

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA
REDUNDANTE AISLADO PARA EQUIPOS UPS**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

JAVIER ZEVALLOS MENDOZA

PROMOCIÓN

2007 - I

LIMA – PERÚ

2013

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA REDUNDANTE AISLADO PARA
EQUIPOS UPS**

*Agradezco a Dios, por dame las fuerzas necesarias
para luchar siempre hasta el final.*

A mi padre, por las enseñanzas que me legó.

*A mi madre, por su cariño y apoyo irrestricto e incondicional
en mis estudios y en toda mi vida.*

A mi esposa y mi hijo, por ser fuentes de motivación permanente.

SUMARIO

Para contrarrestar las constantes fluctuaciones que se producen en la energía eléctrica, incluyendo cortes, y prever posibles daños a los equipos, existen dispositivos de respaldo de energía diseñados para tal fin. Los sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) proporcionan esta energía de respaldo cuando falla la red eléctrica durante el tiempo suficiente para que los equipos críticos se desactiven de manera correcta, se eviten pérdida de información y se mantengan los equipos críticos en operación hasta que un generador de energía entre en línea.

Inicialmente, se describe la estructura básica de los UPS, con el propósito de conocer el funcionamiento interno. Luego, se explica la clasificación de los UPS, incidiendo en la importancia según su topología. Como tema central se desarrolla el tipo de **CONEXIÓN REDUNDANTE AISLADO PARA EQUIPOS UPS**, con diseño de un sistema de conexión de dos UPS's y el estudio de factibilidad técnica y económica correspondiente; para establecer finalmente la protección óptima y definitiva de energía eléctrica ante las fluctuaciones que en forma continua son inevitables en las actividades cotidianas de las grandes empresas.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DE INGENIERIA DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción del Problema	2
1.2 Objetivos del Trabajo	3
1.3 Evaluación del Problema	3
1.4 Síntesis del Trabajo	3
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	5
2.1 Diagrama de bloques y elementos principales de los UPS.....	5
2.2 Partes del UPS	7
2.3 Clasificación de los UPS.....	13
2.4 Formas de conexión de los UPS.....	16
2.5 Aportes de Ingeniería	18
CAPÍTULO III	
ANÁLISIS DE CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS UPS EN REDUNDANTE AISLADO	19
3.1 Operación de un sistema redundante aislado.....	19
3.2 Tipos de operación de un sistema redundante aislado.....	19
3.3 Beneficios e inconvenientes de un sistema redundante aislado.....	21
3.3.1 Comparación de un sistema redundante aislado y redundante paralelo.....	21
3.3.2 Ventajas de un sistema redundante aislado.....	21
3.3.3 Requerimientos del inversor en un sistema redundante aislado.....	21
CAPÍTULO IV	
DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA REDUNDANTE AISLADO PARA EQUIPOS UPS	22
4.1 Estudio de cargas.....	22
4.2 Calculo de la potencia de los equipos UPS.....	22
4.3 Calculo de la capacidad de los Transformadores.....	22
4.4 Calculo del calibre de los cables a la entrada y salida de los Transformadores.....	23
4.5 Calculo del calibre de los cables a la entrada y salida de los UPS.....	24

4.6	Calculo de la capacidad de los Interruptores termomagnéticos utilizados en los tableros eléctricos	25
4.7	UPS General Electric Modelo LP33.....	28
4.7.1	Gráficos e imágenes del UPS General Electric Modelo LP33.....	28
4.7.2	Diagrama de bloques del UPS General Electric modelo LP33.....	31
4.8	UPS Liebert modelo AP300.....	36
4.8.1	Gráficos e imágenes del UPS Liebert modelo AP300.....	36
4.8.2	Diagrama esquemático y Diagrama de bloques del UPS Liebert modelo AP300..	38

CAPÍTULO V

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y COSTOS DE UN SISTEMA REDUNDANTE

	AISLADO PARA EQUIPOS UPS	40
5.1	Arranque de los equipos.....	40
5.2	Costos de los equipos	43

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXO A:

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL UPS GENERAL ELECTRIC MODELO LP33

ANEXO B:

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL UPS LIEBERT MODELO AP300

ANEXO C:

TABLA DE EMPRESAS QUE UTILIZAN CONEXIÓN CON CONFIGURACION REDUNDANTE AISLADO Y REDUNDANTE PARALELO EN LOS UPS

ANEXO D:

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

La vida, eficiencia y buen funcionamiento de los equipos electrónicos, en general, dependen de una energía limpia e ininterrumpida, lo que garantiza que puedan funcionar de manera confiable; sin embargo, esto no siempre sucede de forma óptima.

Al generarse la potencia eléctrica, ésta es limpia y estable; no obstante, durante su transmisión y distribución puede sufrir caídas y cortes que produzcan pérdida de datos, interrupción del funcionamiento de los equipos e incluso daños en los mismos.

Los equipos UPS cumplen la función de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas críticas, con protección de las subidas y bajadas de tensión, apagones y eliminación de corrientes parasitarias como ruidos EMI y RFI.

Los equipos UPS se utilizan en aparatos de uso médico, industrial e informático: computadoras, equipos de oficina, centrales telefónicas, equipos de rayos x, plotters, PLC, antenas de radiotransmisión, redes, equipos de puntos de venta y de alta criticidad (Data Center), etc., los cuales requieren de un suministro adecuado y de calidad, pues deben, necesariamente, estar en todo momento operativos y sin fallos.

La selección de la configuración adecuada para una aplicación en particular se ve determinada por los requerimientos de disponibilidad, tolerancia a riesgos, tipo de carga del centro de datos, presupuesto e infraestructura existente.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERIA DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Los equipos en los centros de cómputo se ven afectados por las variaciones de la energía: Cortes de energía, subidas de tensión, ruido eléctrico, variaciones de frecuencia, bajadas de tensión, transitorios de conmutación y distorsión de la forma de onda. La solución definitiva para todo este tipo de problemas es un UPS, el cual proveerá de una fuente de energía que permanezca con tensión y frecuencia constante y continua independientemente de las perturbaciones que pueda haber en la red eléctrica. Sin embargo, existe la posibilidad de que ocurra una falla en el UPS: Falla en el inversor, Sobrecarga en el inversor, Sobretemperatura en el UPS, Daño en la lógica del UPS, la conexión redundante aislada en los UPS's permite la inmediata activación del UPS Secundario que hace de respaldo de la principal a través de su bypass automático garantizando la continuidad operativa de los equipos en el Centros de Datos.

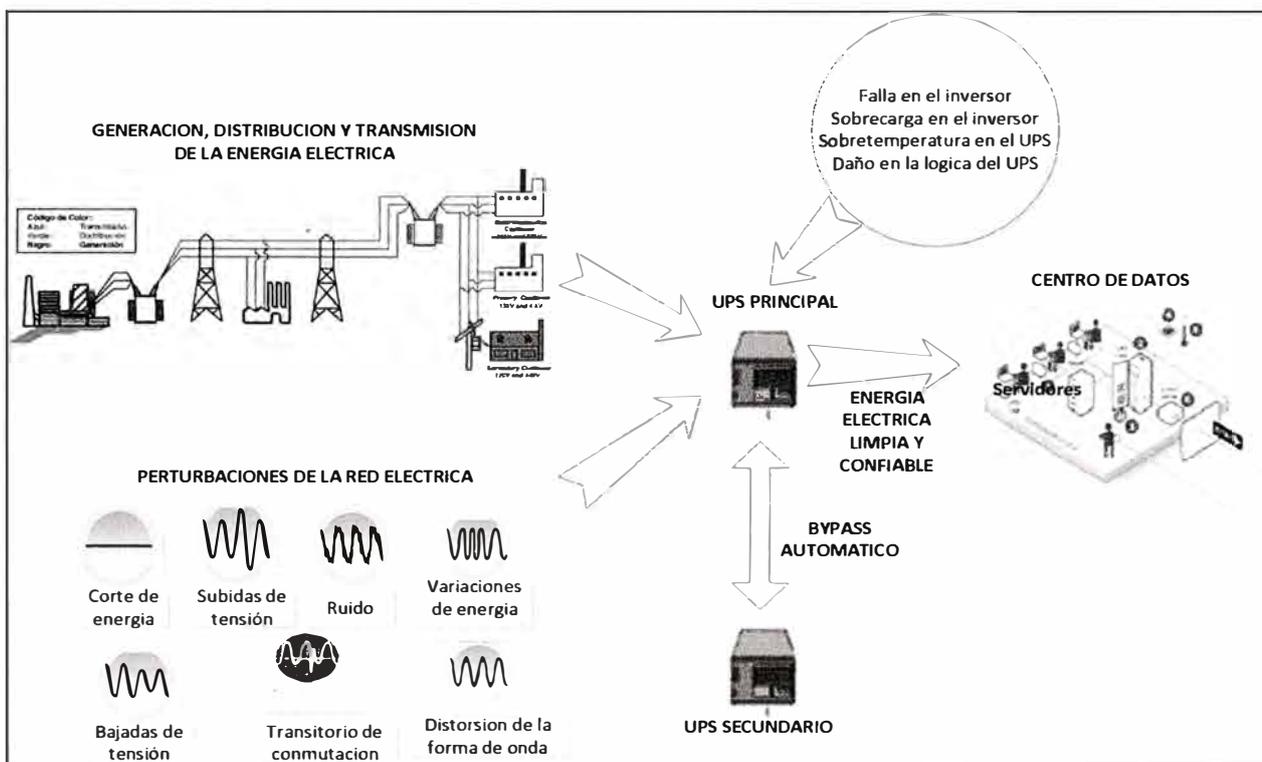


Figura 1.1 Esquema del Problema

1.2 Objetivos del Trabajo

- Comprender el funcionamiento y clasificación de los equipos UPS.
- Explicar las formas de conexión de los equipos UPS para obtener redundancia en la alimentación eléctrica de las cargas críticas.
- Explicar la forma de **conexión redundante aislada** de los UPS's y su ventaja frente a una conexión redundante paralela.
- Determinar la factibilidad técnica y económica en equipos UPS's conectados en redundancia aislada.

1.3 Evaluación del Problema

Ante variaciones de los parámetros de la red comercial, los UPS's aseguran un suministro ininterrumpido de energía eléctrica de alta calidad, las diferentes configuraciones de los UPS's permiten mantener con energía confiable a las cargas críticas en un centro de Datos.

1.4 Síntesis del trabajo

En el presente trabajo vamos a dar a conocer los conceptos para diseñar e implementar la conexión de 02 UPS's en configuración redundante aislado con el objetivo de proteger los equipos electrónicos de un Centro de Datos ante fallas de la red eléctrica. El presente informe contiene en total 6 capítulos, cada capítulo se detalla a continuación:

- El capítulo I explica el planteamiento de ingeniería del problema.
- El capítulo II es el marco teórico y conceptual, presenta los diversos conceptos necesarios para el correcto entendimiento del informe de suficiencia, se explica en que consiste un UPS y cuál es su función, se menciona los tipos de UPS's que existen en el mercado, la forma de funcionamiento de cada uno y las formas de conexión: redundante aislado y paralelo. Asimismo, se hace una breve descripción de la etapa de control y de potencia, del banco de baterías y del funcionamiento de las partes de un UPS.
- El capítulo III hace un análisis de la configuración redundante aislado de los UPS's, se detalla los beneficios e inconvenientes de este tipo de configuración y se hace una comparación con la configuración redundante paralelo.
- El capítulo IV hace un diseño de 02 UPS's en conexión redundante aislado: capacidad del transformador de entrada, calibre de los cables de entrada y salida del transformador y de los UPS's, diseño de los tableros eléctricos y el plano de ubicación de los equipos.
- En el capítulo V se detalla el procedimiento de arranque de los equipos UPS's y el costo de los materiales y equipos para una conexión de 02 UPS's en configuración redundante aislada.
- Finalmente se presenta las conclusiones del trabajo y las recomendaciones finales.

En la figura 1.2 se detalla los diferentes bloques que se desarrollo en el presente Informe, para proteger los equipos de un Centro de Datos ante fallas de la red eléctrica y ante falla del equipo UPS, con el objetivo de evitar perdida de información y daños de los equipos.

