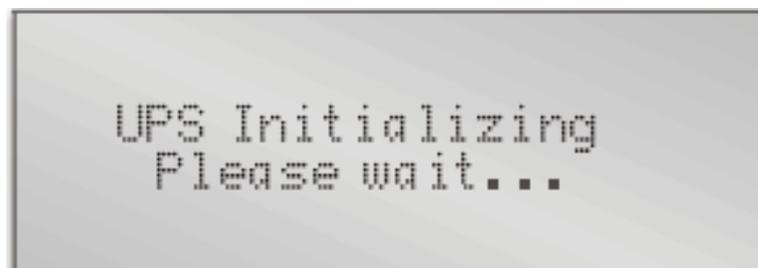
```
Event          xxx/xxx xx
event message
event message
DD/MMM/YYYY  HH: MM: SS
```

fig. 4.23 Pantalla en opción de registro de eventos

4.2.2 Verificación visual de cristal líquido (pantalla)

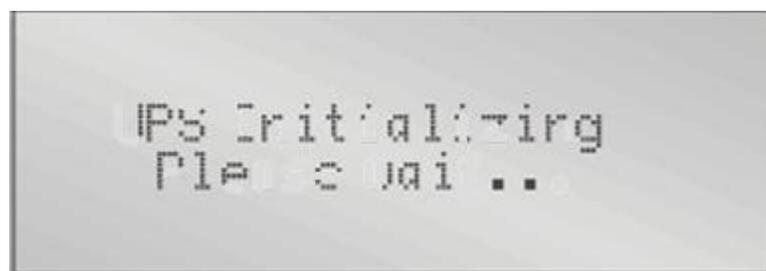
Se debe dar una revisión de la pantalla de usuario, para verificar que ningún segmento este dañado. Esto es muy indispensable para poder interactuar con el equipo, ya que de otro modo no se sabrá el porqué se está alarmando el equipo, o en qué condiciones de operación está trabajando.

En caso de que hubiera segmentos dañados, se tendrá que reemplazar la pantalla inmediatamente.



```
UPS Initializing
Please wait...
```

Fig. 4.24 Pantalla con segmentos completos



```
UPS Initializing
Please wait..
```

Fig. 4.25 Pantalla con segmentos dañados

4.3 DIAGRAMA MÍMICO (Visualización de estado de equipo por medio LED'S)

El diagrama mímico se encuentra en la parte central de la interfaz de usuario, como otra opción para conocer por medio de LED's, el estado de operación presente del equipo, esto es por si el display tuviese algún daño y no despliegue ninguna información, o para detectar de primera vista el problema que se está presentando para poder tomar una decisión rápidamente por si el equipo soporta una carga critica la cual se debe restablecer inmediatamente.

A continuación se presentan los estados comunes de operación de los LED'S, con su respectivo estado de operación del equipo.

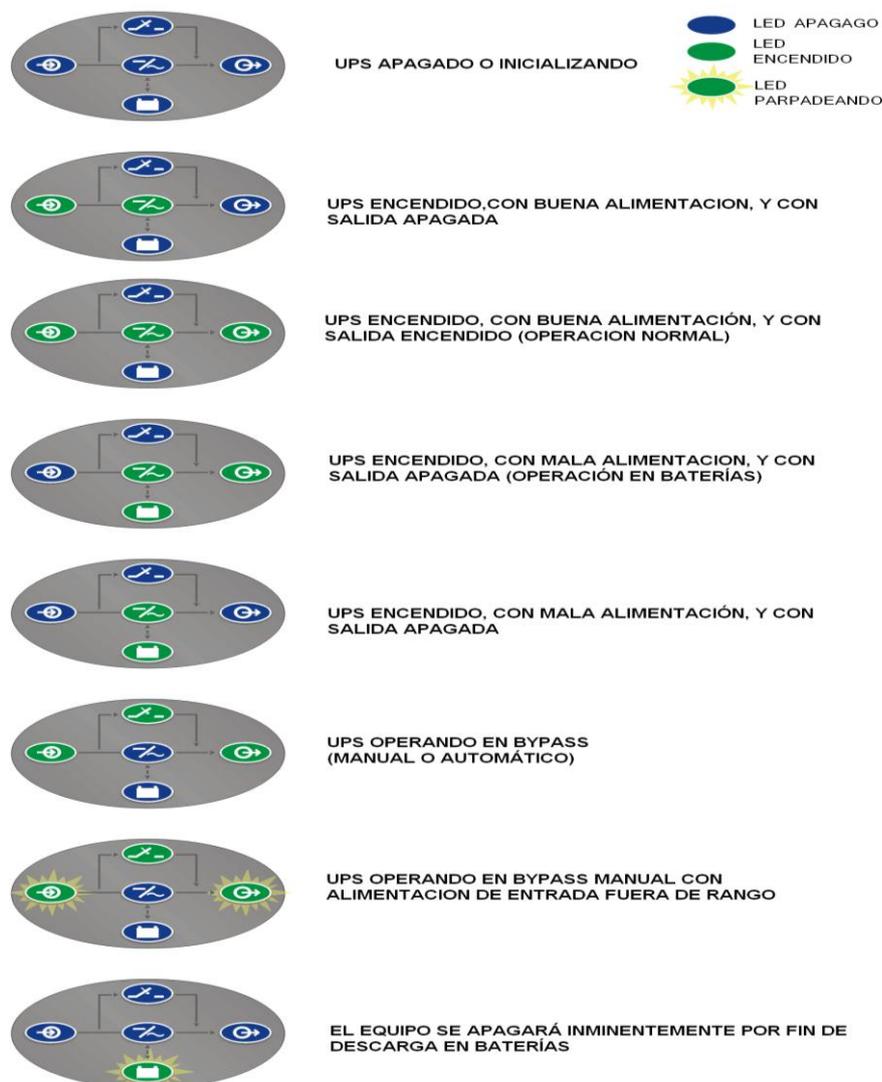


Fig. 4.26 Estados de equipos por medio de LED's

4.4 PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Para que se pueda asegurar que la energía eléctrica tiene buena calidad, y poder garantizar que los equipos conectados a la red van a operar en las condiciones para lo que han sido diseñados, se deben cumplir ciertos parámetros. Los márgenes de variación admitidos en cada magnitud (valores de onda, frecuencia, equilibrio, armónicos, etc.) son función de sensibilidad de instalación, en general, se puede asegurar que se ha ido incrementando la exigencia en los últimos años para todo tipo de instalaciones.

Cuando se produce una falla, las magnitudes asociadas a sistemas de suministro, alcanzan valores situados fuera de sus rangos normales de funcionamiento. En caso de no tomar ningún tipo de medida en contra, la falla se propagaría a través de la red. Como consecuencia importantes zonas de la red, podrían quedar fuera de servicio, en incluso en zonas alejadas del punto en donde se produjo la falla, y por lo tanto la calidad del servicio de suministro se resentiría.

Tanto por razones técnicas como económicas, es imposible evitar que se produzcan fallas. El diseño de un sistema eléctrico se debe contemplar el hecho de que van a producirse fallas de manera aleatoria e inesperada, por lo que es necesario dotarlo de los medios adecuados para su tratamiento. Por esta razón se deben de incorporar sistemas de protección que tienen por objeto minimizar los efectos derivados de los diferentes tipos de fallas que se producen.

Aunque una falla puede comenzar en cualquiera de los elementos que lo componen, los estudios realizados del efecto ponen de manifiesto que alrededor del 90% de las fallas se producen en las líneas aéreas, siendo las de fase-tierra las más comunes. Esto es justificable por el hecho de que las líneas aéreas abarcan grandes extensiones de terreno, mismas que se encuentran a la intemperie y están sometidas a acciones exteriores que escapan de cualquier tipo de control, mientras que otro tipo de elementos como generadores, transformadores, etc., operan bajo condiciones más fácilmente controlables.

Independientemente del punto en que se produzca la falla, la primera reacción del sistema de protección es la desconectar el circuito en falla, para impedir que la falla se propague y disminuir el tiempo de permanencia bajo esfuerzos extremos de los equipos más directamente afectados.

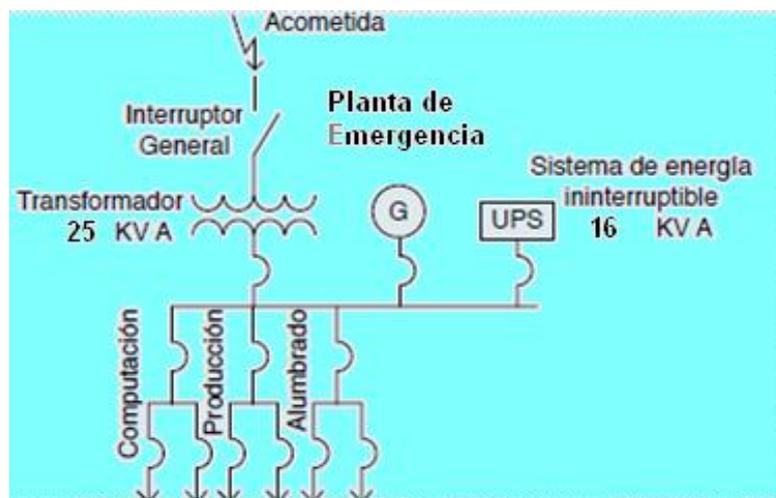


Fig. 4.27 Diagrama Unifilar de Instalación Eléctrica

4.4.1 Características de un sistema de protección

Tanto un sistema de protección en su conjunto como cada una de las protecciones que lo componen, deben satisfacer las siguientes características.

- **Sensibilidad:** La protección debe saber inequívocamente las situaciones de falla de aquellas que no lo son, por lo que es necesario establecer para cada tipo de protección las magnitudes mínimas necesarias que permiten distinguir las situaciones de falla de las situaciones normales de operación, también se deben establecer la magnitudes necesarias para los valores límite que separan las situaciones de falla de las situaciones normales de operación.
- **Selectividad:** La protección debe tener la capacidad de discernir, una vez detectada la falla si esta se ha producido, dentro o fuera de su área de vigilancia, y si es así deberá disparar el o los interruptores, para aislar la falla.
- **Rapidez:** Tras haber sido detectada, una falla debe ser despejada lo más rápido posible. Cuanto menos tiempo se tarde en aislar la falla, menos efectos, daños, y alteraciones se producirán, al reducirse el tiempo de permanencia bajo estas condiciones anómalas en la carga, claro está que esto dependerá de la tecnología empleada en su construcción y de la velocidad del sistemas mando y control de los interruptores automáticos asociados a la misma, aunque un despeje óptimo de la falla no exige que

todas protecciones que la detecten actúen de forma inmediata, de esto se deduce que las protecciones pueden ser:

- a) **Instantáneas:** Son aquellas que actúan tan rápido como es posible, en donde el tiempo de despeje de una falla se sitúa de 2 a 3 ciclos. Si el tiempo de despeje es menor la protección se considera de alta velocidad.
 - b) **De tiempo diferido o con retraso en tiempo:** Son aquellas que están diseñadas con un tiempo de espera que retrasa su operación, el cual retrasa el tiempo de apertura de interruptores.
- **Fiabilidad:** Una protección debe responder correctamente en todo momento, esto significa que debe responder con seguridad y efectividad ante cualquier eventualidad, esto es que la respuesta de la protección puede ser de actuación si el fallo es efectivo, como de no actuación si el fallo no es real.

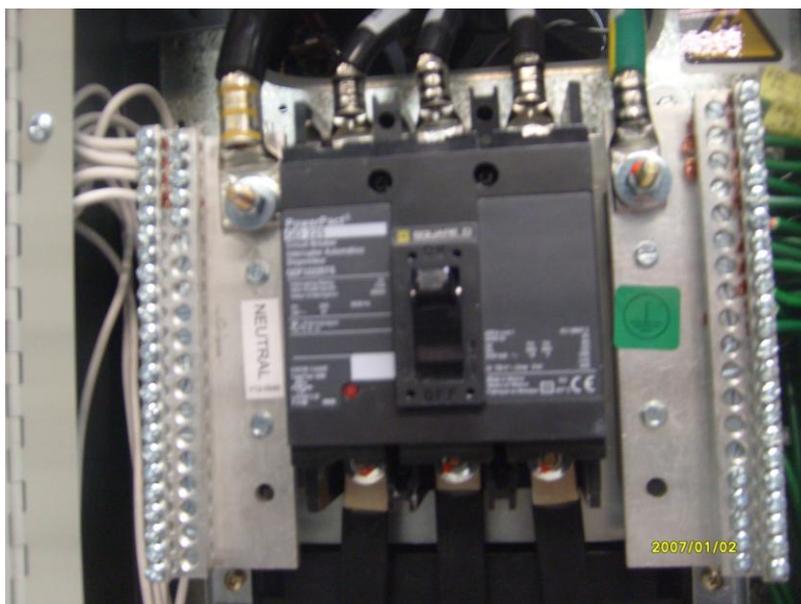


Fig. 4.28 Interruptor termo magnético

4.4.2 Interruptor automático

El interruptor automático es el elemento que permite abrir o cerrar un circuito con tensión. Interrumpiendo o estableciendo una circulación de intensidad, para aislar o reconectar el punto en que se ha producido la falla.