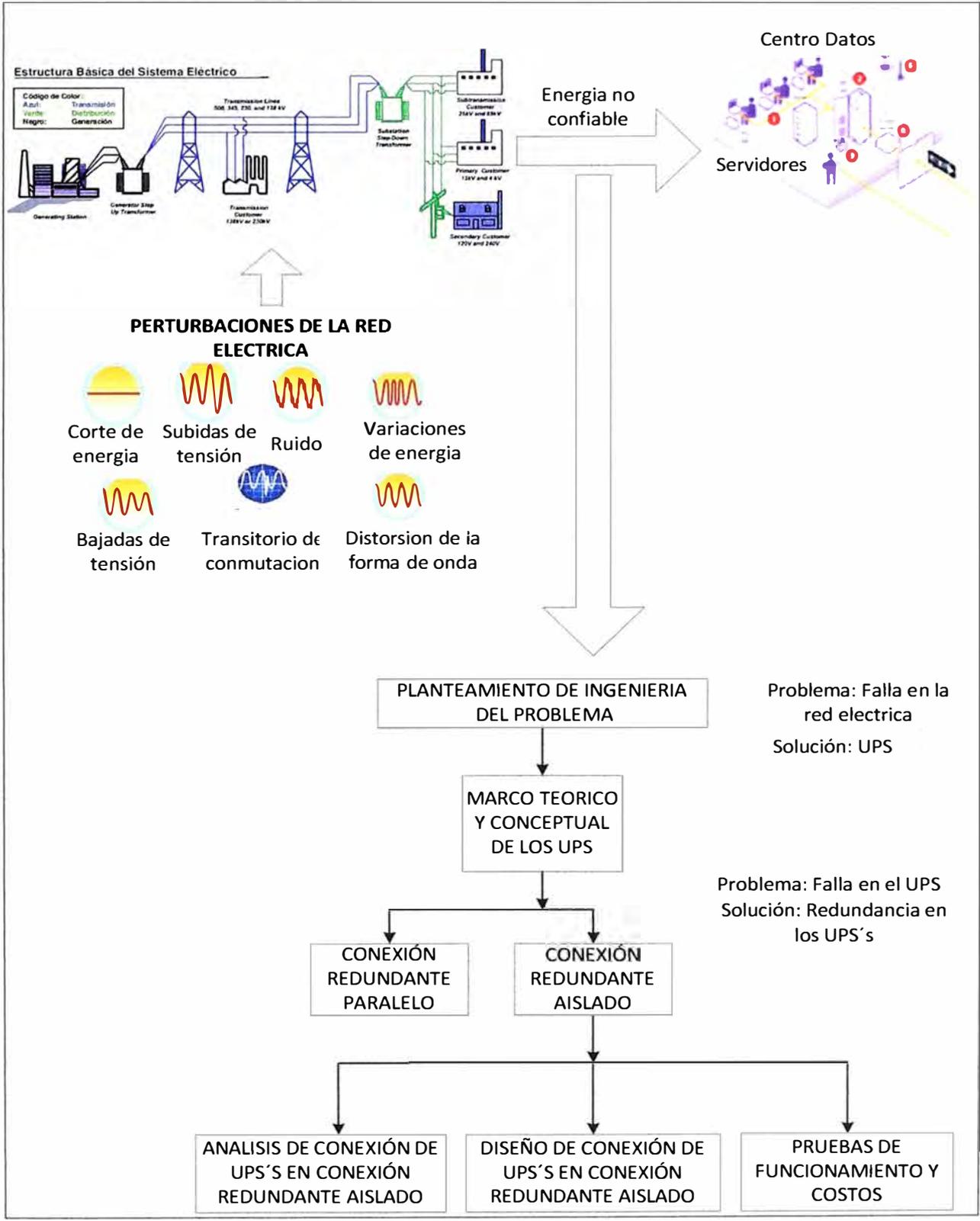


Figura 1.2 Diagramas de Bloques del Trabajo

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Diagrama de bloques y elementos principales de los UPS

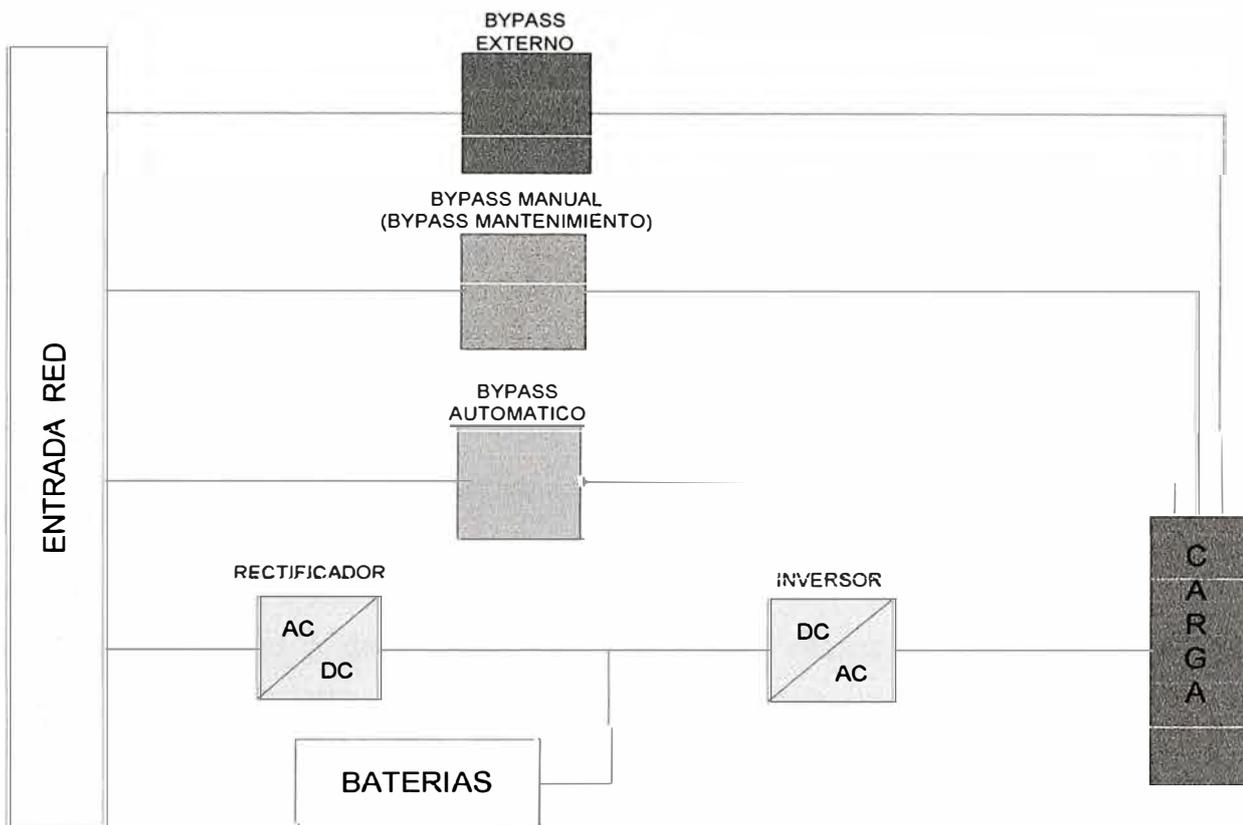


Figura 2.1 Diagrama de bloques de los UPS

Elementos Principales de los UPS

a) Sección de Entrada Es la forma en que la tensión de la línea es conectada al equipo UPS. Puede ser un cable incorporado, un cable a enchufar o una bornera con terminales. Algunos UPS pequeños tienen una entrada común para la entrada y el bypass automático. Los UPS de gran potencia suelen tener una entrada independiente para la conexión del bypass automático.

b) Rectificador.- El rectificador convierte la tensión de entrada AC en DC, elevando la tensión de DC a un nivel apto para alimentar eléctricamente al Inversor y mantener las baterías en flotación e incluso recargarlas después de un corte de energía (cargador de

baterías). Luego de haberse descargado la batería, esta generalmente se recarga en un tiempo de 8 a 10 horas.

c) Inversor.- Convierte el voltaje DC en voltaje AC con frecuencias y amplitudes constantes. Es independiente del voltaje de entrada AC. Todas las configuraciones de UPS tienen un **INVERSOR**. Existe la posibilidad de que por algún motivo el Inversor no pueda seguir alimentando eléctricamente a la carga. Las principales razones son:

- Daño en el inversor
- Sobrecarga en el inversor
- Sobre temperatura en el equipo UPS
- Daño en la lógica del equipo UPS

En cualquiera de estos casos la energía suministrada a la carga sería a través del bypass automático.

d) Cargador de baterías.- Un circuito cargador es necesario para recargar la batería luego de un corte de energía. La capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería. Luego de haberse descargado la batería, esta se recarga generalmente en un tiempo de 8 a 10 horas.

e) Bypass automático.- Los UPS que superan las capacidades monofásicas (aproximadamente 20 kW) tienen interruptores de bypass automático que permiten que la carga se transfiera a la red eléctrica u otra fuente de energía eléctrica en forma segura ante fallas internas o sobrecargas en el UPS.

f) Bypass manual o de mantenimiento.- Permite realizar el bypass del UPS para tareas de mantenimiento. La carga se transfiere normalmente a la red eléctrica o a otra fuente de energía eléctrica.



Figura 2.2 Bypass manual utilizado en los equipos General Electric

g) Bypass externo.- Permite realizar el bypass de UPS para tareas de mantenimiento, especialmente indicado para equipos que no cuentan con un mando de bypass manual.

2.2 Partes del UPS

a) Etapa de Control.- El UPS está controlado por una tarjeta lógica (Tarjeta de Control) en la que generalmente encontramos un microcontrolador o un microprocesador que toma decisiones tales como:

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



Figura 2.3 Tarjeta de Control del UPS General Electric modelo LP33

b) Tarjeta de red.- Se utiliza para monitorear el equipo UPS a través de la red. Una vez instalado la tarjeta de red en el equipo UPS, se debe configurar la tarjeta a través de una PC, utilizando el hiperterminal o un emulador de protocolo de comunicación.

Características:

- Tarjeta de interfaz web con SNMP y Telnet.
- Proporciona notificaciones de alarmas por correo electrónico y mensajes de texto.
- Monitorea los parámetros del UPS a través de un navegador web.



Figura 2.4 Tarjeta de red utilizada en los equipos Liebert

Los datos para la configuración de la tarjeta de red son: IP, máscara de subred y la puerta de enlace, estos datos son proporcionados por el usuario. Luego, desde cualquier PC a través de la red del usuario se debe ingresar la dirección IP de la tarjeta de red en cualquier browser de web.

Ejemplo: <http://192.168.1.53>, la pantalla y los valores de los parámetros dependerán de la marca del equipo UPS.

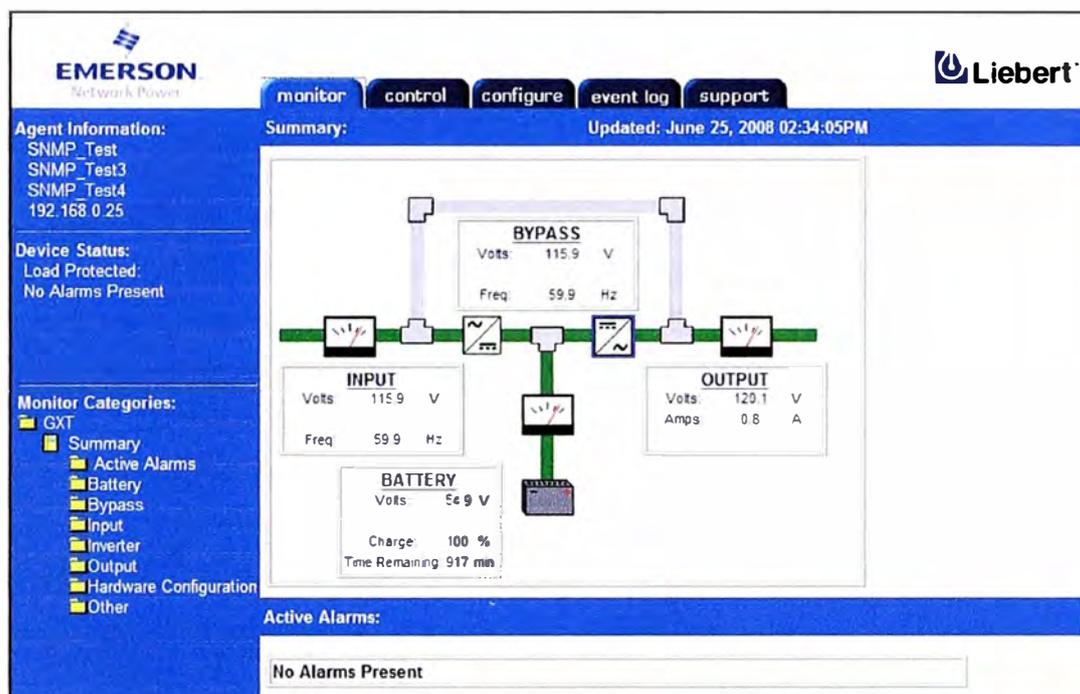


Figura 2.5 Monitoreo de los equipos Liebert a través de la tarjeta de red

c) Etapa de Potencia

c.1) Rectificador Es un sistema electrónico de potencia cuya función es convertir una tensión alterna en una tensión continua. Según la capacidad de ajustar el valor de la tensión de salida estos se clasifican en rectificadores controlados y no controlados.

Los rectificadores no controlados son aquellos que utilizan diodos como elementos de rectificación, la relación entre la tensión alterna y la tensión continua es constante. En régimen estacionario los diodos van entrando y saliendo de conducción de una forma natural obligados por la tensión de entrada. Los rectificadores controlados utilizan transistores, tiristores o IGBT, la ventaja de utilizar estos dispositivos de control está dada por la capacidad de retardar su puesta de conducción. Los equipos UPS utilizan rectificadores controlados.

Después de ser rectificado la señal de entrada se filtra con capacitores para obtener un voltaje continuo y regulado con el objetivo de :

- Alimentar eléctricamente al Inversor y
- Mantener las baterías en flotación e incluso recargarlas después de un corte de energía.

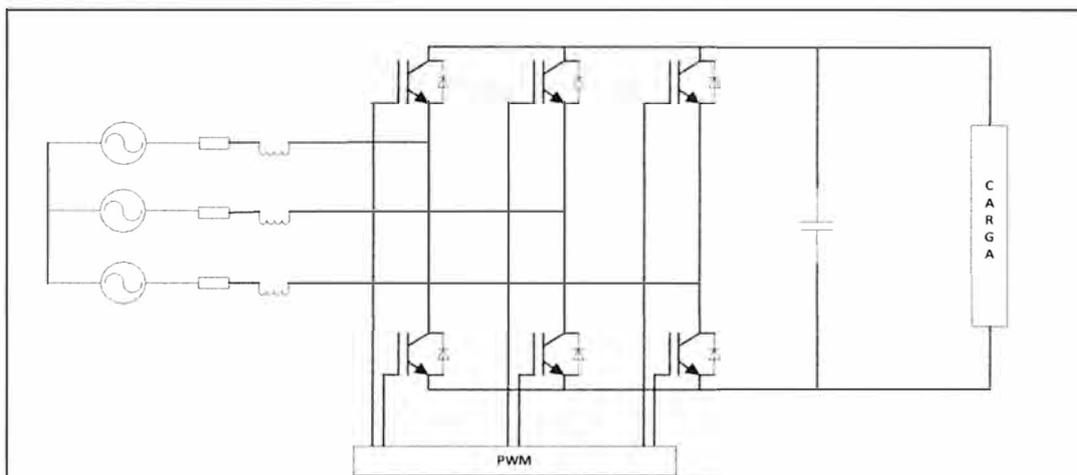


Figura 2.6 Rectificador Trifásico tipo puente utilizado en los UPS's

c.2) Inversor.- El inversor tiene como función principal generar una señal sinusoidal con amplitud y frecuencia constante a partir de una señal DC.

Clasificación de los Inversores: Son muchos los puntos de vista desde los cuales se pueden clasificar los circuitos inversores; para el caso de los UPS nos centraremos en los inversores realizados con dispositivos semiconductores. Una posible clasificación que se puede realizar de los inversores según con qué semiconductor se implementen los interruptores: transistores, tiristores o IGBT. Los primeros se pueden subdividir a su vez en autoexcitados o con excitación independiente, los segundos es posible subdividirlos en bloqueo natural o forzado (con fuente inversa de tensión o de corriente).

Es posible establecer otra clasificación en función a las características de salida: configuraciones en medio puente, puente completo monofásico y puente completo trifásico; o en sus características de entrada: inversor alimentado en tensión o en corriente, según de que tipo sea la fuente primaria de entrada. La inclusión o no de un transformador de aislamiento introduce una característica más a la hora de clasificar este tipo de convertidores.

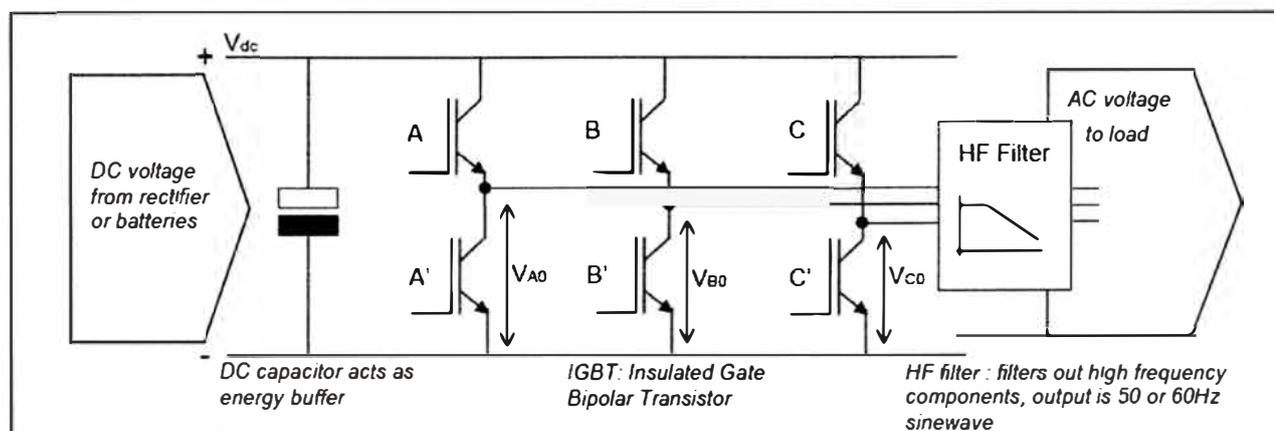


Figura 2.7 Esquema de un inversor trifásico en su configuración puente completo utilizado en los UPS. Fuente: Manual Técnico del UPS Gral. Electric

Inversor PWM

La **modulación por ancho de pulsos** (también conocida como **PWM**, siglas en inglés de *pulse-width modulation*) de una fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal), para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga. La construcción típica de un circuito PWM se lleva a cabo mediante un comparador con dos entradas y una salida.

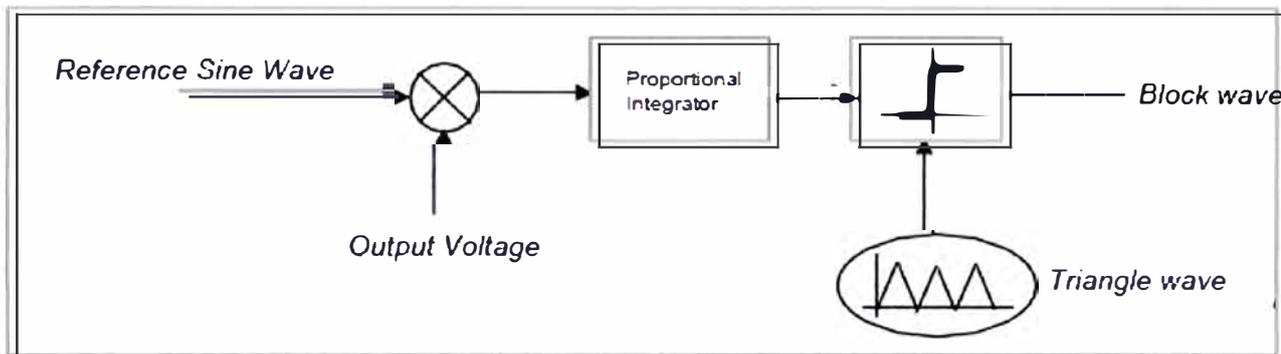


Figura 2.8 Esquema de la modulación por ancho de pulsos

Fuente: Manual Técnico del UPS General Electric modelo LP33

El inversor del UPS funciona de la siguiente manera: una onda sinusoidal de referencia se amplifica e integra, después la señal se compara con la onda triangular generada. Si la onda sinusoidal (salida del integrador) es mayor que la onda triangular, la señal es "alta", en caso contrario debe ser "baja". Esto provee una señal en bloque con variación de ancho de pulso

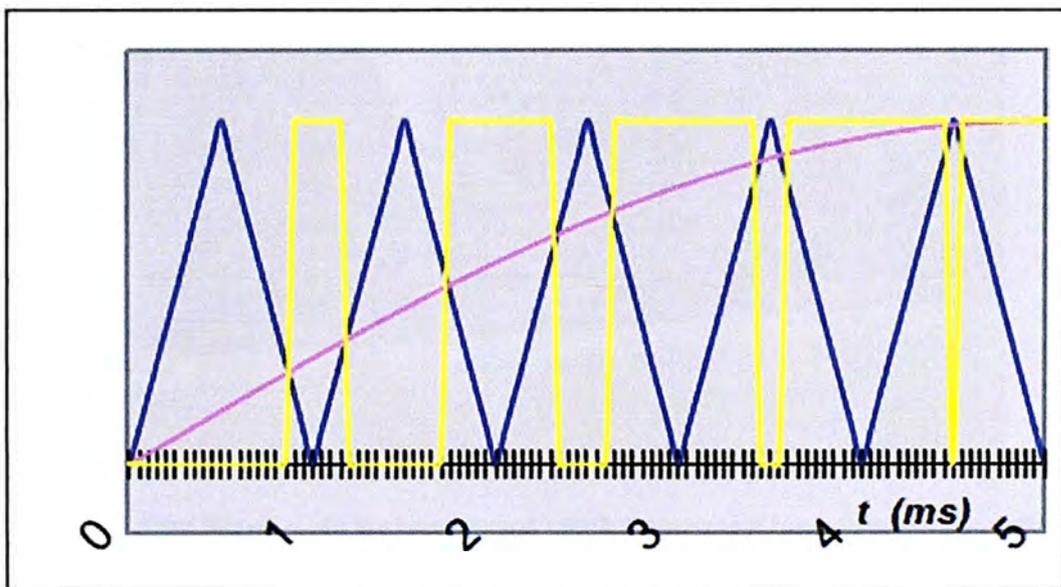


Figura 2.9 Comparación de ondas en el primer cuarto del periodo

Fuente: Manual Técnico del UPS General Electric modelo LP33

En la siguiente Figura, la onda de color rojo representa el voltaje de salida requerida. La figura 2.9 muestra el primer cuarto del periodo. La onda triangular se muestra en color

azul y se compara con la onda sinusoidal. El bloque de ondas de color amarillo es el resultado de esta comparación y se usa para conmutar a los IGBT's. A medida que el valor de la onda sinusoidal va llegando a su valor máximo, el pulso se hace más ancho.

La principal desventaja que presentan los circuitos PWM es la posibilidad de que haya interferencias generadas por radiofrecuencia. Estas pueden minimizarse ubicando el controlador cerca de la carga y realizando un filtrado de la fuente de alimentación.

c.3) Banco de baterías.- Los módulos o bancos de baterías dan autonomía de tiempo al UPS, esto es, proporcionan la energía necesaria al inversor en caso de falla de la red eléctrica. Pueden respaldar desde lo común (15 minutos) hasta períodos entre 2 y 8 horas. Las baterías tienen un tiempo de vida útil de 3 a 5 años y pueden ser internos y/o externos.

Las baterías en los UPS se diseñan usualmente para una alta tasa de descarga que dura típicamente de 15 a 20 minutos. Los UPS usan baterías de ácido plomo.

Dos o más sistemas de baterías en paralelo son requeridos para garantizar el 100% de confiabilidad en caso de una falla en el sistema. Cada sistema contiene un gran número de baterías y como cada batería está conectada en serie puede causar una falla en el sistema, por ello, es importante asegurarse por medio de la conexión de dos o más bancos de baterías en paralelo para reducir los riesgos de caída del sistema.

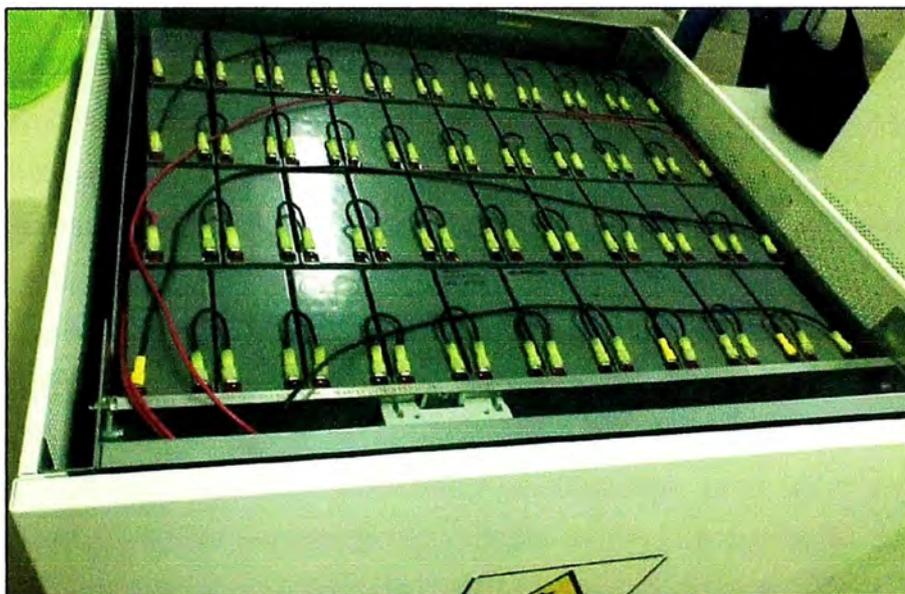


Figura 2.10 Banco de baterías del UPS General Electric modelo LP33

Características de las Baterías

Capacidad.- Es la cantidad de energía que puede almacenar. Se mide en Coulomb (C). Usualmente se utiliza el Amperio Hora (1AH=3600C). La capacidad en AH indica la corriente que puede suministrar la batería durante un tiempo determinado siempre que la tensión no baje de 10.5V (en el caso de una batería de 12V).

Resistencia Interna.- En una batería en buen estado es baja. El incremento de la resistencia interna se relaciona con el envejecimiento de la batería.

Voltaje.- Es un indicador del estado de carga que esta tiene.

Gravedad Específica.- La gravedad específica o densidad relativa del electrolito contenido en una batería permite conocer el estado de su carga en un momento determinado.

Corriente de recarga.- Corriente aplicada para recargar un batería después de una descarga.

Corriente de flotación.- Corriente usada para mantener una batería en estado totalmente cargada.

Temperatura.- Es el factor de mayor incidencia que acorta la vida de una batería. Por cada 10°C de incremento en la temperatura de la batería la vida de la batería se reduce a la mitad.

SOC State of Charge (Estado de carga de una batería).- El estado de carga de una batería es la cantidad residual de carga que puede restituir la batería en relación a la cantidad nominal que puede almacenar. El SOC se expresa en porcentaje y es del 100% cuando la batería está cargada al máximo.

DOD Depth of Discharge (Profundidad de descarga).- La profundidad de descarga de una batería es el ratio de energía descargada en relación a la cantidad de energía que puede almacenar. El DOC se expresa en porcentaje y es el contrario del SOC. Por ejemplo si una instalación con una batería de 100Ah ha consumido 40 Ah, entonces su SOC es del 60% y su DOD del 40%.

Ciclos.- Un periodo de carga y descarga se denomina ciclo. Es un parámetro importante de una batería y los ciclos reales dependen en buena medida de la profundidad de descarga que se utiliza en la instalación. Por ejemplo, para una profundidad de descarga del 80% el número de ciclos es de aproximadamente 200. Para un DOD del 30% puede alcanzar más de 1000.

Autodescarga.- La auto descarga caracteriza la descarga de la batería aunque no se utilice. Este valor lo indica el constructor y depende de la tecnología. Una batería de aplicación solar puede tener una pérdida de su capacidad de energía del 3 al 5% a una temperatura ambiente de 20°C. La autodescarga aumenta proporcionalmente a la temperatura y al envejecimiento de la batería.