Partes que componen al interruptor

- Circuito de control, que es gobernado por la protección correspondiente.
- Contactos principales, que al separarse o juntarse implican, respectivamente, la apertura o el cierre del interruptor.
- Cámara de extinción, en la se crea un ambiente de alta rigidez dieléctrica que favorece la extinción del arco que se produce como consecuencia de la separación de los contactos del interruptor que se encuentran inmersos en ella. Como medios dieléctricos más empleados actualmente como el aceite y el hexafluoruro de azufre.



Fig. 4.29 Tablero de distribución de energía regulada

4.4.3 Fusibles

Los fusibles son el medio más antiguo de protección de los circuitos eléctricos y se basan en la fusión por efecto Joule de un hilo o lámina intercalada en la línea como punto débil.

Los fusibles son de formas y tamaños muy diferentes según sea la intensidad para la que deben fundirse, la tensión de los circuitos donde se empleen y el lugar donde se coloquen.

El conductor fusible tiene sección circular cuando la corriente que controla es pequeña, o está formado por láminas si la corriente es grande. En ambos casos el

material de que están formados es un metal o aleación de bajo punto de fusión a base de plomo, estaño, zinc, principalmente.

Fundamentalmente hay dos tipos de fusibles en las instalaciones de baja tensión:

- gI (fusible de empleo general)
- aM (fusible de acompañamiento para motores)

Los fusibles de tipo gI se utilizan en la protección de líneas, estando diseñada su curva de fusión "intensidad-tiempo" para una respuesta lenta en las sobrecargas, y rápida frente a los cortocircuitos.

Los fusibles de tipo aM, especialmente diseñados para la protección de motores, tienen una respuesta extremadamente lenta frente a las sobrecargas, y rápida frente a los cortocircuitos. Las intensidades de hasta diez veces la nominal ($10 I_n$) deben ser desconectadas por los aparatos de protección propios del motor, mientras que las intensidades superiores deberán ser interrumpidas por los fusibles aM.

La intensidad nominal de un fusible, así como su poder de corte, son las dos características que definen a un fusible.

La intensidad nominal es la intensidad normal de funcionamiento para la cual el fusible ha sido diseñado, y el poder de corte es la intensidad máxima de cortocircuito capaz de poder ser interrumpida por el fusible. Para una misma intensidad nominal, el tamaño de un fusible depende del poder de corte para el que ha sido diseñado.

Un inconveniente de los fusibles es la imprecisión que tiene su curva característica de fusión frente a otros dispositivos que cumplen el mismo fin, tales como los interruptores automáticos. Esto equivale a decir que la banda de dispersión de los fusibles es mayor que la de los interruptores automáticos, pese a que el fabricante solamente facilita la curva media de los fusibles.



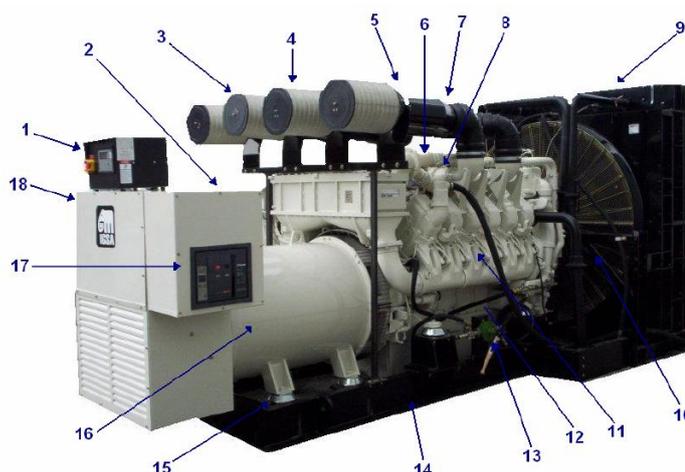
Fig. 4.30 Fusibles Bussmann de alta velocidad de respuesta

4.5 PLANTAS DE EMERGENCIA

Es un motor-generador que puede conectarse a la red de suministro de energía eléctrica para sustituir el servicio de energía eléctrica cuando esta falle o se interrumpa. Esta tiene la función de generar energía eléctrica evitando tiempos muertos y pérdidas en la industria, o para mantener una casa activa, entre otras aplicaciones.

4.5.1 Antecedentes

En un motor de combustión interna, la ignición del combustible se produce por el calor de la compresión, el carburador, el magneto y la bujía del motor, cuando el de gasolina, o la bomba de inyección de combustible, la tobera o inyector, para motores Diesel. Mucha gente considera a este último como algo misterioso que tiene más de magia que de mecanismo, y, sin embargo, en ciertos aspectos, es más fácil de comprender que un motor a gasolina. Los usuarios y los maquinistas acostumbrados a motores Diesel los prefieren de los motores de gas o de gasolina.



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Panel de control
2	Placa de datos montada en generador (situado en la parte posterior de la figura)
3	Filtros de aire
4	Soporte de baterías y baterías (situado en la parte posterior de la figura)
5	Motor/es de arranque (situado en la parte posterior de la figura)
6	Alternador (situado en la parte posterior de la figura)
7	Bomba de combustible (situada en la parte posterior de la figura)
8	Turbo
9	Radiador
10	Guarda del ventilador
11	Motor de combustión interna
12	Carter
13	Bomba para drenar el aceite del carter
14	Base estructural
15	Amortiguador
16	Generador
17	Interruptor
18	Regulador de voltaje automático (situado en la parte posterior de la figura)

Fig. 4.31 Planta de emergencia con descripción de partes

4.5.2 Principio del motor Diesel

El principio del motor Diesel. Constituye lo que, abreviadamente, se llama ciclo Diesel, para diferenciarlo del ciclo Otto con motor a gasolina, y al Brayton con turbina de gas.

Comprimiendo aire en la cámara de combustión a una presión muy alta, se produce una cantidad de calor suficiente para iniciar la ignición del combustible que se ha inyectado.

Esto se puede comprender más fácilmente, comparando las relaciones de compresión de un motor de gasolina y de un motor Diesel. El motor de gasolina común tiene una relación de compresión de 5 a 1 ó de 6 a 1, y el motor Diesel tiene una relación de compresión alrededor de 15 a 1. Es decir, la mezcla de aire y combustible que se halla, al fin de la carrera de compresión, en la cámara de combustión de un motor de gasolina, está comprimida en un espacio de un quinto o de un sexto del que ocupaba al principio de la carrera. Para conseguir la ignición de la mezcla y la producción de energía en el cilindro, es necesaria una chispa eléctrica.

4.5.2.1 Importancia de la compresión elevada

En el motor Diesel, cuya relación de compresión es 15 a 1, el aire se ve reducido al final de la carrera de compresión a un espacio tan sólo un quinceavo del volumen a que llega al final de la carrera de admisión. En consecuencia, en un motor Diesel la compresión es del orden de 35 Kg/cm² o mayor. El aire comprimido de esta manera se calienta hasta una temperatura de 500 ó 600 °C, que es mayor que el punto de ignición o de inflamación del combustible.

Cuando se pulveriza combustible en el interior de este aire caliente, tiene lugar una combustión sin ayuda de la chispa eléctrica. Esta es una de las muchas características del motor Diesel.

4.5.2.2 Ventajas del motor Diesel

Los motores Diesel tienen dos ventajas sobre los de gasolina, a saber: gastan menos combustible para la misma potencia y pueden vencer mayores sobrecargas momentáneas o “tiran” más que los de gasolina. El motor Diesel quema aceite crudo, esto es, residuos de refinería, aceites destilados y fuel-oil.

Las propiedades de los aceites combustibles y las especificaciones que deben satisfacer, son de extremo cuidado en utilizar precisamente la clase de combustible que haya recomendado el fabricante del motor, ya que el sistema de inyección en el motor de gasolina, exige un gran cuidado en escoger un combustible adecuado.

Como ya se mencionó, el motor Diesel tiene la ventaja sobre el motor de gasolina de que “tira” más, es decir, que dar mayor par a baja velocidad. La mezcla carburada con aceite Diesel se quema más lentamente. El efecto de la presión que actúa sobre el émbolo, durante la carrera de expansión, es muy semejante al del correspondiente a un cilindro de vapor. Es una fuerza que se desarrolla gradualmente más bien que una fuerza explosiva.

Este hecho, combinado con el de cada cilindro recibe una cantidad calculada de combustible independientemente de la velocidad o de la altitud, dan al motor Diesel esta aptitud de vencer sobrecargas grandes.

4.6 AIRE ACONDICIONADO

Al considerar unos metros cuadrados en Site o Data Center, Servidores, Racks de comunicaciones o algún tipo de equipo que genere calor por operación y que necesitan ser enfriados constantemente. Los fabricantes electrónicos indican que la temperatura a la que deben de mantenerse los equipos es de 21 grados C +/- 1 grado C y la humedad relativa debe ser de 50 % +/- 5 %.

Para el mantenimiento de un edificio el fabricante indica que la forma más barata de enfriar es con el sistema del mismo edificio (de paquete, chiller, de ventana, etc.), si no se requiere enfriar, el aire acondicionado se apagará durante el invierno, y se encenderá el aire acondicionado de confort para el cuarto de computadoras, lo cual no es la solución económica y mucho menos la mejor.

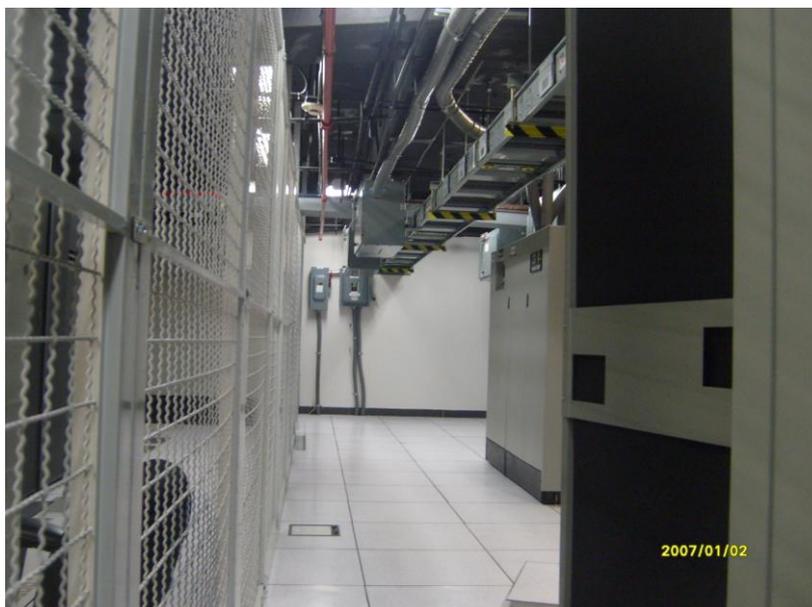


Fig. 4.32 DATA CENTER IBM

4.6.1 Enfriar máquinas ó enfriar personas

Hay grandes diferencias entre enfriar máquinas y enfriar personas, por comienzo la gente agrega humedad al Site y lo electrónico no lo hace. Por lo tanto, se tiene que considerar un enfriamiento **latente** (la habilidad de remover humedad) y enfriamiento **sensible** (la habilidad de remover calor).

Los equipos de aire acondicionado de confort, de centrales residenciales y para oficinas están diseñados con un rango de enfriamiento **sensible** de alrededor de 0.60 a 0.70. Esto significa que del 60 % al 70 %, el sistema de confort trabajará para bajar la temperatura del aire, y entre 30 y 40 % trabajará para remover la humedad.



Fig. 4.33 Equipos de aire acondicionado de confort Marca York

Los sistemas de aire acondicionado de precisión tienen un alto rango de **sensibilidad** de capacidad de 0.85 a 0.95, es decir, cerca del 85 - 95 % del trabajo hecho por el Aire Acondicionado de Precisión será dedicado a remover el aire caliente y el 5 - 15 % será dedicado a remover la humedad.



fig. 4.34 Aire acondicionado de precisión marca Liebert

Eso deduce dos cosas, que cuando se requiera enfriar un cuarto de cómputo:

- Primero, se tendrá que comprar más aires acondicionados de confort para hacer el mismo trabajo que el sistema de Aire Acondicionado de Precisión. La regla del pulgar es que tres toneladas de enfriamiento del aire acondicionado de confort hacen el mismo trabajo de enfriamiento que dos toneladas de Aire Acondicionados de Precisión.
- Segundo, un sistema de aire acondicionado de confort obtendrá la humedad relativa por debajo del rango aceptable por una buena parte del año. El cual significa que se tendrá que comprar un sistema de humidificación para mezclar el aire.