Tipos de Baterías

Hay muchos tipos de tecnología de baterías principales y subtipos:

a) Plomo-ácido

- Inundada (húmeda): plomo-calcio, plomo-antimonio

- Plomo-ácido regulada por válvula (VRLA), VRLA (sellado): plomo-calcio, plomo antimonio-selenio
 - AGM
 - Gel
 - Placa plana
 - Placa tubular
- b) Níquel-cadmio
- Inundada
 - Sellada
 - Placa de bolsillo
 - Placa plana

Descripción general de baterías de plomo-ácido

La reacción química básica de plomo-ácido en un electrolito de ácido sulfúrico, donde el sulfato del ácido es parte de la reacción, es:



El ácido se reduce durante la descarga y se regenera durante la recarga. Durante la descarga y la carga de flotación (porque la carga de flotación contrarresta la autocarga) se forman hidrógeno y oxígeno. En baterías inundadas se escapan y hay que añadir agua periódicamente. En baterías VRLA selladas los gases de hidrógeno y oxígeno se combinan para formar agua. Adicionalmente, en las baterías VRLA el ácido queda inmovilizado por AGM o en un gel. La mata es parecida al aislante de fibra de vidrio que se usa en las casas, atrapa el hidrógeno y oxígeno formados durante la descarga y les permite migrar y reaccionar para que vuelvan a formar agua. Por esta razón VRLA nunca necesita añadir agua como las baterías inundadas (húmedas, ventiladas) de plomo-ácido. Una batería tiene placas positivas y negativas alternadas y separadas por goma microporosa en las de plomo-ácido inundadas, AGM en las de VRLA, ácido gélido en las de gel, VRLA o plástico en las de níquel-cadmio. Todas las placas de la misma polaridad están soldadas unas con otras y con el terminal apropiado. En el caso de las celdas VRLA la compresión del "sandwich" placa-mata-placa se extiende para mantener un buen contacto entre ellas. Además, hay una válvula de alivio de la presión (PRV) que se autoresella para ventilar los gases en caso de sobrepresión.

2.3 Clasificación de los UPS

a) Según el número de fases de entrada y salida del UPS

- Entrada monofásica y salida monofásica o simplemente monofásicos
- Entrada trifásica y salida monofásica
- Entrada trifásica y salida trifásica o simplemente trifásicos

b) Según su capacidad

- Baja capacidad.- Desde 350 VA hasta 1500 VA.
- Media capacidad.- Entre 1.5 KVA y 6 KVA. Para protección de equipo con aplicaciones medias o sofisticadas.
- Alta capacidad.- Desde los 6 KVA hasta 10 KVA, 20 KVA, 30 KVA, 40 KVA 250 KVA (utilizados en los DataCenter).

c) Según su Topología

c.1) Simple conversión.- En operación normal la energía AC de entrada alimenta eléctricamente a la carga crítica. Si el suministro de entrada AC estuviera fuera de los límites predeterminados, el UPS utiliza su inversor para tomar energía de la batería y también desconecta el suministro de entrada AC para prevenir retroalimentación del inversor hacia el utilitario.

El UPS se mantiene en energía de batería hasta que la entrada AC regresa a las tolerancias normales o la batería se queda sin energía, lo que suceda primero.

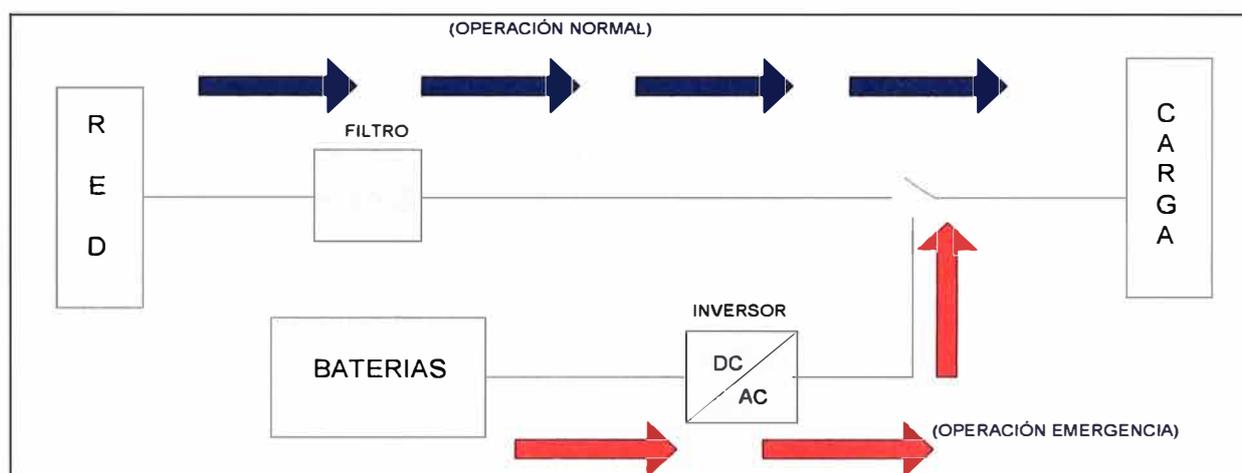


Figura 2.11 Esquema de los UPS en su modo simple conversión

Existen dos tipos de diseños de conversión sencilla: Stand by y de Línea Interactiva

c.1.1) Stand Bye (Off Line) Los UPS en espera (stand bye) permiten al equipo funcionar con energía de la red eléctrica hasta que el UPS detecta un problema y en ese momento conmuta hacia la energía de batería.

Tipos de Stand Bye

Ferroresonante.- Los UPS del tipo Ferroresonante utilizan un transformador especial a la salida, el cual está sintonizado a 50 ó 60 Hz (dependiendo de la frecuencia de la red donde se encuentren instaladas). Este transformador con tres bobinados regula la tensión de salida y puede ser visto como un estabilizador de tensión. Uno de los bobinados es utilizado para el Inversor. Cuando la energía de la línea falla el relé de transferencia conmuta, el inversor arranca y alimenta eléctricamente a la carga.

Triport.- El nombre Triport (tres puertos) es debido a que realmente el inversor, la línea y la carga configuran los tres puertos. Operando en modo normal (con línea presente) hay una caída de tensión en el inductor y es necesario el funcionamiento del inversor para regular la tensión de salida a la carga. El inversor también toma parte de energía de la línea y además mantiene la carga de las baterías. Si el inversor tomara la energía desde las baterías, éstas se descargarían y no estarían disponibles en el caso de un corte de tensión de entrada. Cuando la entrada falla, el interruptor se abre y el inversor alimenta a la carga con la energía de las baterías.

c.1.2) Línea Interactiva.- Los UPS de línea interactiva regulan el voltaje de entrada de la energía utilitaria hacia arriba o hacia abajo conforme sea necesario antes de permitirle pasar al equipo protegido. Sin embargo, al igual que los UPS en espera, utilizan la batería para proteger contra anomalías de frecuencia.

c.2) Doble conversión.- Estos dispositivos convierten la energía dos veces. Primero, un rectificador de entrada convierte la energía AC en DC y la alimenta a un inversor de salida. El inversor de salida procesa entonces la energía nuevamente a AC antes de enviarla a la carga crítica. Este proceso de doble conversión aísla las cargas críticas de la energía entrante AC completamente, asegurando que la carga crítica reciba solamente energía confiable y limpia.

Bajo operación normal, un UPS de doble conversión procesa continuamente la energía dos veces.

Si el suministro de entrada AC cae fuera de los límites predeterminados, el rectificador de entrada se apaga y el inversor de salida comienza a jalar energía de la batería. El UPS continúa utilizando energía de la batería hasta que la entrada AC regresa a las tolerancias normales o la batería se queda sin energía, lo que ocurra primero.

En caso de una sobrecarga severa del inversor o una falla en el rectificador o el inversor, el camino de conmutación del bypass estático es activado rápidamente para dar soporte a las cargas de salida.

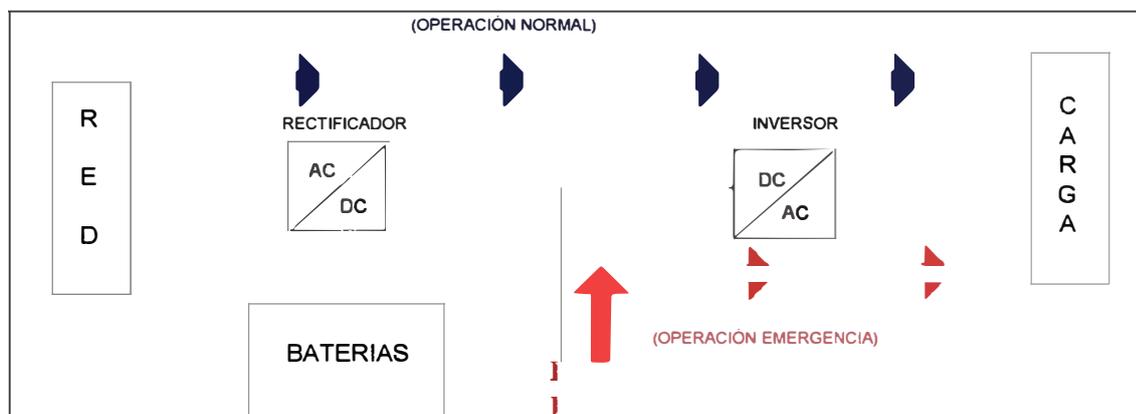


Figura 2.12 Esquema de los UPS en su modo doble conversión

En el funcionamiento normal el inversor provee permanentemente la energía a la carga. Ante un corte de energía las baterías suministran energía para la carga.

2.4 Formas de Conexión de los UPS

La confiabilidad es uno de los factores más importantes en la configuración de los UPS; la mejor manera de incrementarla es con la redundancia. Se van a describir dos de las topologías mas usadas en redundancia como lo son: la redundancia aislada y la redundancia paralela. En la conexión por zona no existe redundancia sin embargo es un tipo de conexión utilizado en algunos Centro de Datos.

a) Por Zona.- En una arquitectura de zonas, uno o más UPS proporcionan soporte dedicado a un conjunto específico de recursos del centro de datos. De esa manera, si un UPS falla durante un corte de energía, el impacto se limita a la zona a la que el equipo da soporte.

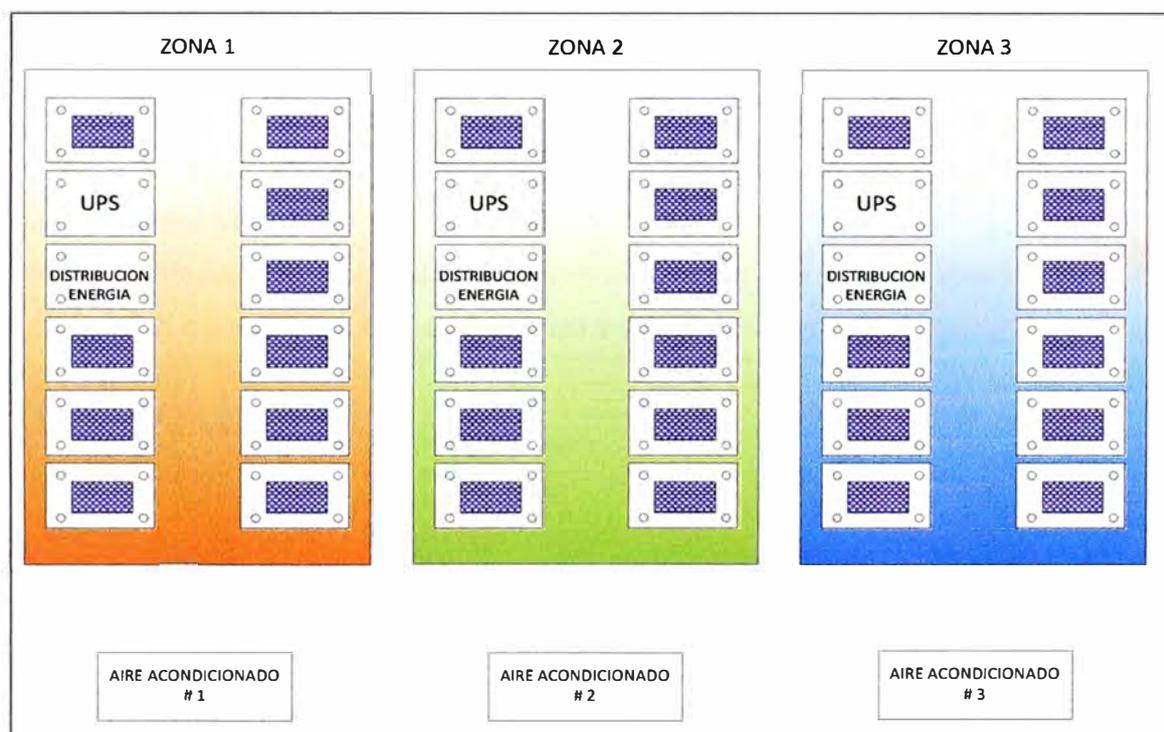


Figura 2.13 Esquema de los UPS en conexión por zonas

b) Redundante Aislado.- En esta configuración existe un módulo UPS principal o "primario" que habitualmente alimenta eléctricamente a la carga crítica. El UPS "secundario" o "de aislación" alimenta eléctricamente el bypass estático del UPS principal y también puede alimentar eléctricamente a otra carga no crítica.

Esta configuración requiere que el UPS principal tenga una entrada separada para el circuito de bypass estático. En este tipo de conexión hay una redundancia sólo ante una falla del equipo, ya que en este caso el UPS primario ante una falla se irá a la línea de reserva, donde la carga encontrará la salida del UPS secundario.

Igualmente, cuando se hace mantenimiento al pasar el UPS primario a la línea de reserva de mantenimiento la carga debe seguir protegida por el UPS secundario.

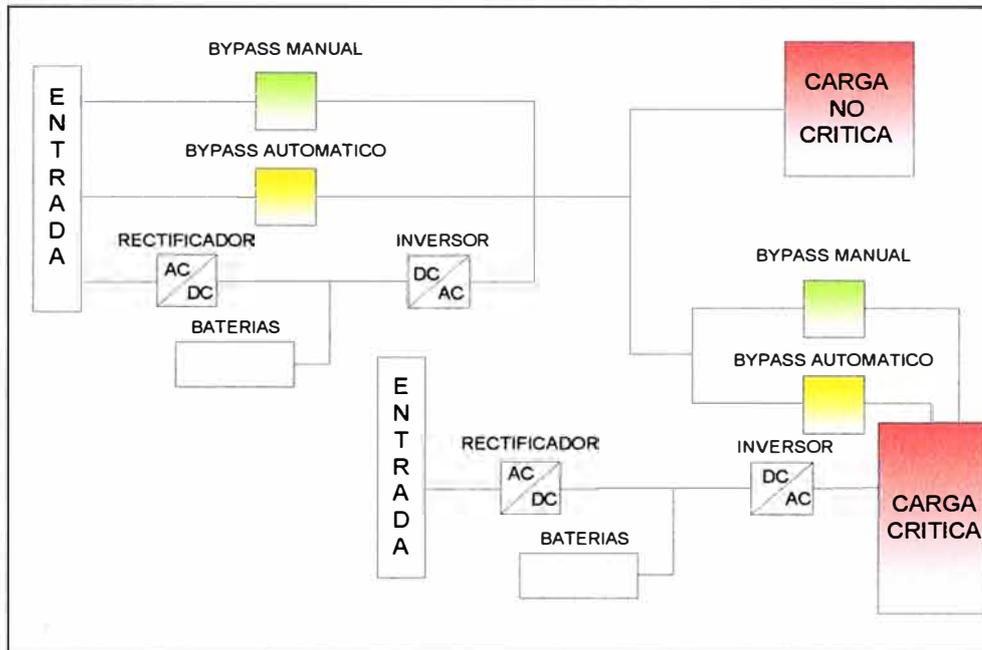


Figura 2.14 Esquema de los UPS's en conexión redundante aislado

c) Redundante Paralelo

Una configuración paralela redundante está conformada por varios módulos UPS de la misma capacidad conectados en paralelo a un bus de salida común.

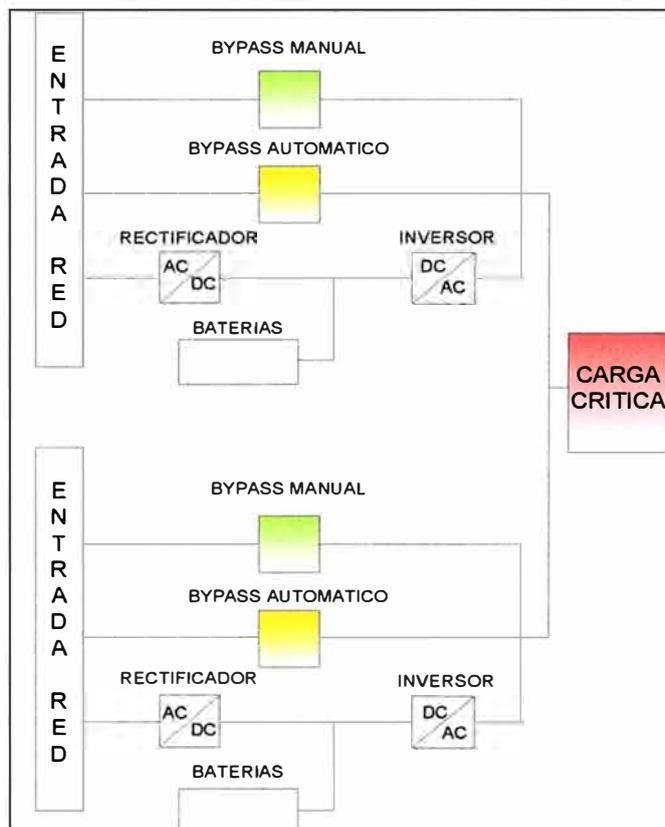


Figura 2.15 Esquema de los UPS's en conexión redundante paralelo

2.6 Aportes de Ingeniería

En los sistemas de red eléctrica existe un gran cantidad de problemas que pueden llegar a causar daños en los equipos electrónicos que se encuentran conectados, estas falencias de la red eléctrica hacen parte del estudio de calidad de la potencia que los dispositivos UPS pueden llegar a corregir.

En este informe se diseñó la conexión de dos UPS en conexión redundante aislado: la capacidad del transformador de entrada y de bypass, la capacidad y tipo de cables de entrada y salida del transformador y de los UPS's, se diseñó también los tableros eléctricos, capacidad de cada uno de los interruptores termo magnéticos que conforman cada tablero, además se diseñó el plano de ubicación de los equipos y tableros eléctricos. Para conocer el costo del proyecto, se costearon los equipos y los materiales.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE CONEXIÓN DE UPS EN REDUNDANTE AISLADO

3.1 Operación de un Sistema Redundante Aislado

El sistema redundante aislado puede ser usado en UPS's iguales o diferentes capacidades. El UPS primario y redundante puede consistir en múltiples módulos (segmentos de carga) para la capacidad requerida. A causa de que la carga es dividida, segmentos aislados, la falla de un segmento no afectaría la operación de otro segmento de carga.

3.2 Tipos de Operación de un Sistema Redundante Aislado

a) Operación Normal

En operación normal el UPS primario alimenta eléctricamente la carga crítica, el UPS secundario está en operación normal alimentando eléctricamente al bypass del UPS primario.

b) Operación de Emergencia

En condición de emergencia, ambos rectificadores/cargadores de baterías se apagan y el inversor usará la potencia de la carga de baterías, dando continuidad de potencia a la carga crítica. Cuando la potencia de entrada regresa o se activa el generador el sistema es reestablecido, el rectificador automáticamente enciende proveyendo de potencia al inversor y simultáneamente cargando el banco de baterías.

En el caso de que la potencia de entrada estuviera fuera por mucho tiempo y se descargue el banco de baterías del UPS principal, la carga crítica será transferida al módulo redundante, el cual tiene el banco de baterías totalmente cargado.

c) Bypass Automático

Si el UPS principal se apaga por cualquier razón, la potencia de la carga crítica se transfiere automáticamente (vía el interruptor interno de la transferencia estático) al bypass, en el sistema redundante aislado el bypass es alimentado por la salida del UPS secundario. Esto asegura que la carga se encuentre continuamente alimentada eléctricamente, potencia ininterrumpida.

d) Bypass de Mantenimiento

Si el UPS primario se apaga para mantenimiento o reparación, el bypass de mantenimiento aísla completamente el UPS primario. Desde que el módulo del UPS

redundante alimenta eléctricamente la entrada del bypass del UPS primario la carga crítica se mantiene protegida durante el mantenimiento. Del mismo si el módulo redundante se apaga la carga queda protegida por el UPS primario.

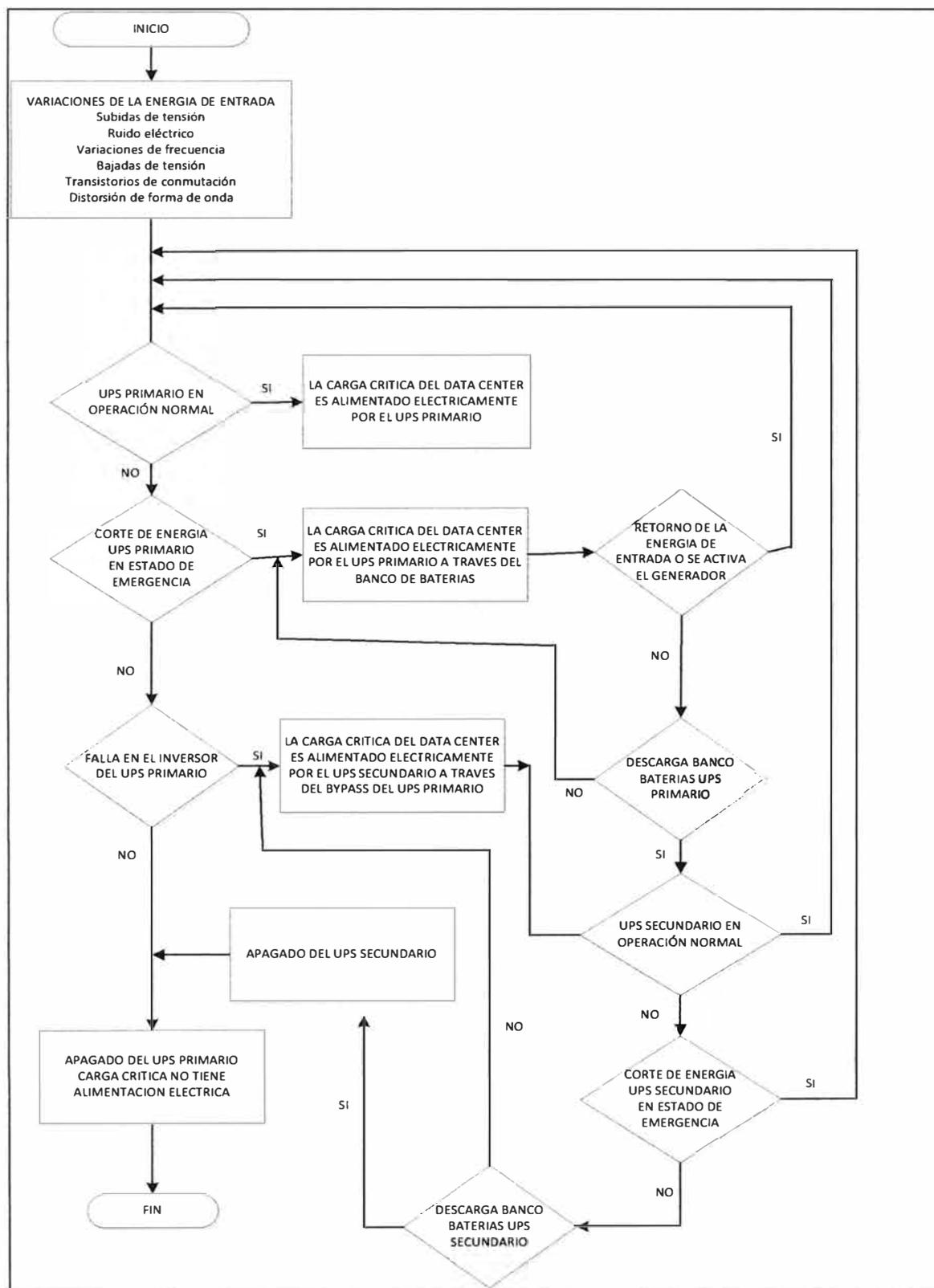


Figura 3.1 Diagrama de flujo en un sistema redundante aislado para 02 equipos UPS's para la protección de la carga crítica en el Centro de Datos.

3.3 Beneficios e inconvenientes de un Sistema Redundante Aislado

3.3.1 Comparación de un Sistema Redundante Aislado y Redundante Paralelo

- En un sistema redundante paralelo los UPS deben ser del mismo diseño, fabricante, tecnología y topología. En un sistema redundante aislado los UPS son aislados y no se comunican; por ello, es posible usar UPS de diferente tamaño, fabricante, tecnología y topología.
- En un sistema redundante paralelo cada UPS comparte en igual proporción la carga, esto hace que los UPS operen a menos del 50% de sus respectivas capacidades de operación.
- En un sistema redundante aislado no necesita un bus en paralelo, una configuración redundante paralelo esta conformado por varios módulos UPS conectados en paralelo a un bus de salida común.

3.3.2 Ventajas de un sistema redundante aislado

- Sin punto único de falla, en un sistema redundante aislado todas las salidas están aisladas y el punto de falla único es eliminado.
- Los módulos pueden estar en cuartos separados La única conexión requerida para la unión en aislado son los cables de salida de los UPS esto permite que los UPS puedan ser ubicados en cuartos diferentes.
- La selección de equipos es flexible: Los equipos pueden combinarse con cualquier marca o modelo.
- No necesita sincronización
- Es relativamente rentable como sistema de dos modulos.
- Carga protegida durante el mantenimiento.
- Alta eficiencia de operación
- Bajo costo de operación.
- Flexibilidad en la elección del producto.

3.3.3 Requerimientos del Inversor en un Sistema redundante aislado

- Respuesta dinámica alta: $\pm 5\%$ de la desviación de voltaje de salida para cambios de 100% de la carga y recuperación del 1% del voltaje de regulación en menos de 16 milisegundos.
- Pulso variable, frecuencia alta en la modulación de ancho de pulso (PWM) tecnología del switcheo del inversor.
- Rápida respuesta de feedback, el cual habilita al inversor a reaccionar rápidamente a los cambios de la carga, manteniendo el voltaje de regulación.
- Se requiere que los bypass estáticos de ambos módulos UPS funcionen correctamente para abastecer una corriente tal que exceda la capacidad del inversor.

CAPÍTULO IV DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA REDUNDANTE AISLADO

4.1 Estudio de cargas

En teoría, para determinar la capacidad de una instalación se debe tener en cuenta la potencia nominal de los equipos. La estimación de la potencia se puede calcular sumando las especificaciones de las cargas y usando una de las siguientes fórmulas:

Para un sistema monofásico:

$$\text{Potencia}_{\text{KVA}} = (V * I) / 1000$$

Donde V: voltaje entre frases, I: corriente

Para un sistema trifásico:

$$\text{Potencia}_{\text{KVA}} = (V * I * 1.73) / 1000$$

Donde V: voltaje entre frases, I: corriente

En la práctica, para determinar cuál es la potencia actual se deberá medir las cargas existentes.