Con el aire acondicionado de precisión no se necesita esto, ya que no se tendrá que poner más humedad al aire, y por una pequeña cantidad de humedad tomada del aire, humidificará para mantener el nivel específico de acuerdo al fabricante de computadoras.

4.6.2 Densidad de carga

Se puede poner más equipo electrónico dentro de un cuarto que gente en él. Como resultado, el cuarto de los equipos necesita más capacidad de enfriamiento por pie cuadrado. La regla del pulgar es que se necesita una tonelada de aire acondicionado de confort por cada 250 - 300 pies cuadrados de espacio de oficina y cerca de una tonelada de Aire Acondicionado de Precisión por cada 50 - 100 pies cuadrados del cuarto de las computo.

4.6.3 Movimiento de Aire

Otra gran diferencia entre sistemas de Confort y Precisión es el volumen del aire que deberá ser movido. Típicamente, un sistema de confort moverá el aire a través de su serpentín en el rango de 350 - 400 CFM (pies cúbicos por minuto) por tonelada de enfriamiento. Un sistema de Precisión moverá el aire dos veces el rango de 500 - 600 CFM. Mover grandes volúmenes contribuye a una mejor filtración.

4.6.4 Control de temperatura con precisión

Los fabricantes de sistemas electrónicos, dicen que deben mantenerse a 21 grados C +/- 1 grados C para su garantía. Más importante, la integridad de la información y calidad de operación pueden ser afectadas por temperaturas demasiado altas o demasiado bajas.

Los Sistemas de Aire Acondicionado de Precisión pueden hacer eso con facilidad. Los Sistemas de confort no están diseñados para mantener la tolerancia de +/- 1 grados C. Lo mejor que se puede esperar es de +/- 4 grados C.

4.6.4.1 Control de humedad con precisión

Si la humedad en el cuarto de las computadoras es demasiado alta, se tendrá problemas por el manejo del papel y la posibilidad de condensación en lo electrónico. Si es demasiado baja, la electricidad estática de las manos al tocar los componentes puede alterar su información.

Una humedad relativa de 45 % +/- 5 % no es problema para un Aire Acondicionado de Precisión. Tiene la capacidad de obtenerlo y controlarla.

Un sistema de confort tiene dos modos de operación: enfriando y apagado. Esto es, mientras está enfriando esta también deshumidificando, pero es accidental. No es capaz de adicionar humedad durante la estación de invierno. Un sistema de confort no controla la humedad relativa.

4.6.5 Horas de operación

El sistema de Aire Acondicionado de Precisión está diseñado para operar de acuerdo a la operación del equipo electrónico. Para muchas compañías eso significa 24 horas al día, 365 días al año, el total es de 8760 horas por año.

Los sistemas de aire acondicionado de confort están diseñados para operar cuando la gente ocupa el área. Usualmente estará encendido durante 8 horas al día los 5 días de la semana. Un buen promedio de horas de operación es de 1200 horas al año.

Otra consideración es la operación en climas fríos. Los sistemas de confort con intercambiadores de calor son típicamente inoperativos a temperaturas externas que caen abajo de 0 grados C. debido al líquido y a la evaporación al congelarse. Un sistema de Precisión, por comparación, operará perfectamente bien por debajo de los - 0 grados C.

4.6.6 Filtración de aire

El polvo puede arruinar la información y los componentes electrónicos. El polvo en las cabezas en las lectoras puede ocasionar un serio daño. El polvo se acumula rápidamente en los componentes electrónicos por lo que es necesario un medio de eliminarlo. Esto acarrearía una disminución en la vida del equipo y fallas prematuras.

Los Sistemas de confort típicamente usan dispositivos de filtraje, estos son cerca del 10 % de eficientes. Los Sistemas de Precisión tienen filtros internos de cerca del 40 % de eficiencia.

4.6.7 Comparación de sistemas

Costos de operación: Son más bajos en un Sistema de Precisión, basado en que un aire de Confort hiciera el mismo trabajo.

Mantenimiento: Requiere mayor inversión económica un aire de Confort por daños, al trabajar horas forzadas, para lo cual no está diseñado.

Energía eléctrica: El aire de precisión solo trabaja cuando se requiere (basado en su microprocesador), por lo tanto no hay consumo de energía constante y un aire de Confort trabaja constantemente sin parar, consumiendo energía en todo momento.

Estos parámetros a la larga hacen más caro un sistema de confort, mientras que en uno de precisión la inversión es amortizada en algunos meses.

REQUERIMIENTOS	AIRE DE PRECISION	AIRE DE CONFORT
Operación en Invierno	Hasta -10 grados C	No disponibles
Calor Sensible	De 0.85 a 0.95	De 0.6 a 0.7
Operación al año	8760 horas	1200 horas
Control de Humidificación	Estándar	No disponible
Movimiento de Aire	550-600 CFM continuos	350-400 CFM intermitentes
Filtros	Alta eficiencia 10-40%	Baja eficiencia 10%
Servicio	24 hrs. todo el año	Varía
Refacciones	Disponibles localmente	Varía

Fig. 4.35 Parámetros de operación

4.7 PROYECTO DE INSTALACIÓN DE EQUIPO UPS

La empresa Data Safe, cuya actividad principal es la de almacenar y procesar bases de datos, para diversos ramos tales como: del sector gubernamental, comercial, e industrial; desea ampliar su sistema de respaldo de energía (UPS) con que cuenta actualmente, ya que debido a los nuevos contratos de servicio que está por cerrar, requiere de mayor capacidad de potencia de energía regulada, para cubrir las necesidades de sus clientes con que cuenta y a los nuevos por atender.

Por lo anterior es necesario hacer un análisis de cargas de los equipos de comunicación que se tienen actualmente soportados por el UPS, y la cantidad de

carga que se tendrá que soportar, cabe mencionar que el equipo con que cuenta actualmente la empresa es de la marca Liebert, el cual ha dado buenos resultados de operación, por tal motivo la empresa desea adquirir un UPS de la misma marca.

4.7.1 Equipo actual de la empresa

El sistema de respaldo con que cuenta actualmente la empresa tiene ya 10 años de operación, el cual ha dado buenos resultados, ante parpadeos y cortes repentinos de energía eléctrica, tal equipo es de la marca Liebert manufacturado en USA, modelo Nfinity, con capacidad de 16 KVA's. a continuación se muestran los datos técnicos del equipo.



Fig. 4.36 Imagen de UPS Liebert Nfinity de 16 KVA's

General & Environmental		Units	Configuration			
Unit Rating		kVA	4	8	12	16
		kW	2.8	5.6	8.4	11.2
Conducted and Radiated EMC Levels		EN 50091-2 Class A				
Compliant Safety Standards		EN50091-1-1, CE, Low Voltage Directive, TUV-GS & Bauart Marks				
Compliant Immunity Standards		IEC 801 (parts 2, 3, 4, 5)				
Mechanical		Units	8 Bay		12 Bay	
Dimensions:	Width	mm	508.0		508.0	
	Depth		711.2		711.2	
	Height		1016.0		1346.2	
Environmental		Units				
Operating Temperature (max)		C	0° - 40°			
Relative Humidity		%	0-95% non-condensing			
Maximum operating altitude		M	3000			
Nominal heat dissipation		W	311	622	933	1244
Acoustic noise level		dBA	<62 @ 1 metre			
Input Data		Units				
Nominal input voltage		VAC	220 / 230 / 240			
Power factor		Cos Ø	>.98			
Input frequency (nominal)		Hz	50			
Input frequency range		Hz	40-70			
Battery Module		Units				
Number of lead acid batteries			10			
Number of battery cells			60			
Battery capacity		A/hr	9			
Autonomy time (full load)		mins	6 (With an equal number of Battery & Power Modules, in a non-redundant configuration)			
Maximum charge current (full load)		A	3			
Nominal Voltage		VDC	120			
Recharge Time		Hrs	3-5 (to 90% capacity)			
Output Data		Units				
Output voltage		VAC	220 / 230 / 240			
Voltage regulation		%	±3			
Voltage stability (100% step load)		%	±7			
Recovery time		msec	96			
Voltage distortion:		%	<3 THD, linear load <7 THD, non-linear load			
Output frequency		Hz	50			
Efficiency at 100% load		%	91			
Efficiency at 100% load (transformer models)		%	89			
Output overload capability		%	110-125% for 10 min 126-150% for 10 sec >151 – 200% for 2 cycles			

Fig. 4.37 Datos técnicos de equipo UPS

4.7.2 Instalación actual

La instalación del cuarto de comunicaciones, donde se encuentra el equipo UPS se ilustra en la figura 4.38, donde se ven los diferentes equipos instalados, y su ubicación.

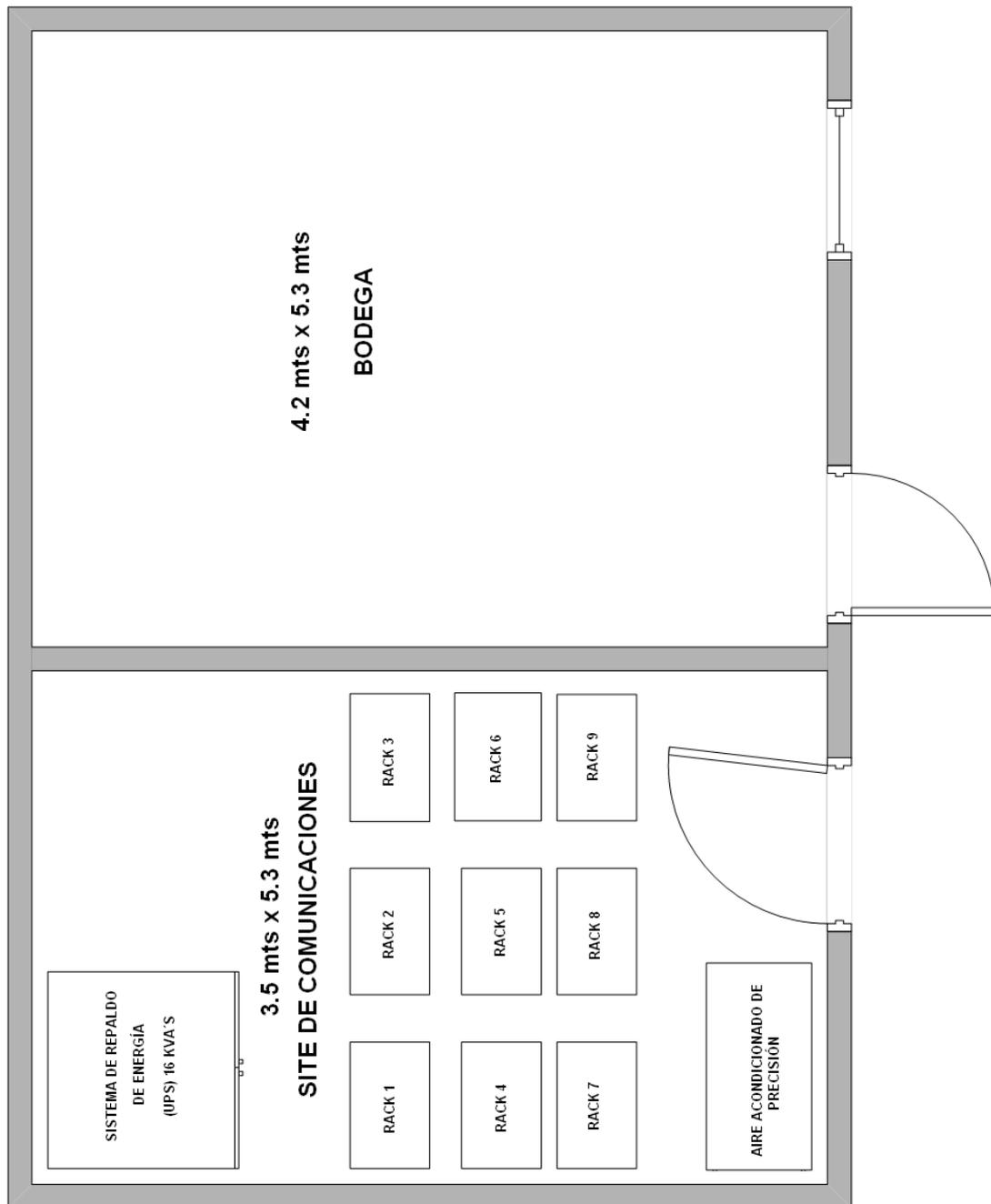


Fig. 4.38 Site de comunicaciones actual en la empresa

La potencia utilizada por cada RACK de comunicaciones, es de 1.4 KVA, por lo que la suma de los 9 rack's es de 12.6 KVA's de donde se deduce que el equipo se encuentra trabajando al 80% de su capacidad, ya que es de 16 KVA's.