4.2 Calculo de la Potencia de los equipos UPS

Para calcular la potencia del equipo UPS Primario se tiene que considerar lo siguiente:

- Intensidad de corriente de la fase más alta de la carga crítica que va a alimentar eléctricamente el UPS Primario.
- Crecimiento a futuro de 30% de la carga.

Para calcular la potencia del equipo UPS Secundario se tiene que considerar lo siguiente:

- Intensidad de corriente de la fase más alta de la carga crítica que va a alimentar eléctricamente el UPS Secundario.
- Crecimiento futuro de 30% de la carga
- Considerar que los equipos se van a instalar en forma redundante aislado por lo que el equipo UPS Secundario deberá soportar toda la carga del UPS Primario.

4.3. Calculo de la Capacidad de los Transformadores

a) Calculo la capacidad del transformador de entrada para el UPS Principal

Debido a que el UPS principal es de 30KVA el transformador de entrada debe tener una potencia de 50 KVA equivalente al 150% la potencia del UPS y debe ser trifásico con entrada de 220V y salida de 380V tipo delta estrella, según los requerimientos de entrada del UPS (necesita Neutro a la salida)

b) Calculo la capacidad del transformador de entrada para el UPS Secundario

Se debe tener una potencia de 75 KVA equivalente a 150% la potencia del UPS. El Transformador debe ser trifásico con entrada de 220V y salida de 208V tipo delta delta, según los requerimientos del UPS (no necesita Neutro a la salida).

c) Calculo la capacidad del transformador para el Bypass del UPS Primario

Utilizado para alimentar eléctricamente el bypass del UPS Primario, al igual que el transformador de entrada debe tener una potencia de 50KVA, debe ser trifásico con entrada 220V y salida 380V tipo delta estrella.

4.4 Calculo del calibre de los cables a la entrada y salida de los Transformadores

Utilizando la fórmula de potencia para un sistema trifásico obtenemos los siguientes calibres:

a) A la entrada del Transformador de entrada del UPS Primario

$$P = 50\text{KVA} = 50000 \text{ VA}$$

$$V = 220\text{V}$$

Reemplazando valores

$$50000 = 220 * I * 1.73$$

Por lo tanto: $I = 131\text{A}$

Según la Tabla de Indeco el cable a utilizar para cada fase sería: THW-90 de 35mm².

b) A la salida del Transformador de entrada del UPS Primario

$$P = 50\text{KVA} = 50000\text{VA}$$

$$V = 380\text{V}$$

Reemplazando valores:

$$50000 = 380 * I * 1.73$$

Por lo tanto $I = 76.06$

Según la tabla de Indeco el cable a utilizar es THW-90 de 16 mm²

El cable a utilizar para el Neutro sería el número siguiente que el de las fases, es decir 25 mm².

c) A la entrada del Transformador de entrada del UPS Secundario

$$P = 75\text{KVA} = 75000 \text{ VA}$$

$$V = 220\text{V}$$

Reemplazando valores

$$75000 = 220 * I * 1.73$$

Por lo tanto: $I = 197.06 \text{ A}$

Según la Tabla de Indeco el cable a utilizar para cada fase sería: THW-90 de 70mm².

d) A la salida del Transformador de entrada del UPS Secundario

$$P = 75\text{KVA} = 75000\text{VA}$$

$$V = 208V$$

Reemplazando valores:

$$75000 = 208 * I * 1.73$$

$$I = 208.43$$

Según la Tabla de Indeco el cable a utilizar es THW-90 de 95 mm²

e) A la entrada del Transformador para el Bypass del UPS Primario

$$P = 50KVA = 50000 VA$$

$$V = 220V$$

Reemplazando valores

$$50000 = 220 * I * 1.73$$

Por lo tanto: $I = 131.37 A$

Según la Tabla de Indeco el cable a utilizar para cada fase sería: THW-90 de 35mm².

f) A la salida del Transformador para el Bypass del UPS Primario

$$P = 50KVA = 50000 VA$$

$$V = 380V$$

Reemplazando valores:

$$50000 = 380 * I * 1.73$$

Por lo tanto: $I = 76.06 A$

El cable a utilizar para cada fase sería: THW-90 de 16mm².

El cable a utilizar para el Neutro sería el cable, es decir 25 mm²

4.5 Calculo del calibre de los cables a la entrada y salida de los UPS

a) A la entrada del UPS Primario

Equivalente al calibre de los cables utilizados a la salida del Transformador de entrada del UPS Primario

El cable a utilizar es THW-90 de 16mm² y para la línea del neutro de 25mm².

b) A la salida del UPS Primario

$$P = 30KVA = 30000 VA$$

$$V = 380V$$

$$FP = 0.8$$

Reemplazando valores y considerando el factor de potencia:

$$30000 = 380 * I * 1.73 * 0.8$$

Por lo tanto: $I = 57.04 A$ pero como máximo $125\% I = 71.25$

El cable a utilizar para cada fase sería: THW-90 de 16mm² y para el Neutro de 25 mm².

c) A la entrada del UPS Secundario

Equivalente al calibre de los cables utilizados a la salida del Transformador de entrada del UPS Secundario.

.El cable a utilizar es THW-90 de 95mm²

d) A la salida del UPS Secundario

$$P = 50\text{KVA} = 50000 \text{ VA}$$

$$V = 220\text{V}$$

$$\text{FP} = 0.8$$

Reemplazando valores y considerando el factor de potencia:

$$50000 = 220 * I * 1.73 * 0.8$$

$$\text{Por lo tanto: } I = 164.21 \text{ A}$$

$$\text{Pero como máximo } 125\% I = 205.27\text{A}$$

El cable a utilizar para cada fase sería: THW-90 de 95mm².

4.6 Calculo de la Capacidad de los Interruptores Termomagnéticos utilizado en los Tableros Eléctricos

a) Tablero de Entrada UPS Liebert UPS General Electric

a.1) ITM de entrada para el Transformador de entrada del UPS primario (C1)

Según el cable a utilizar a la entrada del Transformador de entrada del UPS primario la capacidad de la llave debe ser de 150A trifásico.

a.2) ITM de entrada para el Transformador de entrada del UPS Secundario o el Bypass (C2)

Según el diagrama es igual al mayor entre la capacidad del ITM de entrada del Transformador de entrada del UPS secundario y la capacidad del ITM de salida del UPS secundario igual a 250A trifásico.

b) Tablero General de salida UPS Liebert

b.1) ITM para el Tablero de salida del UPS Secundario (C1)

Según el diagrama la capacidad de la llave debe ser de 100A para la carga crítica del UPS secundario. La suma de C1 y C2 debe ser de 250A.

b.2) ITM de entrada del Transformador para el Bypass del UPS Secundario (C2)

Según el cable a utilizar a la entrada del Transformador para el Bypass del UPS primario la capacidad de la llave debe ser de 150A trifásico.

c) Tablero de Bypass UPS Liebert

c.1) ITM de salida del UPS Secundario (C2)

Según el cable a utilizar a la salida del UPS secundario la capacidad de la llave correspondiente a C2 es de 250A trifásico.

c.2) ITM de entrada para el Transformador de entrada del UPS Secundario (C3)

Según el cable a utilizar a la entrada del Transformador de entrada del UPS primario la capacidad de la llave debe ser de 200A trifásico.

Según el diagrama la capacidad de la llave de C1 y C4 es igual a C2

d) Tablero de Bypass UPS General Electric

d.1) ITM de salida del Transformador para el Bypass del UPS Primario (C1 Y C3)

Según el cable a utilizar a la salida del Transformador de Bypass del UPS Primario la capacidad de la llave debe ser de 85A trifásico.

d.2) ITM de salida del UPS Primario (C2 y C4)

Según el cable a utilizar a la salida del UPS Primario la capacidad de la llave debe ser de 85A trifásico.

La siguiente Figura 4.1 muestra un Modelo de Distribución de los equipos (UPS, Banco de Baterías, Aire acondicionado y Tableros eléctricos) para la protección de equipos utilizados en un Centro de Datos.

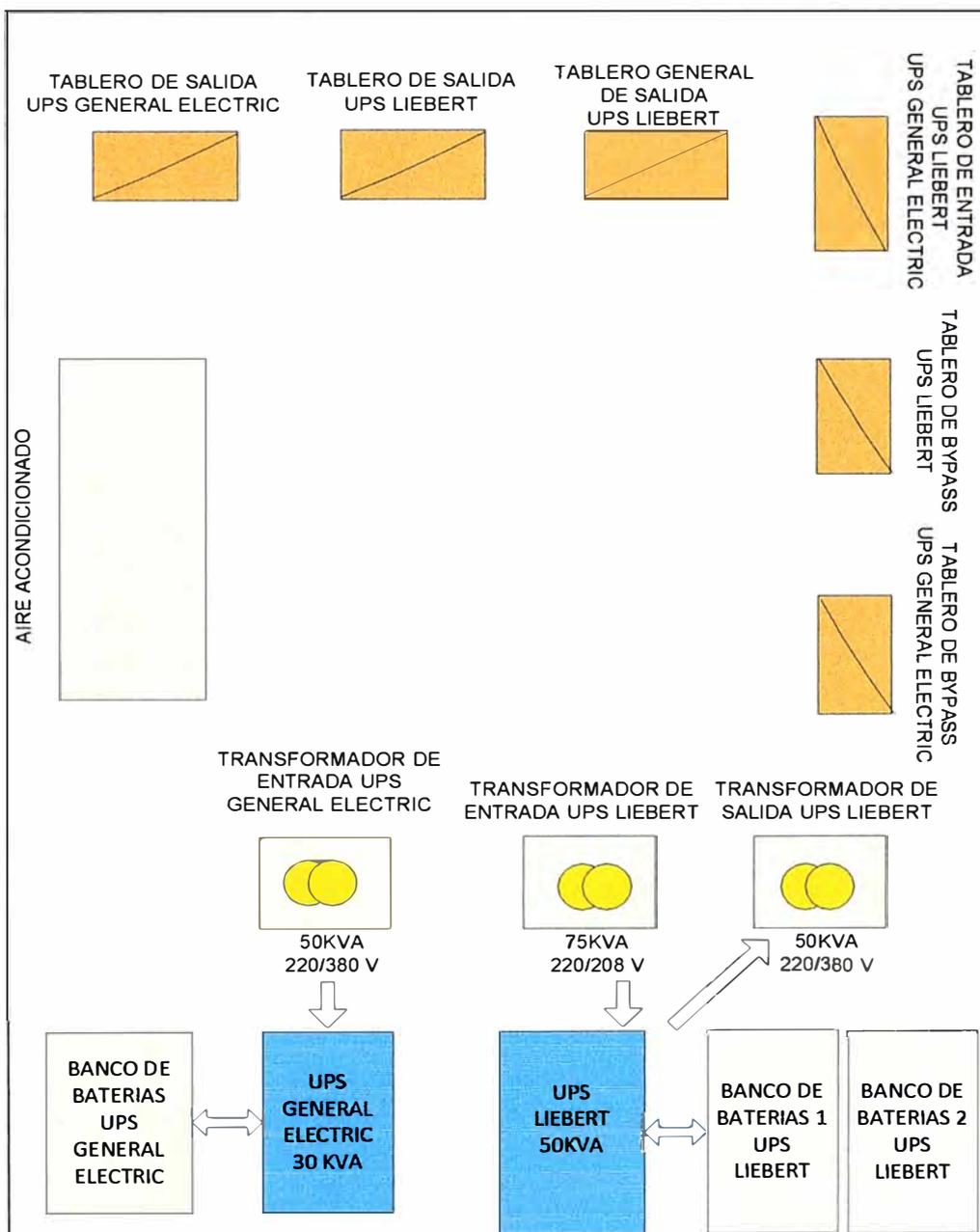


Figura 4.1 Esquema de un sistema redundante aislado para 02 equipos UPS

El esquema de la Figura 4.2 representa un sistema redundante aislado para dos equipos UPS. UPS's, incluye: interconexión de los equipos UPS, Transformador y Tablero Eléctrico, calibre de los cables a la entrada y salida de los transformadores y de los UPS's y capacidad y conexión de los interruptores termomagnéticos utilizados en los tableros eléctricos