Es necesario que el sistema de respaldo no trabaje al límite de su capacidad, por diversos factores, entre ellos, equipos que llegasen a agregarse posteriormente, ó por algún problema eléctrico en la instalación el cual genera picos de voltaje, principalmente.

El site cuenta con piso falso, el cual sirve para enfriar los equipos de los Rack's de abajo hacia arriba, así como para la instalación de alimentación de los mismos por medio de power's¹.

Este diseño de instalación de piso falso se incluirá en la remodelación del site de comunicaciones, en donde se ampliará hasta el lugar que ocupa la bodega.



Fig. 4.39 Power's o Boas de circuitos eléctricos por piso falso

¹ Power : Se le denomina power al alimentador flexible ya sea monofásico, bifásico, ó trifásico, el cual pasa por debajo del piso falso por medio de canaleta o charola, este cubre a los conductores eléctricos de humedad, fricción mecánica, y ayuda a ubicar mejor los circuitos de la instalación completa.

4.7.3 Proyecto de instalación de nuevo equipo

A continuación se ilustra la remodelación, ampliación e instalación de los equipos existentes, así como la ubicación propuesta de los nuevos equipos por ingresar al nuevo site.

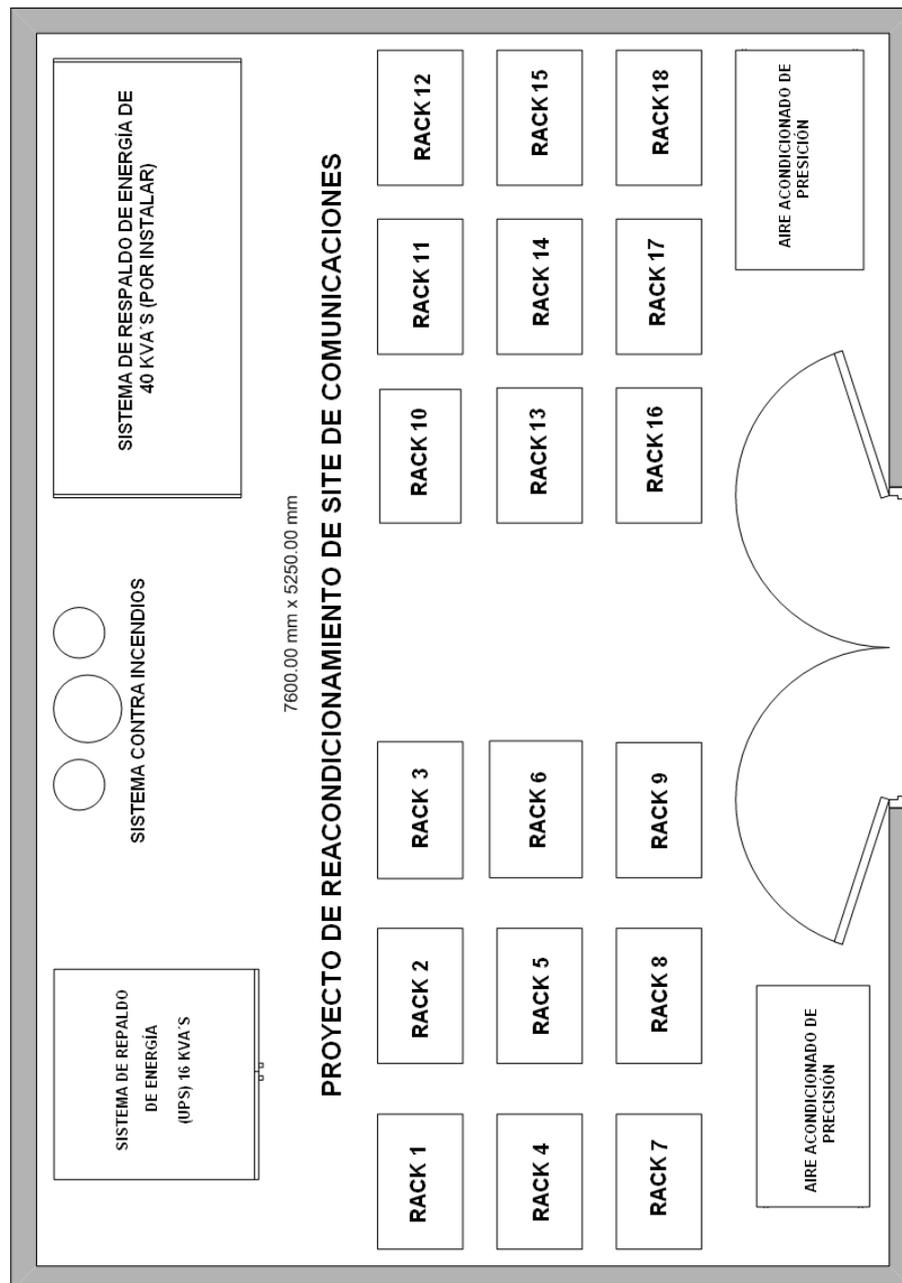


Fig. 4.40 Plano de ubicación de equipos de proyecto

De acuerdo a la norma que contempla la forma en que se deben realizar las instalaciones eléctricas en México NOM- 001-SEDE-1999², la cual aplica solamente para instalaciones fijas, se realizarán los cálculos necesarios para la instalación.

4.7.4 Cálculos

En el análisis de cualquier circuito para instalaciones eléctricas se involucran aspectos de voltaje resistencia y corriente, pero las últimas consideraciones son siempre de potencia y trabajo. En un circuito en serie que contiene resistencia, inductancia y capacitancia, la oposición al paso de la corriente está dada por la impedancia, en donde la parte que consume potencia es la resistencia y se conoce como la potencia real.

$$\text{Potencia Real (W)} = \text{Potencia Aparente (VA)} \times \text{Factor de potencia } 0.7$$

Nota: El factor de potencia para cargas lineales (Equipos de computo, de comunicaciones, etc....), es de 0.65 a 0.70, de los cuales el rendimiento del equipo será mejor con un factor de potencia de 0.7, porque:

$$\text{Watts de potencia} = \text{Potencia aparente (VA)} \times F.P = 40 \text{ KVA} \times 0.65 = 26 \text{ KW}$$

$$\text{Watts de potencia} = \text{Potencia aparente (VA)} \times F.P = 40 \text{ KVA} \times 0.70 = 28 \text{ KW}$$

Para el cálculo de la carga soportada, se hace uso de la siguiente fórmula para dimensionar la capacidad del equipo que se necesita adquirir.

$$VA = \frac{W}{F.P}$$

² Instalaciones eléctricas (utilización). Esta norma tiene carácter de obligatoriedad en todo el territorio nacional, y se elaboró con el objetivo de establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a protección contra choques eléctricos, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros.

Donde:

VA: Potencia aparente

W: Potencia real

F.P: Factor de potencia

Conociendo a VA, se sustituye en la formula siguiente, para conocer la corriente que consumirá la carga.

$$I = \frac{VA}{V}$$

Donde:

I: Corriente que consume la carga

VA: Potencia aparente de la carga

V: Voltaje de alimentación

La corriente total calculada, conforme al número de equipos que se instalarán en los RACK's, es de 236 Amperes, convirtiendo esta corriente a unidades de potencia aparente se tiene:

$$236 \text{ A} \times 127 \text{ V} = 30 \text{ KVA's}$$

Para conocer la corriente que circulará por fase se tiene:

I_F : CORRIENTE DE FASE
KVA: POTENCIA APARENTE
 V_{F-F} : VOLTAJE ENTRE FASES

$$I_F = \frac{KVA}{V_{F-F}}$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$I_F = \frac{40 \text{ KVA}}{220 \text{ V}_{F-F}} = 181 \text{ A}$$

Nota: La carga que se agregará es de 30 KVA's, por lo que el equipo UPS tendrá que ser de 40 KVA's para contar con tolerancia de carga.

4.7.5 Alimentadores

En los conductores eléctricos se tiene resistencia, y reactancia, es decir, la caída de voltaje total es la suma de las caídas por resistencias y reactancia, o sea la impedancia del conductor.

La reactancia de un conductor depende de varios factores como son: la sección, frecuencia de operación, longitud, material, materiales magnéticos en su cercanía, y la tensión de operación asociada al valor de la corriente de carga.

De lo anterior los alimentadores trifásicos que se van a emplear para alimentar al equipo son de tipo TW, con una trayectoria de 100 mts de distancia, a 220 V entre fases, con una frecuencia de 60 Hz y factor de potencia de 0.7, con caída de voltaje al 2%.

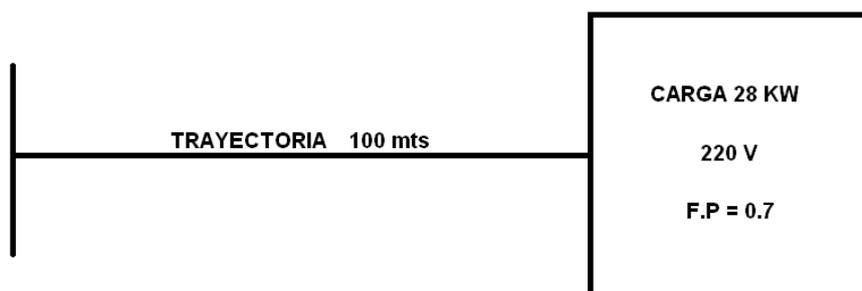


Fig. 4.41 Diagrama unifilar de trayectoria de alimentadores

De donde se tiene:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_F \times \cos \phi} = \frac{21\,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.70} = 78 \text{ A}$$

Y sustituyendo la corriente se sustituye en la formula y se obtiene:

$$s = \frac{2\sqrt{3} L I}{V_F (E\%)} = \frac{2\sqrt{3} 100 \times 78}{220 \times 2} = 61 \text{ MM}^2$$

Por lo tanto revisando en tablas, se obtiene que el calibre 2/0, es el adecuado para esta instalación.

4.7.6 Protecciones

Para saber las protecciones que necesita la instalación se ve la corriente de fase que circulará por los alimentadores la cual es de 181 A, por lo tanto la protecciones que se necesitarán son de 3 X 200 A, en la entrada del equipo, y de 150 A a la salida del equipo como protección del mismo.

El siguiente diagrama unifilar muestra los componentes que conforman la instalación completa del equipo, tomando en cuenta las protecciones, y el calibre del los alimentadores.

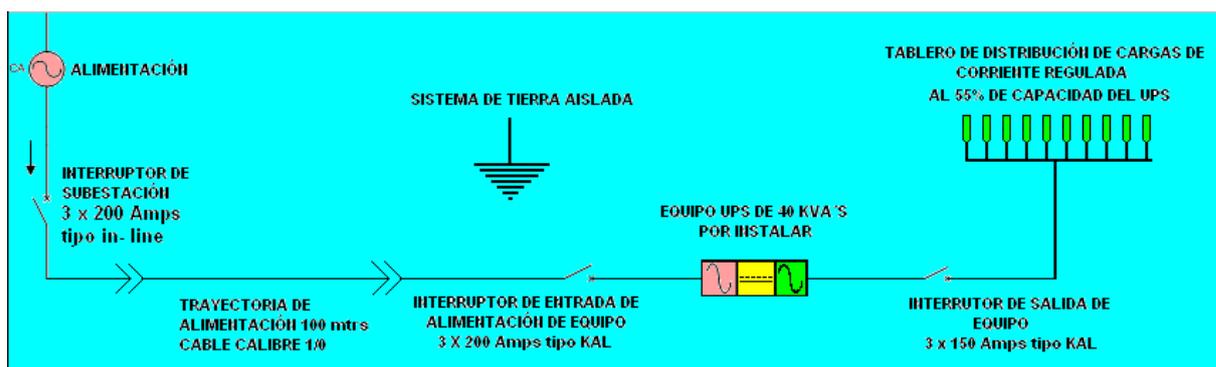


Fig. 4.42 Diagrama unifilar de instalación completa de equipo

4.7.7 Instalación de soportes

Los soportes de los alimentadores irán colocados por losa, los cuales van montados en charola de aluminio de 6" sujeta por esparrago.

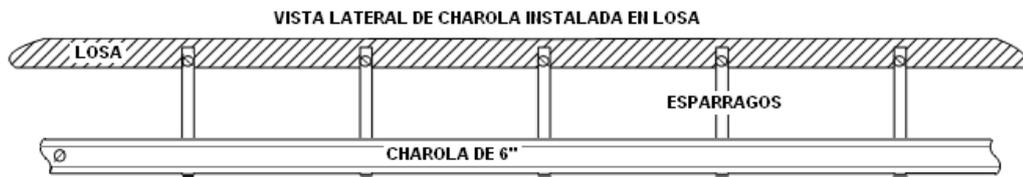


Fig. 4.43 Imagen de instalación de charola a losa

4.7.8 Adquisición de equipo

El equipo a instalar es un UPS de 40 KVA's de la marca Liebert, modelo Npower, con las siguientes características de operación.