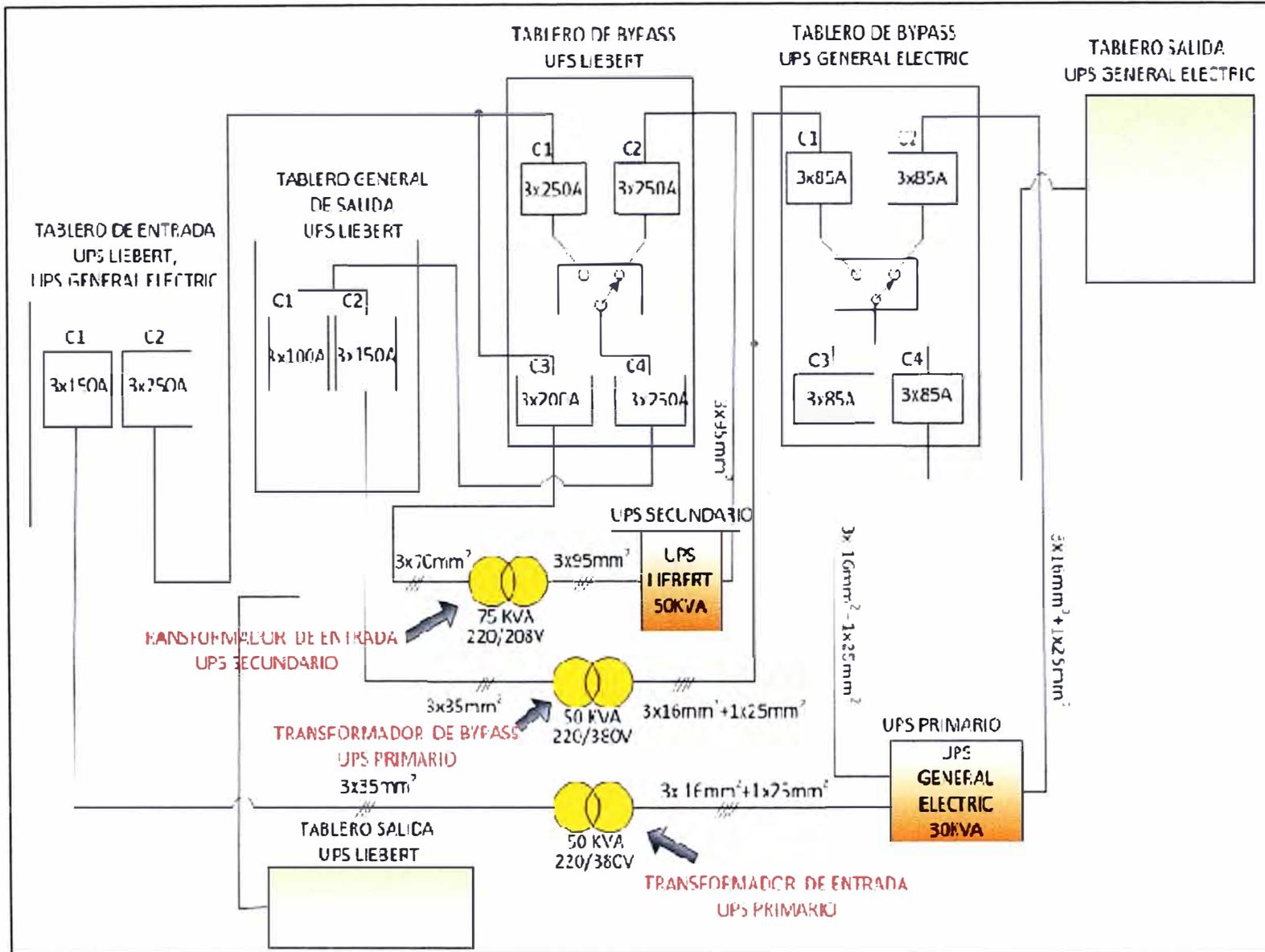


Figura 4.2 Diseño de un sistema redundante aislado para dos equipos UPS

4.7 UPS General electric modelo LP33

4.7.1 Gráficos e Imágenes del UPS General Electric modelo LP33

Las siguientes figuras muestran las diferentes vistas del UPS General Electric modelo LP33

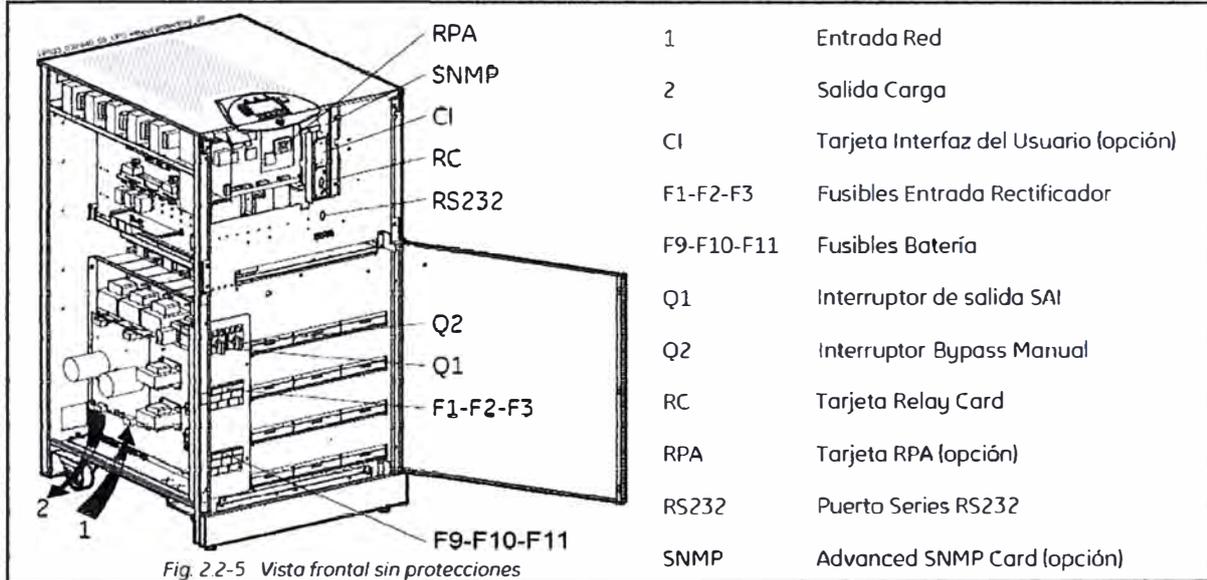
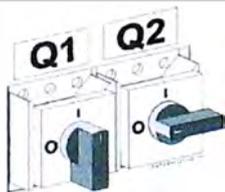


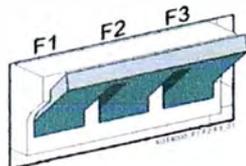
Figura 4.3 Vista frontal del UPS General Electric modelo LP33 sin protecciones

Fuente: Manual de Usuario del UPS General Electric modelo LP33

Interruptores de mando
 Q1: Interruptor de Salida del UPS
 Q2: Interruptor Bypass Manual