UNIDADES	CAPACIDAD	ENTRADA DE VOLTAJE	SALIDA DE VOLTAJE	RANGO DE FRECUENCIA	DISTORSIÓN DE VOLTAJE	CAPACIDAD DE SOBRECARGA EN SALIDA
KVA	40					
KW	28					
VAC		208 ó 240				
Hz				50 – 60		
Hz			208 ó 240			
%					3 CARGA LINEAL 7CARGA NOLINEAL	
%						110 -125% por 10 min 126 -150% por 10 sec 151 – 200% por 2 ciclos

Fig. 4.44 Tabla de datos técnicos de equipo UPS de 40 KVA's

A continuación se muestra el nuevo equipo UPS que se va a adquirir por parte de la empresa.



Fig. 4.45 Imagen de nuevo equipo UPS

El UPS, en la práctica es un equipo confiable, que permite tener respaldo de energía eléctrica cuando se presenta una interrupción o corte eléctrico; principalmente en lugares (sites) donde se está procesando información valiosa para importantes empresas que manejan bases de datos, así como en procesos industriales donde no se pueden parar las líneas de producción y, en el ramo comercial donde las cajas de cobro y el enlace de comunicación con la central de adquisición de datos no puede interrumpirse.

Es importante mencionar que debe existir un sistema de tierra física para aterrizar al UPS, instalación, y carga conectada al equipo, para esta última es recomendable utilizar tierra física aislada, ya que evita ruido proveniente de cargas no lineales como: motores, sistemas de bombeo, contactores e interruptores principalmente.

Debido al costo de estos sistemas y de su instalación, no es económicamente recomendable para uso doméstico, además de que no cuentan con la seguridad y el lugar adecuado para su ubicación.

Cabe mencionar que las empresas que cuentan con este tipo de sistemas (UPS), no cuentan con personal calificado para manipularlos, por lo que requieren contratar empresas con personal especializado para manipular este tipo de equipos, y validar su funcionamiento ó reparar algún daño que tuviera y que este afectando la operación, además de dar un mantenimiento periódico al sistema para que tenga un buen funcionamiento y de buenos resultados operativos.

Es grande la gama de marcas y modelos, como de capacidades de UPS's, pero cuentan con el mismo principio, y se componen de las principales etapas de operación: rectificador, cargador de baterías, inversor, y en algunos casos transformadores de entrada o salida, dependiendo del diseño.

La tecnología va cambiando rápidamente, y los nuevos recursos con que se cuentan actualmente sean implementado en estos sistemas, tal es el caso de la Marca Liebert, que cuenta con equipos de pantalla táctil, y software para monitoreo vía remota.

Las diferencias significativas entre los diseños de los sistemas ofrecen ventajas teóricas y prácticas para distintos usos. A pesar de ello, la calidad básica de la implementación del diseño y de la fabricación son a menudo factores dominantes a la hora de determinar el rendimiento final en la aplicación y necesidades del cliente.

PRUEBAS A EFECTUAR

Una vez validados los parámetros de operación, y se hubo corregido el o los problemas que se hayan encontrado en el equipo, a continuación se realizan algunas pruebas de operación para validar el correcto funcionamiento del equipo.

Que la información desplegada sea la correcta

De los valores tomados mediante la pantalla del equipo se tiene que corroborar que dichos parámetros sean correctos, debido a que por tiempo de operación ó factores diversos, los componentes sufren desgaste que posteriormente se refleja en datos falsos de operación por sensores de corriente, voltaje, temperatura, o partes mecánicas, principalmente.

El equipo que se utiliza para dichas mediciones es el multímetro, el cual obtiene los valores de voltaje de alimentación de AC, voltaje de baterías de DC, voltaje de salida, corriente de entrada y salida.

Para medir el voltaje de entrada se deben ubicar, los tableros de alimentación y distribución del equipo.

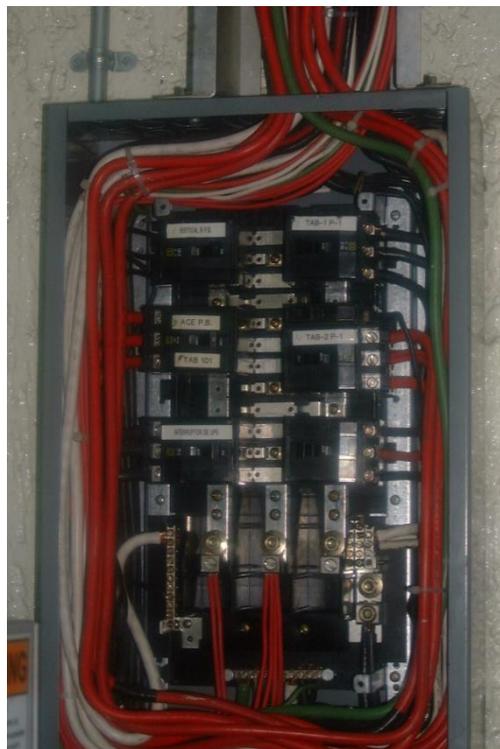


Imagen de tablero de distribución de UPS

Para medir corriente alterna en este tipo de tableros es recomendable utilizar un multímetro digital de gancho, ya que las mediciones se hacen energizados los tableros, debido a que no se puede interrumpir la operación, por lo tanto este tipo de instrumento es más seguro tomar mediciones.



Multímetro de gancho en opción de corriente alterna

Prueba al banco de baterías de UPS

Una vez medido el voltaje de los bancos de baterías con que cuente el equipo, y verificando que están en el voltaje adecuado, se realiza una prueba de simulación de corte de energía, la cual consiste en que el equipo soporte la carga por 30 segundos, en el momento del corte se alarmará el UPS, desplegando en pantalla el mensaje de *carga en baterías*.

En el diagrama mímico de LED's se verá de la siguiente forma antes de la simulación de corte: los LED's de color verde indican las etapas del equipo que están operando y los LED's de color azul las partes que no están en operación.

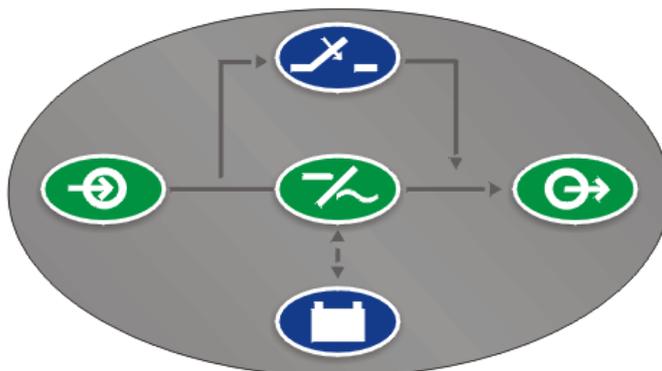


Diagrama mímico, UPS en operación normal

En la figura anterior se observa que se hay voltaje de entrada, inversor encendido y salida de energía a la carga.

En el momento que se da el corte de energía el equipo detecta la falla y toma la alimentación de baterías, mostrando en el diagrama mímico el cambio de fuente de alimentación.

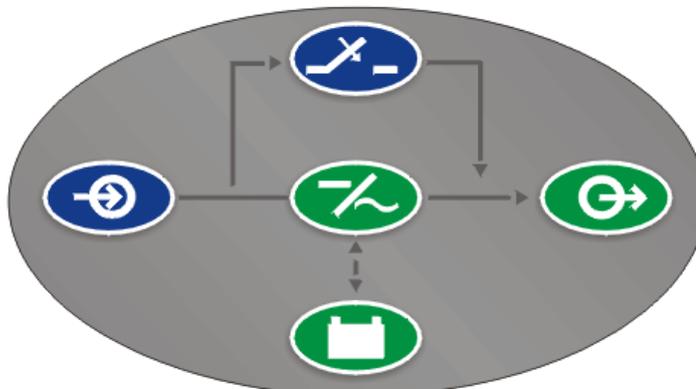


Diagrama mímico, UPS en baterías

En la figura anterior se observa apagada la entrada de alimentación y encendido el LED de baterías, quedando también encendido el inversor y la salida del equipo.

Pasado el tiempo fijado, restablecer la alimentación del equipo la cual tardará 10 segundos, para que sea detectada la entrada y transfiera la carga a línea.

Prueba de corte de energía con planta de emergencia

Una vez revisado el correcto funcionamiento del UPS en baterías, se realiza una prueba de simulación de corte de energía con planta de emergencia, para verificar la correcta sincronía con el equipo.

En ocasiones la plantas de emergencia no proporcionan el voltaje correcto, o la frecuencia correcta, además de entregar una energía con armónicos para que el UPS tome esa fuente de alimentación como opción a la de baterías.

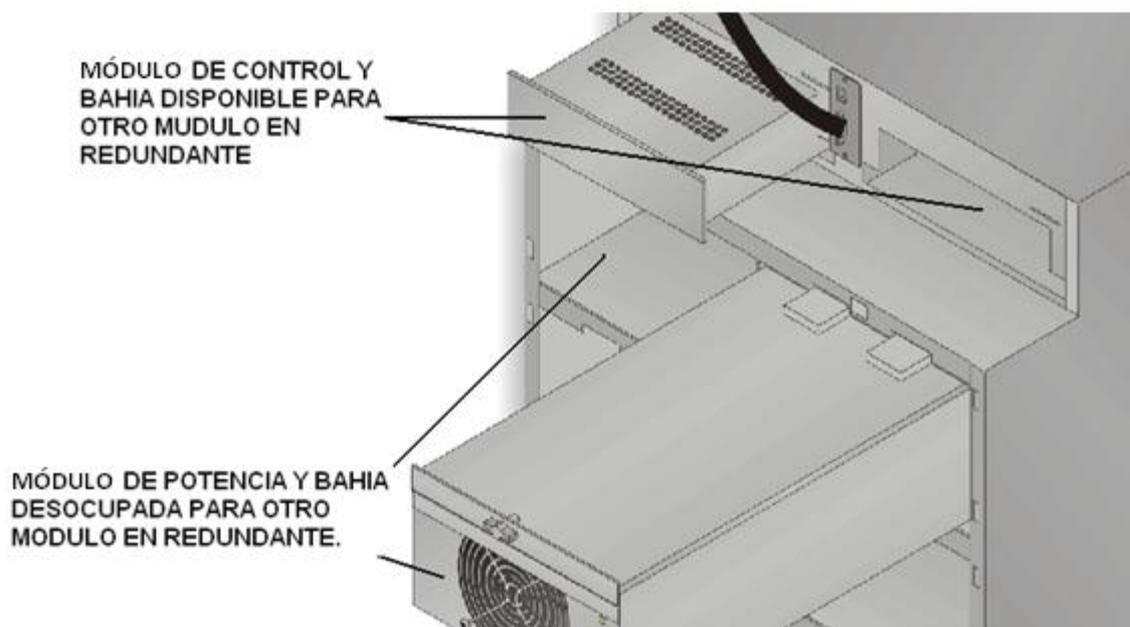
Para realizar esta prueba se baja el interruptor general para que arranque la planta de emergencia, misma que posteriormente tomará la carga, así mismo si se cuenta con fasorímetro se verifica la secuencia de fase en el generador. Esta prueba debe durar 30 minutos, para descartar cualquier fallo en cuanto a calentamiento de la planta, ya que después de haber trabajado durante este tiempo las plantas de emergencia por falta de mantenimiento o por tiempo de operación, comienzan a bajar de rendimiento.



Interruptores generales con tapa y sin tapa

Chequeo visual de cada Modulo

Se debe dar una revisión a cada módulo que compone el equipo: módulos de control, módulos de baterías, y módulos de potencia, estos se deben retirar uno a uno del equipo para revisar en qué condiciones se encuentran tarjetas, conectores, componentes, y sus gabinetes, que no estén doblados, inflados, o rotos, ya que esto puede ser indicio de algún mal funcionamiento o posible falla.



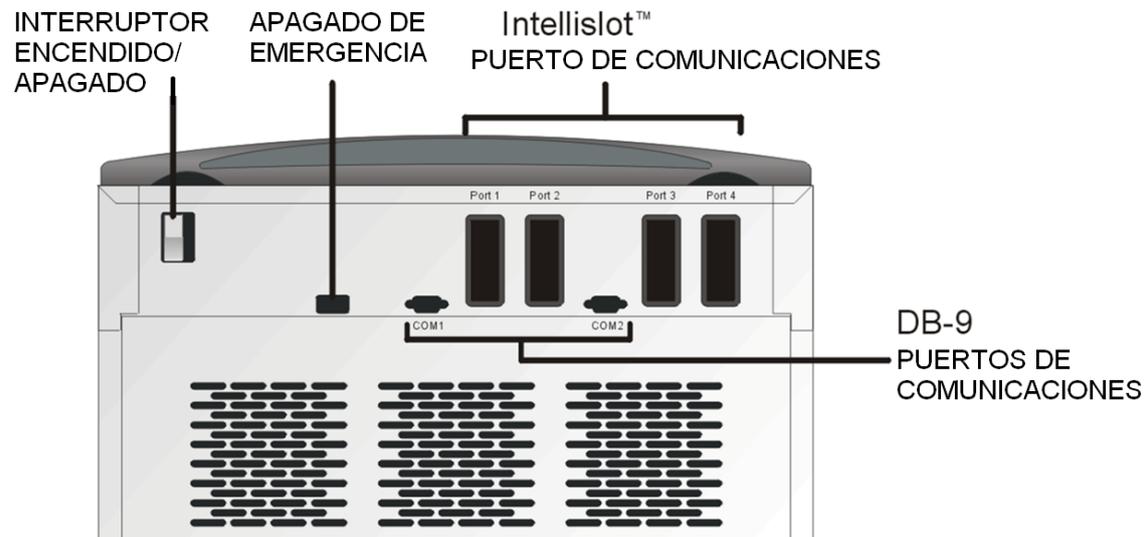
Módulos de equipo y espacio o bahía disponibles

REVISIÓN DE CONEXIONES MECÁNICAS E INSERCIÓN CORRECTA DE MÓDULOS

Se debe verificar que no haya falsos contactos en módulos, conectores y tarjetas, ya que por no estar bien insertados, pueden provocar arqueamiento, o expuestos a desconectarse, dando lugar a corto circuito.

Verificar conectores del cableado de red

Este sistema tiene la opción de ser monitoreado vía remota para verificar en todo momento el estado de funcionamiento, además si en algún momento el equipo trabaja en un estado anormal, por medio de software mandará un mensaje de alarma, al usuario que en ese momento este monitoreando al o los equipos, teniendo la posibilidad de poder entrar al menú para revisar el problema.



Vista posterior superior de equipo

En la imagen anterior se observan los puertos de comunicaciones para monitoreo del equipo, ya sea por puerto USB, y puertos DB-9, también se ubica el interruptor de apagado y encendido del equipo, este interruptor desenergiza al equipo en cuanto a al control, y potencia, como de control.

La salida de Bypass queda activa, por lo que se tiene que tener cuidado ya que en el transformador de aislamiento se tiene energía presente.

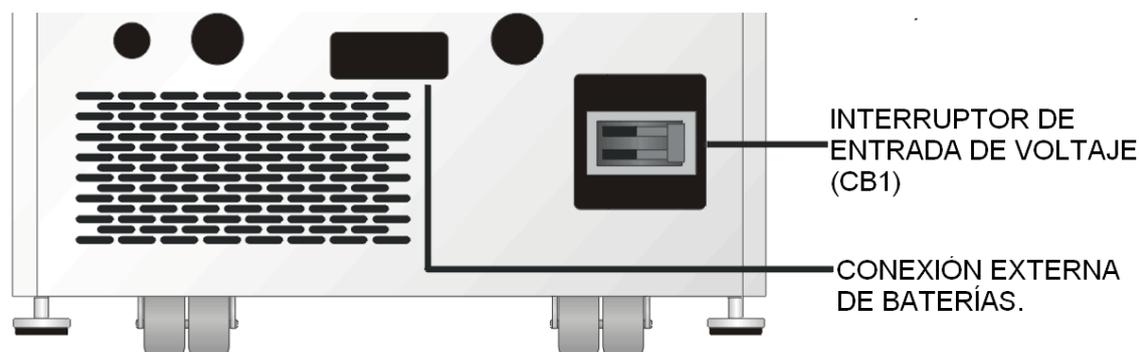
Interruptores y estado de los mismos

Los interruptores, sufren desgaste de operación, debido a que en todo momento está circulando corriente eléctrica por ellos, y aunado a que en ocasiones por exceso de carga constante, los materiales de que está compuesto comienzan a perder propiedades tanto dieléctricas como conductivas, dando como resultado que se dañe y se tenga que reemplazar, pero esto no es posible cuando no se puede interrumpir la energía por motivos de operación, por tal motivo se debe revisar que los interruptores tengan buena respuesta y que estén en buenas condiciones.

Se deben revisar las partes mecánicas que tengan buena respuesta al momento de mover la palanca, esto es que no haya presencia de arqueamiento, tanto al momento de apagado como de encendido.

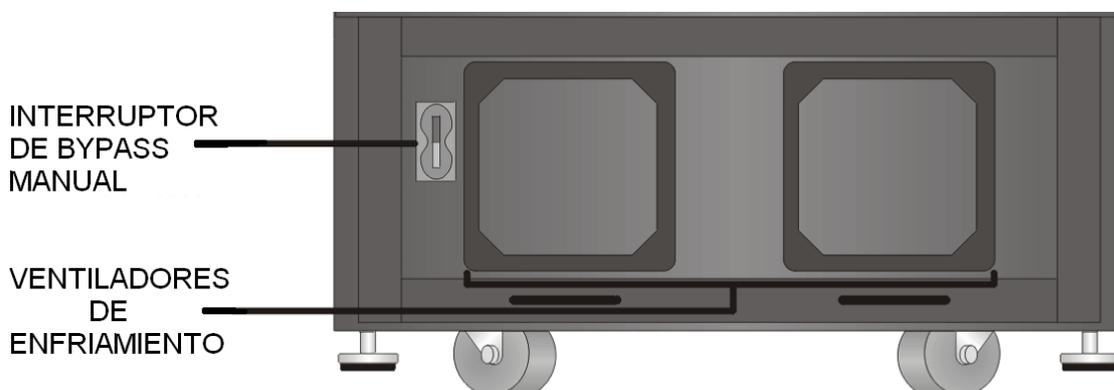
Se debe revisar que no haya presencia de calentamiento, ya que estos interruptores están debidamente calculados para la capacidad del equipo con una tolerancia de trabajo, por lo cual no debe de existir presencia de calor.

Y por último revisar que no haya presencia de fuga de corriente por medio del material dieléctrico, esto se checa con multímetro descartando continuidad tanto en carcasa como en conexiones de alimentación.



Vista posterior inferior de equipo

La figura anterior se muestra la ubicación del interruptor de entrada de alimentación de equipo, conector para bancos de baterías externas para ampliar el tiempo de respaldo.

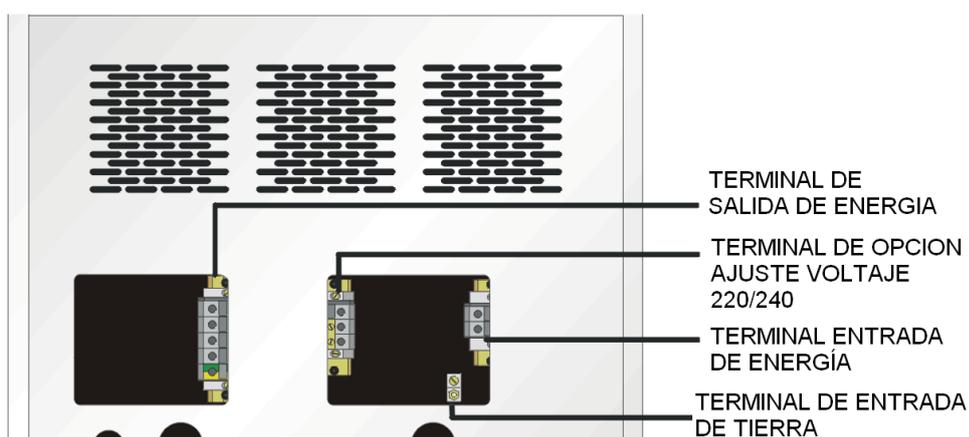


Vista frontal inferior de equipo

En la imagen anterior se observa el interruptor manual de Bypass, realiza un puente interno en el equipo ante algún daño en el mismo y no haya posibilidad quedar en línea, también se ve la ubicación de los ventiladores de enfriamiento.

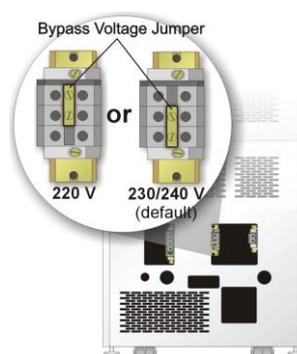
Chequeo visual de cableados de fuerza

El equipo cuenta con ruedas de desplazamiento para poder manipularlo, esto ocasiona que los cables de alimentación de entrada y salida se rasguen, aplasten, o aflojen de sus conexiones.



Vista posterior media de equipo

En la figura anterior se observa la parte central posterior del equipo, donde se muestran las terminales de conexión de entrada y salida del equipo, el ajustador de voltaje con opción 220/240, y terminal de tierra física.



Zoom de terminal de ajuste voltaje

En la figura anterior se muestra la terminal de ajuste de voltaje que dependiendo de la alimentación de entrada que se tenga se selecciona la terminal de opción adecuada.

RUTINA DE LIMPIEZA

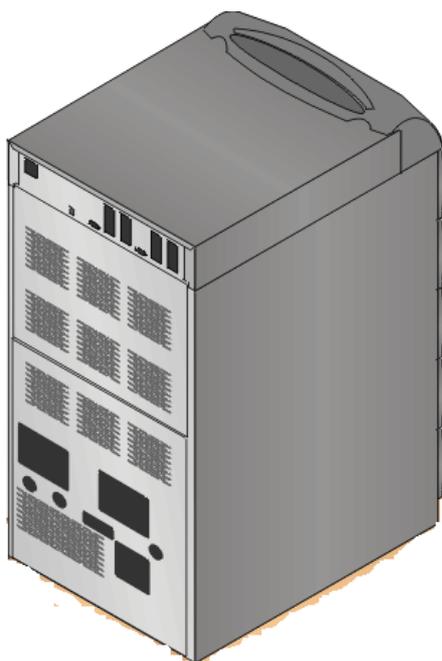
Es importante mantener al equipo libre de polvo, suciedad, ó líquidos que se encuentren encima o alrededor del equipo los cuales puedan derramarse en él, y sobre todo de cualquier objeto que obstruya el libre paso de aire,

Aspirado interior y exterior total de UPS

El aspirado ayuda a quitar el polvo y partículas que se van acumulando en el equipo por el medio ambiente y ubicación de equipo (sótanos).

Para aspirar se retiran las tapas del equipo para remover la mayor cantidad de polvo de módulos de potencia, ya que como estos tienen ventiladores de enfriamiento absorben aire y polvo del ambiente, por lo que ahí normalmente se encuentra concentrado el polvo.

Seguido de esto se retira modulo por modulo para ir aspirando los residuos de polvo que hayan quedado y que no se pudieron quitar superficialmente.



Vista posterior de equipo

En la figura anterior se muestran las rejillas de ventilación con que cuenta el equipo, las cuales se deben aspirar bien ya que el polvo entra con facilidad.

Mantenimiento de baterías

Si el mantenimiento de baterías ha sido el correcto pueden durar cinco años o más, para lo cual se debe tener en consideración lo siguiente:

- El exponer a constantes descargas a la batería sin dejar que se reponga o recargue la perjudican acortando su vida útil.
- Cuando se cambie una batería hay que cambiarla por otra de igual capacidad.
- Para conectar una batería primero se debe conectar el borne positivo y seguido el negativo y para desconectar primero se retira el borne negativo y después el positivo.
- Si se requiere almacenar una batería durante algún tiempo debe almacenarse completamente cargada.

Averías en Baterías

- Origen exterior: Proviene del sistema eléctrico y se deben al trabajo inadecuado y excesivo de la batería. Esto produce sobrecargas, con lo cual será necesario corregir el problema. La solución, es la reparación del circuito de carga y su mal funcionamiento que provoca la sobrecarga. También es avería exterior la carga deficiente, la solución a este problema es, revisar las conexiones.
- Mecánicas: Son daños de la caja debido a golpes o exceso de vibraciones, que permiten la salida y desprendimientos de materia activa de las placas.

Cuidado del banco de baterías

Al comenzar con la instalación del banco, además del cuidado a la hora de conformarlo, se debe considerar el lugar donde se ubicará, preferentemente cubierto de las inclemencias del tiempo, que no sometan las baterías a temperaturas extremas, esto se puede solucionar instalando un sistema de aire acondicionado a una temperatura adecuada en el cuarto, recordar que el frío le quita rendimiento y el calor le quita vida útil, y si la batería intercambia gases con el exterior, es necesario proveer al lugar de instalación la correcta ventilación y el correcto tratamiento de los gases emanados, lo cual lo convierte en nocivo y peligroso para personas y bienes.

Debe restringirse el acceso al lugar, ya que personal no calificado corre riesgo de daños físicos, las baterías producen corrientes extremadamente altas si son cortocircuitadas, por lo que se debe tener sumo cuidadoso cuando se trabaje con ellas; las baterías deben estar situadas en un lugar accesible, sin que nada obstruya el acceso a sus terminales.

Deben estar situadas lo más cerca posible al UPS, no se deben situar la baterías en el mismo lugar que el inversor en el caso de baterías no selladas (en baterías selladas no se tiene este problema).



Ubicación de banco de baterías

Revisión del banco

Verificar las conexiones de las baterías por si existiera algún indicio de corrosión, si es así, se deben desconectar los cables y limpiar la zona afectada.

Medir el voltaje de cada batería, verificando el voltaje, el cual no debe diferir en más del 2%. Provocar una pequeña descarga del banco, de un 30% y observar la reacción del cargador de baterías del UPS.

Si el equipo se deja de ocupar por un lapso largo, se deben antes, cargar bien las baterías, ya que las baterías en vacío y el UPS sin conexión también se degradan, es decir una batería que ya ha sido puesta en operación si no se recarga se arruinará.

Por lo tanto se debe tener en cuenta que si el equipo se encuentra en operación, se tendrá que proporcionar constantemente, un voltaje que recargue al banco de baterías.

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 se evita que la batería se descargue y por el contrario, esté 100% cargada. El voltaje de flotación para las baterías de gel es de 1.6 volts.

En baterías que tienen líquido como las de auto, una vez descargadas es necesario darles un voltaje de recarga el cual es ligeramente mayor al de flotación siendo del valor de 2.33 volts.

Pero en baterías tipo gel no se recomienda dar un voltaje de igualación una vez que se descarga la batería, con el voltaje de flotación es suficiente para recargarlas.

Fin de descarga

Cuando se pide corriente a la batería, se dice que se está descargando, donde el mínimo voltaje en la batería cuando se descarga es de 1.75 ó 10.5 volts para baterías de 12 volts.

Si se descarga la batería a un valor menor a 10.5 volts, hay peligro de que la batería ya no retenga carga y se dañe, teniendo que reemplazarla.

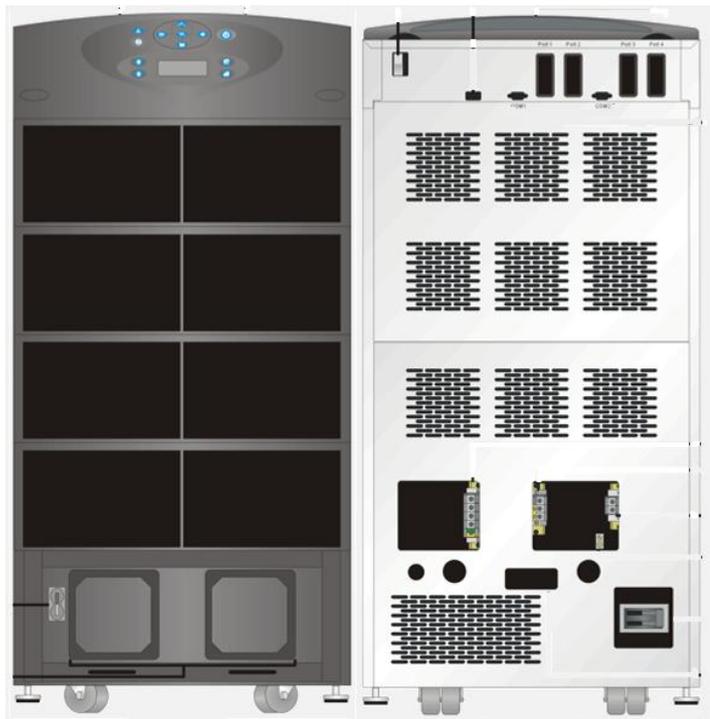
Por lo tanto la lógica de control del UPS debe cuidar de desconectar la batería cuando llegue a 10.5 volts, ya que de lo contrario esta sufrirá daño irreversible.

Con el nuevo tipo de fuente de poder llamada fuente de switching con factor de potencia corregido, se tiene una solución a este problema de mantener el voltaje de baterías en el rango mencionado, ya que para éste tipo de fuente de poder, el factor de potencia es igual a 1. Este tipo de fuente es utilizado en grandes servidores, usualmente con consumos por sobre los 500 watts.

Sopleteado total de UPS

Después de haber retirado la mayor cantidad de polvo, se utiliza una sopladora la cual con presión de aire expulsará todo el polvo pesado que no se haya removido con el aspirado.

En el sopleteado se tiene que aplicar también a cada módulo, terminado esto se volverá a aspirar todo ya que el polvo al momento de asentarse tiende a impregnarse en las partes que componen el equipo.



Vista frontal y posterior de equipo sin módulos

Verificar visualmente el correcto funcionamiento de ventiladores

Dar una revisión al correcto funcionamiento de ventiladores, asegurando que haya una buena succión de aire para el enfriamiento del equipo; Esto se verifica quitando los filtros de los ventiladores, los cuales deben tener fuerza de succión de aire, lo contrario indica de posible, falla.

Otra forma de verificar el correcto funcionamiento del ventilador es descartando que haya presencia de ruido en el giro de este, ya que esto es indicio de desgaste de valeros, por acumulación de polvo.



Imágenes de ventiladores

Lubricación de ventiladores

De lo anterior si se hubiese detectado algún mal funcionamiento en los ventiladores, se deben retirar del equipo y desarmarlos para dar limpieza a las partes que lo componen y posteriormente lubricarlas.

Cabe mencionar, que estos ventiladores cuentan con sensor de giro, por lo que al retirar algún ventilador del equipo, este detectará la falta de dicha parte y se alarma mandando mensaje de falla de ventilador de transformador, esto no afecta la operación del equipo, y tampoco se apagará.



Revisión de conexic

Vista interior de ventilador

Revisar las conexiones entre baterías, para descartar posibles daños en cables en cuanto aislamiento, fijación de zapatas y terminales de baterías, además de dar una

revisión visual del estado de la tarjeta lógica, la cual es la interfaz o medio de comunicación con él equipo.



Terminales de baterías y conexiones

Inspeccionar visualmente en cada batería

- Limpieza
- Daños en la Terminal
- Evidencias de Calentamiento en Terminal
- Daños en el contenedor
- Evidencias de Sobrecalentamientos
- Registrar el Voltaje de cada batería y Registrar las que estén bajas.
- Registrar el Voltaje Total del banco.
- Medir la corriente de carga.
- Limpieza de las Celdas.
- Realizar prueba de descarga de 10 seg. a cada Batería.
- Medir y Registrar la temperatura de una batería Piloto.

Revisión de protecciones eléctricas

Dar una revisión a protecciones eléctricas de entrada y salida del equipo, y validar el

estado de fusibles de reacción inmediata, los cuales en alguna descarga excesiva se abren para evitar daños severos al equipo, así como contactores electromagnéticos, los cuales se activan cuando el voltaje no es el adecuado para que trabaje el equipo.



Fusibles de acción inmediata

Validar el sitio donde se encuentra instalado el equipo

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta al momento del mantenimiento, es verificar las condiciones en las que se encuentra instalado el equipo, esto ayuda a prevenir daños al equipo ajenos a las condiciones de operación.

Cuarto de instalación de equipo

Esto es importante ya que en algún incidente en cuanto al UPS, se necesita iluminación en el cuarto para evitar el trabajar con una lámpara u otro tipo de iluminación de emergencia, debido a que se pierde visibilidad y rango de acción.

Esto puede ocasionar que se toque alguna parte energizada del equipo y provocar descarga eléctrica.



Cuarto de UPS en condiciones no aptas

En la imagen anterior se ve el cuarto del UPS, se encuentra en malas condiciones, ya que está sucio, hay objetos estorbando el libre acceso, y ventilación correcta.

Medir y Registrar la Temperatura ambiente del Cuarto

Verificar la temperatura existente en el cuarto, la cual no debe estar arriba de 25 centígrados, ni debajo de 22 centígrados, para una óptimo funcionamiento, si la temperatura no estuviese este rango, detectar la causa, la que normalmente es por causa de daño en el aire acondicionado, en este caso se reportará al usuario este problema para que se resuelva lo antes posible.

Revisión de filtración de agua en losa y/o techumbre

En caso de existir alguna gotera, o alguna filtración de agua, se deberá corregir para proteger al equipo y sus componentes, ya que esto ocasiona daño o deterioro del equipo.

Revisión de filtraciones de agua en muros ó goteo por parte de aire acondicionado

En algunas ocasiones los aires acondicionados se colocan arriba de los equipos, lo cual no es correcto, ya que por falta de mantenimiento, ó falla, estos suelen gotear, ocasionando que esta agua filtre al interior del equipo.

También se debe revisar que no haya filtraciones por muros, ya que provoca que haya humedad en el cuarto, y al estar el equipo expuesto en estas condiciones, las

conexiones se oxidan, las baterías se sulfatan en sus terminales, los aislamientos pierden sus propiedades, dando como resultado que el equipo sufra un daño irreparable.

Verificar el buen estado físico de acabados en interior e exterior (aplanados, pintura, etc.)

El mantener en buen estado el área en donde se encuentre instalado el equipo, ayuda a identificar rápidamente algún problema que se tenga en cuanto a la estructura tanto interior como exteriormente: muros, techos, pisos, que estén bien aplanados y pintados.



Cuarto adecuado para UPS

En la figura anterior se observa un cuarto de UPS, en donde se tiene limpieza, no hay objetos ajenos al área, hay buena iluminación, y hay libre acceso al equipo, además se ve restricción de acceso a esta área, por medio de malla.

Seguridad

Por último se debe revisar el lugar, y de los elementos de seguridad con que cuenta el equipo. El cual debe contar con detector contra incendios en caso de presentarse un corto circuito en el área u otro problema, ya que dicho lugar se encuentra cerrado

por seguridad, en este caso el sistema contra incendios lo detectará, y activará la alarma audible.

Adicionalmente debe haber un extintor cerca o dentro del cuarto, el cual deberá estar cargado y con vigencia de mantenimiento o recarga.

Se debe revisar visualmente los señalamientos de seguridad, código colores de protección civil, y pintado de líneas de restricción al personal no autorizado, es importante que si no se cumple con estos puntos de seguridad se debe informar al personal encargado, para que se de atención inmediata.



Sistemas de extintores para SITE

Alarmas comunes

A continuación se mencionan las alarmas principales que presenta el equipo, y sus posibles soluciones.

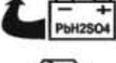
MENSAJE DE ALARMA	CAUSA	ACCIÓN
MODULO DE POTENCIA NO LISTO.	EL MODULO NO ESTA INSTALADO CORRECTAMENTE.	VERIFICAR QUE LA PALANCA ESTE EN CERRADO.
MODULO DE CONTROL NO	EL MODULO NO ESTA	VERIFICAR QUE LA PALANCA

LISTO.	INSTALADO CORRECTAMENTE.	ESTE EN CERRADO.
MODULO DE BATERÍA NO LISTO.	EL MODULO ESTA SOBRECARGADO.	AGREGAR MODULOS DE BATERÍAS Ó QUITAR CARGA.
MODULO DE BATERÍA CON FALLO.	EL MODULO DE BATERÍAS NO HA ESTADO TRABAJANDO CORRECTAMENTE.	VERIFICAR EL ESTADOS DE LOS LED'S PARA ACCIÓN DE CORREGIR.
MODULO DE POTENCIA NO LISTO.	UN MODULO DE POTENCIA NO HA TRABAJADO CORRECTAMENTE.	VERIFICAR EL ESTADOS DE LOS LED'S PARA ACCIÓN DE CORREGIR.
FALLO GENERAL EN UPS.	EL UPS ESTA OPERANDO EN BYPASS.	REVISAR EL PANTALLA LA CAUSA, Y PROCEDER A REPARAR.
PRUEBA DE BATERÍAS FALLO.	LA UNIDAD HA DETECTADO UN MODULO DE BATERIAS CON PROBLEMAS.	SACAR MODULO Y CHECAR TODO EL BANCO DE BATERÍAS.
ALARMA DE CARGA MAXIMA.	LA CARGA MÁXIMA ESTÁ SIENDO EXCEDIDA.	INSERTAR MODULOS DE POTENCIA PARA AUMENTAR CAPACIDAD O QUITAR CARGA.
MODULO DE SISTEMA DE CONTROL FALLO.	MODULO DE CONTROL NO ESTA TRABAJANDO ADECUADAMENTE.	REEMPLACE MODULO CON FALLA.
VERSION DE SOFTWARE CON ERROR.	SOFTWARE ES INCOMPATIBLE.	BAJAR LA VERSION ACTUAL DE LA PAGINA WWW.LIEBERT.COM .
UPS EN BATERÍAS.	LA CARGA ESTA SIENDO ABASTECIDA DESDE BATERIAS.	ESPERAR A QUE REGRESE ALIMENTACION DE CFE.
BATERÍA BAJA.	LA CARGA DE BATERÍAS ESTA BAJA.	PERMITIR TIEMPO DE RECARGA DE BATERÍAS.
UPS EN BYPASS (AUTO).	UPS CAMBIADO A BYPASS AUTOMATICO.	EN LA PANTALLA INDICARÁ LA RAZON DEL BYPASS AUTOMATICO.

UPS EN BYPASS MANUAL.	EL USUARIO CAMBIO EL UPS A BYPASS MANUAL.	CUANDO ESTE LISTO EL INTERRUPTOR SE REGRESARÁ A UPS.
FALLA EN VENTILADOR TRANSFORMADOR.	EL VENTILADOR DEL TRANSFORMADOR NO ESTA TRABAJANDO ADECUADAMENTE.	SE DEBERÁ REEMPLAZAR LA PARTE SI DANDO LE MANTENIMIENTO SIGUE LA ALARMA.
UPS EN APAGADO INMINENTE.	EL UPS ESTÁ CERCA DE APAGARSE.	CHECAR MODULOS CON FALLA, SOBRACARGAS EN SALIDA.
VOLTAGE ERRONEO	LA CONFIGURACIÓN DE ENTRADA DE VOLTAJE Y BYPASS NO SON ADECUADAS.	CHECAR EL VOLTAJE DE ENTRADA Y MOVER EL SELECTOR DE CONFIGURACION AL VOLTAJE ADECUADO.

Símbolos eléctricos

Por último se mencionan los símbolos eléctricos del equipo para tomarlos en cuenta.

	RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA.
	INDICADOR DE PRECAUCIÓN, SEGUIR INSTRUCCIONES IMPORTANTES
	ENTRADA DE AC
	SALIDA DE AC
	SE REQUIERE CONSULTAR EL MANUAL POR EL USUARIO
	INDICA QUE LA UNIDAD CONTIENE UNA VALVULA DE REGULACION PARA EL ACIDO DE LA BATERÍA
	MATERIAL RECICLABLE
	VOLTAGE DE DC
	EQUIPO CON SISTEMA DE TIERRA
	TOMA DE TIERRA
	VOLTAJE DE AC
	APAGADO
	ENCENDIDO
	EN ESPERA
	NO HAY CONECIÓN DE COMUNICACIONES
	EN POSICIÓN DE CERRADO
	EN POSICIÓN DE ABIERTO
	CONTACTO DE SEÑAL NORMALMENTE ABIERTO

Power Rating		AC Input		Battery		AC Output		Mechanical Data			
Power Rating (kW) kVA	Maximum Unbalance Rating (%)	Voltage VAC & Wave - Ground %	Full Load Current (A) rms	Provision for External Overcurrent Protection (MOP)	Internal Battery Time (Full Load) (Minutes)	Voltage VAC & Wave -Ground	Full Load Current (kVA)	UPS Output Circuit Breaker (kVA)	Dimensions in Inches WxDxH	Weight (including Battery) (lbs)	Mounting Options at Full Load (BTM / BTU)
4.5 / 5.4	5.0	200/100	22 A	30 A	12/20	200/100	22 A	30 A	20x20	270	2170
		208/120	21 A			208/120	20 A				
		220/110 220/127 220 L-N	20 A			220/110 220/127 220 L-N	21 A				
		230/115	19 A			230/115	20 A				
		240/120 240 L-N	18 A			240/120 240 L-N	18 A				
5.0 / 6.0	N/A	200/100	24 A	30 A	11/25	200/100	24 A	30 A	24x25	270	2411
		208/120	24 A			208/120	23 A				
		220/110 220/127 220 L-N	22 A			220/110 220/127 220 L-N	23 A				
		230/115	21 A			230/115	24 A				
		240/120 240 L-N	20 A			240/120 240 L-N	23 A				
6.0 / 6.7	10.0	200/100	38 A	50 A	17/36	200/100	40 A	100 A	16x27x28	590	3040
		208/120 208/120 3 Ph. 3	38 A			208/120	38 A				
		220/110 220/127 220 L-N	38 A			220/110 220/127 220 L-N	40 A				
		230/115	31 A			230/115	35 A				
		240/120 240 L-N	30 A			240/120 240 L-N	33 A				
10.0 / 11.5	13.0	200/100	45 A	70 A	11/28	200/100	50 A	100 A	24x28	580	4520
		208/120 208/120 3 Ph. 3	45 A			208/120	48 A				
		220/110 220/127 220 L-N	41 A			220/110 220/127 220 L-N	45 A				
		230/115	38 A			230/115	44 A				
		240/120 240 L-N	38 A			240/120 240 L-N	42 A				
12.0 / 14	N/A	200/100	50 A	80 A	10/24	200/100	60 A	100 A	24x28	590	3090
		208/120 208/120 3 Ph. 3	49 A			208/120	58 A				
		220/110 220/127 220 L-N	46 A			220/110 220/127 220 L-N	55 A				
		230/115	44 A			230/115	53 A				
		240/120 240 L-N	42 A			240/120 240 L-N	50 A				
18.0 / 12.8	N/A	200/100	75 A	120 A	10/27	200/100	80 A	125 A	27x27x29	780	7590
		208/120 208/120 3 Ph. 3	72 A			208/120	82 A				
		220/110 220/127 220 L-N	69 A			220/110 220/127 220 L-N	82 A				
		230/115	68 A			230/115	78 A				
		240/120 240 L-N	63 A			240/120 240 L-N	73 A				

The Liebert UPStation S™ UPS should operate for years with minimum maintenance. Keep UPS clean and cool to enhance system reliability. Occasionally vacuum dust from around ventilation grilles and wipe UPS with a dry cloth. Do not use liquid or aerosol cleaning fluids. Periodically check UPS operation by switching off utility power and observing the On Battery message. Do this with only non-critical loads connected to the unit.

Liebert UPStation S™ Specifications	
SYSTEM	
Safety Agencies	CSA 22.2, UL 1778 listed
Audible Noise	55 dBA at one meter
Transient/ Surge Protection	Per IEEE 567/ANSI C62.41 Class A&B
Efficiency	Minimum 87% at full load
PHYSICAL CHARACTERISTICS (See Site Planning Data for dimensions and weight)	
Operating Environment	0 degrees C to 40 degrees C
Relative Humidity	0 to 95% relative humidity (non-condensing)
Altitude	5000 feet without derating
AC INPUT	
Voltage Range	176 to 264 VAC
Voltage Configuration and Connection	Single phase, 3-wire plus ground (L1-L2-N-G) Single phase, 2-wire plus ground (L1-N-G) Three phase, 4-wire plus ground (L1-L2-L3-N-G) (3-15 kVA only) Three phase, 3-wire plus ground (L1-L2-L3-G) (5-15 kVA only)
Frequency Range	45 Hz to 65 Hz
Current THD	5% THD maximum at full load
Power Factor	.98 typical
AC OUTPUT	
Voltage Regulation	Typically less than +/- 2%
Voltage Distortion	Max. 3% THD for linear loads, max. 5% THD for full non-linear loads
Transient Response	Less than +/- 5% for 100% step load; recovery to within 1% in 50 ms.
Frequency	50 Hz or 60 Hz
Frequency Slew Rate	1 Hz/sec (user-selectable 0.3 to 3 Hz/sec)
Frequency Sync Rate	+/- 1 Hz (user selectable +/- 0.1 Hz to 5 Hz)
Load Crest Factor	3:1
Overload	125% for 10 minutes, +50% 10 seconds
BATTERY	
Type	Sealed, low maintenance, lead acid
Recharge Rate	10 times discharge duration to 95%
Battery Runtime	Minimum 10 minutes at full load
Battery Voltage	Nominal: 192 VDC Float: 220 to 230 VDC

Battery Run Times

12 Bay Frame Internal (minutes)

Load VA	Load Watts	Quantity of Battery Modules											Quantity of External Battery Cabinets with Charger					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6
16,000	11,200	-	-	-	7	10	12	16	19	-	-	-	24	62	108	157	203	260
15,500	10,850				7	10	13	17	20				25	64	112	161	217	272
15,000	10,500				6	11	14	18	20				27	67	116	171	228	284
14,500	10,150				8	11	14	19	21				28	70	121	178	239	296
14,000	9,800	-	-	-	6	12	15	19	22	-	-	-	29	73	126	186	248	309
13,500	9,450				9	13	16	20	23				31	77	131	194	258	323
13,000	9,100				9	13	17	21	25				32	81	142	205	270	338
12,500	8,750	-	-	-	10	14	17	23	26	-	-	-	34	85	148	215	283	355
12,000	8,400	-	-	7	11	15	18	24	27	29	-	-	36	90	157	228	298	373
11,500	8,050			7	12	16	19	25	28	31			38	94	166	239	314	387
11,000	7,700			8	12	17	21	26	30	33			40	101	176	252	332	413
10,500	7,350	-	-	9	13	18	22	28	32	35	-	-	43	106	188	267	352	435
10,000	7,000	-	-	9	14	19	24	29	34	37	-	-	45	110	198	283	368	459
9,500	6,650			10	15	20	25	31	36	39			49	116	211	302	388	486
9,000	6,300			11	16	21	26	33	38	41			53	122	226	323	422	517
8,500	5,950	-	-	12	16	23	28	35	40	44	-	-	57	128	243	347	448	551
8,000	5,600		7	13	18	25	30	38	43	47	54		62	137	262	373	480	589
7,500	5,250		8	14	21	27	33	41	46	50	58		67	147	283	402	517	630
7,000	4,900		9	15	22	29	34	44	49	51	62		73	158	309	435	559	678
6,500	4,550	-	10	17	25	31	36	47	53	56	68	-	81	170	339	473	605	734
6,000	4,200		11	19	27	34	41	50	58	63	73		90	186	373	517	659	788
5,500	3,850	-	13	21	30	38	46	56	67	73	84	-	101	207	413	567	722	861
5,000	3,500		14	23	33	42	49	61	74	81	89		118	233	459	630	788	970
4,500	3,150	-	16	26	37	46	55	67	82	90	104	-	135	263	518	704	881	1068
4,000	2,800	7	18	30	42	52	62	75	92	100	116	130	157	297	580	784	1008	1241
3,500	2,450	9	20	33	46	56	66	80	100	110	126	140	167	338	676	920	1177	1450
3,000	2,100	11	20	43	56	68	79	94	120	130	146	170	226	417	738	1080	1433	1731
2,500	1,750	14	34	50	67	81	93	110	140	150	166	200	263	630	970	1337	1779	2133
2,000	1,400	18	40	61	82	98	110	130	160	170	200	240	312	784	1210	1704	2244	2718
1,500	1,050	20	57	80	100	120	140	170	220	240	290	330	419	1085	1723	2400	3118	3600
1,000	700	40	82	110	140	160	200	230	290	310	410	470	602	1738	2777	3600	4600	5600
500	350	45	90	120	150	170	200	240	310	360	450	500	600	1850	3135	3900	5000	6000
400	280	54	100	130	160	190	230	280	340	400	490	540	650	2013	3293	4100	5200	6200
300	210	58	110	140	180	200	230	280	370	410	500	550	660	2168	3580	4400	5500	6500
200	140	68	120	160	200	230	270	310	410	460	550	600	710	2316	3850	4700	5800	6800
100	70	77	140	180	220	250	290	340	470	520	600	650	770	2463	4000	4900	5900	6900

Note: Backup times are in minutes and are based upon resistive loading at an ambient of 25°C for non-redundant (standby) configurations.

- **Autor:** GRUPO CONDUMEX
Título: MANUAL TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN
Editorial: Lito-Grapo
- **Autor:** Valkenburgh Van, Nooger & Neville, INC.
Título: ELECTRICIDAD BÁSICA
Editorial: Continental S.A México
- **Autor:** Liebert Corporation
Título: MANUAL USER'S NFINITY POWER SYSTEM
Editorial: Liebert Corporation
- **Autor:** Mileaf Harry
Título: ELECTRICIDAD SERIE 5/7
Editorial: Limusa
- **Autor:** Tomal Daniel R. y Gedeon David V.
Título: LOCALIZACIÓN Y REPARACIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS
Editorial: Limusa
- **Autor:** Orville Adams
Título: MOTORES DIESEL
Editorial: Gustavo Gili, S, A.
- **Autor:** Salazar Pacheco Sofía
Título: TECHNICAL ENGLISH
Editorial: VERDIGUEL

- **Autor: Mileaf Harry**
Título: ELECTRÓNICA SERIE 1/7
Editorial: Limusa
- **Autor: Singer Francisco L.**
Título: TRANSFORMADORES INDUSTRIALES
Editorial: Neotécnica, Buenos Aires 1976
- **Autor: Reverté**
Título: CIRCUITOS MAGNÉTICOS Y TRANSFORMADORES
Editorial: Buenos Aires 1981
- **Autor: MAZDA F, F**
Título: ELECTRÓNICA DE POTENCIA, COMPONENTES CIRCUITOS Y APLICACIONES
Editorial: PARANINFO