Fusibles de entrada al rectificador



Fusibles de batería

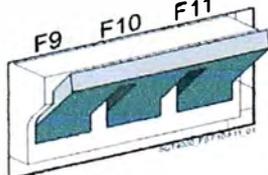


Figura 4.4 Vista frontal del UPS tomadas en el Laboratorio

Vista Lateral Izquierdo del UPS General Electric modelo LP33

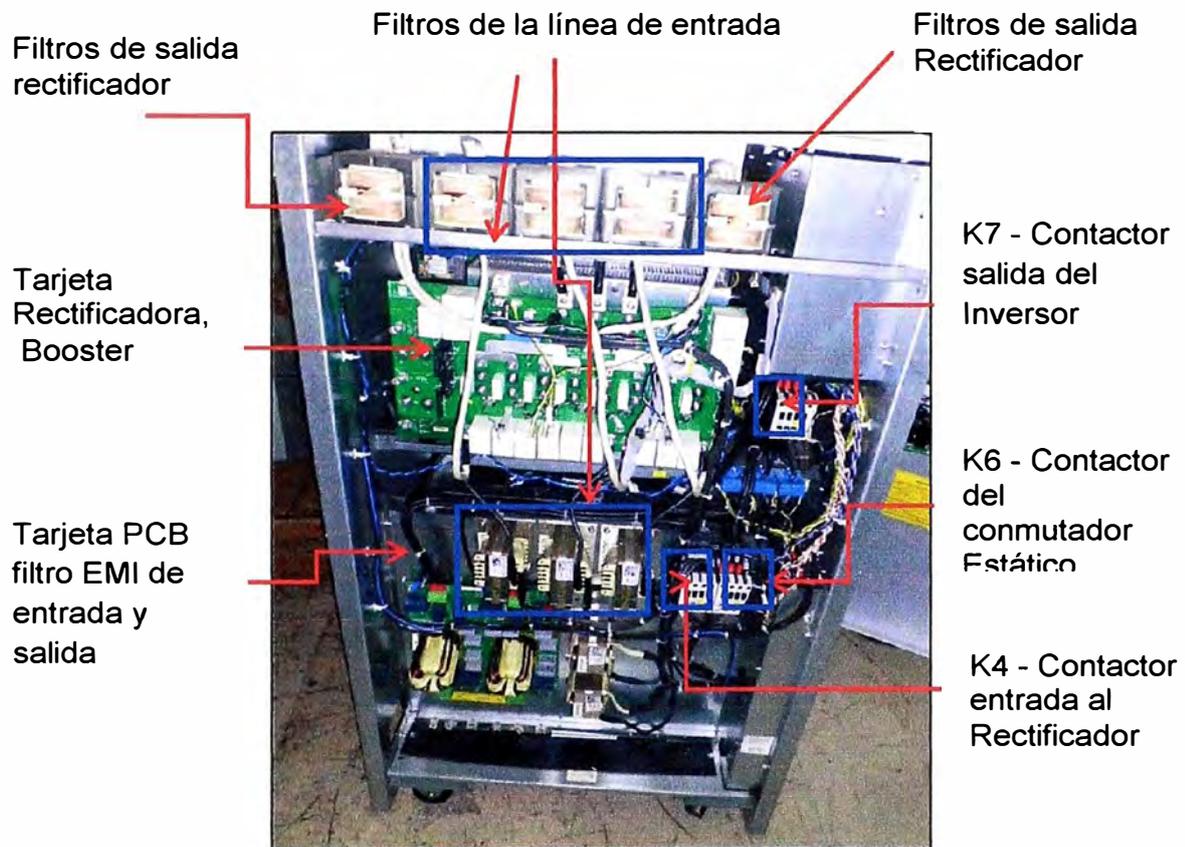


Figura 4.5 Vista Lateral izquierdo del UPS tomadas en el Laboratorio

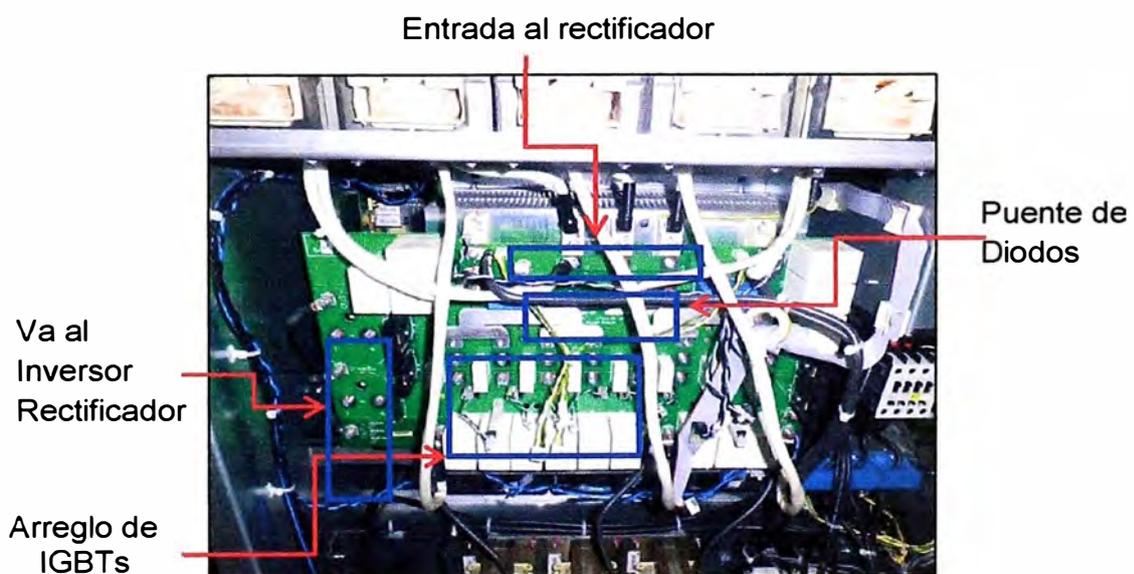


Figura 4.6 Tarjeta Rectificador, Booster

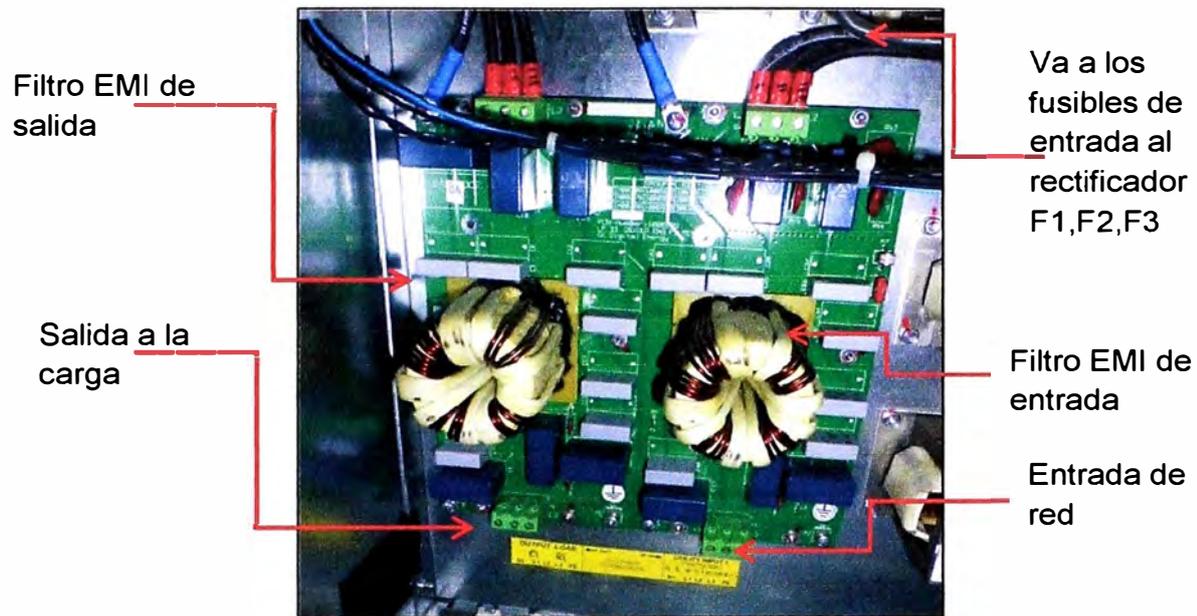


Figura 4.7 tarjeta PCB

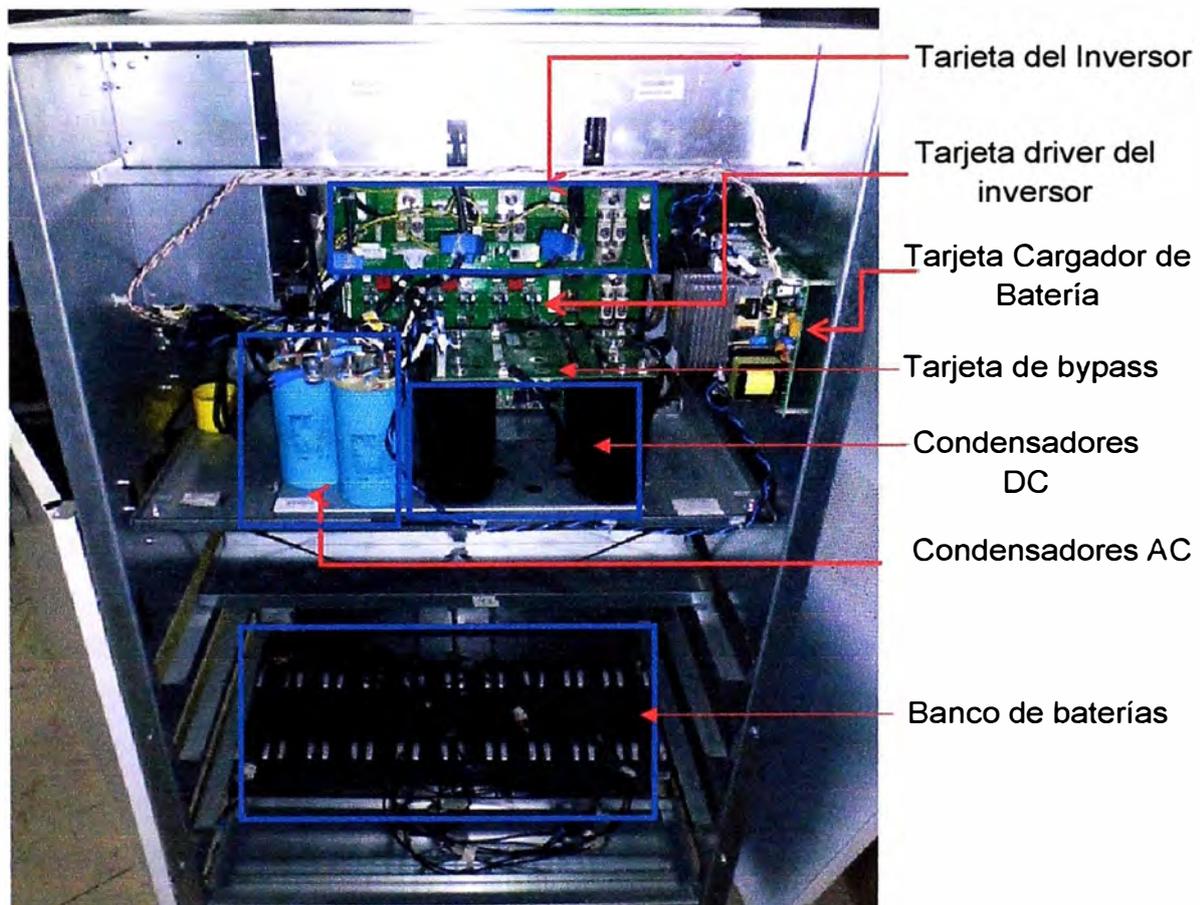


Figura 4.8 Vista lateral derecho del UPS Vista Lateral derecho del UPS General Electric modelo LP33

4.7.2 Diagrama de Bloques del UPS General Electric modelo LP33

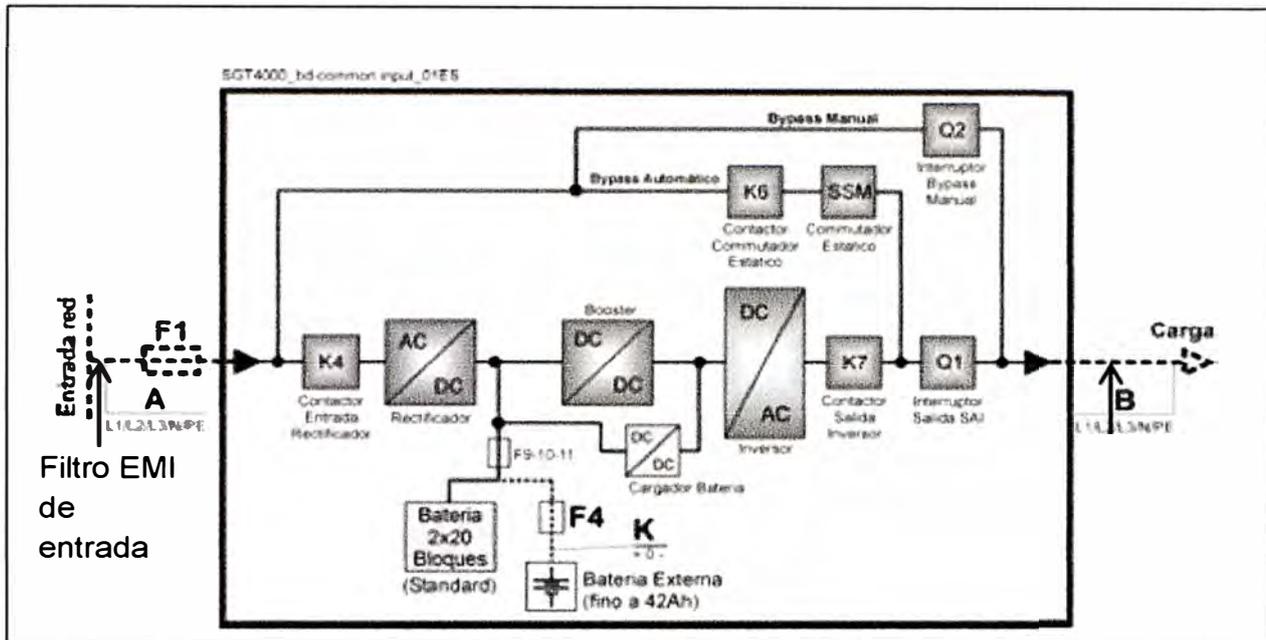


Figura 4.9 Diagrama de bloques del UPS General Electric modelo LP33
Fuente: Manual de Usuario del UPS General Electric modelo LP33

La línea de entrada es filtrada mediante filtros EMI contra picos y transitorios que pueda existir en la red, como protección llega a los fusibles de entrada F1, F2, F3 para evitar sobrecargas en las líneas, los contactores K4 y K6 estarán activos cuando hay entrada de la red.

La línea de entrada a través del contactor K4 pasa por los filtros de entrada e ingresa al rectificador que utiliza puente de diodos para generar el voltaje continuo $+V_{dc}=270V$, $-V_{dc}=270V$ y la referencia a neutro (N) para:

- Alimentar al banco de baterías previo pase por los fusibles de baterías F9, F10, F11 y controlado por la tarjeta cargador de baterías.
- Alimentar al booster que contiene un arreglo de IGBTs para elevar el voltaje DC ($+V_p=400$ $-V_p=400V$), la salida del booster pasa por los filtros DC antes de alimentar al inversor.

En operación normal el booster eleva el voltaje DC de salida del rectificador.

En operación de emergencia el booster eleva el voltaje DC de las baterías.

El inversor contiene un arreglo de IGBTs que genera el voltaje alterno a partir de un voltaje continuo que viene del booster, la salida del inversor pasa por los filtros AC y llega al contactor de salida del inversor K7 que estará activo cuando hay salida del inversor.

En operación normal y emergencia el Interruptor de salida Q1 es alimentado por el inversor a través del contactor K7. En condición de bypass el interruptor de salida Q1 es alimentado por la red a través del conmutador estático y el contactor K6.

En condición de Bypass manual el interruptor de salida Q2 es alimentada a través de la red. La línea de salida ya sea de Q1 o Q2 es filtrada mediante filtros EMI antes de ir a la carga.

Rectificador/Cargador.-

El rectificador/cargador consistirá de un interruptor de entrada, una red de supresión de entrada de EMI/transitorios, un filtro de salida y un rectificador de estado sólido de tres fases con circuitos de control para proporcionar regulación de voltaje constante/corriente constante y una entrada de corriente en la puesta en marcha del rectificador/cargador. El rectificador/cargador será uno del tipo de onda completa controlada usando SCR tanto en las patas positivas como negativas para eliminar hasta los armónicos ordenados.

Protección contra sobre corriente/transitorios.-

La entrada del rectificador/cargador estará protegida de ruidos y transitorios mediante una red de supresión de entrada de EMI/transitorios. La red de supresión estará fundida para minimizar el daño al UPS en el caso de que los transitorios de entrada excedan la clasificación de la red de supresión.

El rectificador/cargador estará regulado electrónicamente y la corriente limitada a proteger las conexiones a la entrada del inversor y a prevenir daños a la batería.

Circuitos de control.-

El rectificador/cargador estará equipado con un circuito de control Procesador de señales digitales (DSP) para proporcionar regulación de voltaje de CC constante de $\pm 1\%$ para $+15\%$ a -15% de cambio de voltaje de entrada de CA, para un cambio de frecuencia de entrada de $\pm 10\%$, o para variaciones de carga de 0% a 100% . El rectificador será capaz de operar a -20% de voltaje de entrada de CA sin descargar la batería.

La corriente de carga de la batería está normalmente limitada a lo que resulte menor de:

1. 20% de la capacidad de la batería en amperios/hora (expresada en amperios) y
2. La diferencia entre el máximo de corriente de salida del rectificador y la corriente de entrada real del inversor.

Esto asegurará un mínimo tiempo de recarga de la batería a la vez que asegura el máximo de vida útil de la batería, limitando la corriente de carga a un nivel seguro.

La corriente de carga de batería que se permite puede aumentarse por encima del 20% de la capacidad de la batería en amperios/hora para aquellas aplicaciones que requieren tiempos de recarga más rápidos. La corriente carga disponible real dependerá aún del nivel de carga de salida y del factor de potencia.

Los circuitos de control permitirán una operación continua del rectificador/cargador desde un generador con transitorios de frecuencia de salida de hasta 5 Hz .

Cuando se aplique energía de CA al rectificador/cargador, los circuitos de control limitantes de corriente entrarán durante un período de por lo menos 15 segundos para permitir la carga gradual de la fuente de alimentación normal de CA.

Los circuitos de control automáticamente proporcionarán la recarga de la batería a un voltaje elevado preseleccionado después de volver de una falla a la entrada normal de alimentación de CA. Los circuitos de control controlarán la corriente de carga de la batería y automáticamente volverán a un voltaje flotante preseleccionado cuando disminuya la corriente de la batería a un nivel preestablecido, evitando así la sobrecarga o la poca carga de la batería.

Los circuitos de control automáticamente apagarán el rectificador/cargador si alguna de las siguientes condiciones ocurre:

- 1 Alto voltaje de CC.
2. Sobrevoltaje de CA del 110% de la entrada de CA normal.
3. Pérdida de una fase en una entrada normal de CA.
4. Pérdida de entrada normal de CA.

Filtro de entrada.-

El rectificador/cargador contará con un filtrado de entrada para reducir las corrientes armónicas reflejadas desde la entrada del UPS a menos de 7% THD a carga total del UPS y para mejorar el factor de potencia de entrada a 0,93 de retraso. Este filtro de entrada será programable para desconectarse automáticamente de la fuente de entrada a niveles de carga reducida o cuando reciba la señal desde el controlador del UPS para coordinar con la operación del generador.

Filtro de salida.-

El rectificador/cargador estará provisto con filtrado de salida para limitar el voltaje ondulado de salida a 1% RMS para una carga de 0 a 100%.

Capacidad

El rectificador/cargador tendrá capacidad suficiente para suministrar el inversor al 100%, 0,8 PF de carga más la recarga de una batería (dimensionada hasta para 30 minutos) hasta el 95% de capacidad total dentro de diez (10) veces el tiempo de descarga.

Inversor

El inversor utilizar los transistores IGBT de conmutación rápida, modulación de ancho de pulso (PWM, por sus siglas en inglés). Consistirá de un puente interruptor, entrada de CC, filtro de salida y circuitos de control para proporcionar una regulación de voltaje de CA precisa, una cancelación de armónicos y una respuesta transitoria superior.

Circuitos de control

El inversor se proporcionará con circuitos de control de un Procesador de señal digital

(DSP) para proporcionar una regulación de CA constante y una respuesta transitoria como se haya especificado. Los controles de DSP de alta velocidad continuamente tomarán muestras de la salida para proporcionar un control de voltaje preciso.

El control de DSP de alta velocidad determinará la fase y la amplitud de los componentes armónicos 5°, 7°, 11° y 13° del voltaje de salida. Los resultados serán usados por un software de algoritmo acondicionador de armónicos para controlar el inversor inyectando en o reteniendo energía de la salida para desarrollar una limpia onda sinusoidal del voltaje de CA de salida al impulsar cargas no lineales.

Los circuitos proporcionarán una puesta en marcha inicial de bajo voltaje del inversor y escalarán hasta el voltaje total. Los circuitos de control automáticamente sincronizarán y bloquearán la fase de salida del inversor a la derivación de la fuente de alimentación de CA, siempre que la fuente de derivación esté dentro del rango de sincronización. El rango de sincronización será ajustable de $\pm 1/8$ Hz a ± 5 Hz, seleccionable en incrementos máximos de 0,1 Hz. Si la derivación de la fuente de alimentación de CA no se encuentra dentro de estos límites preestablecidos, entonces los circuitos de control romperán la sincronización y bloquearán hacia un oscilador de cristal interno.

Los circuitos de control automáticamente enviarán una señal al interruptor de derivación estático para transferir a la derivación de la fuente de CA y luego apagar el inversor debido a cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Fusible quemado del inversor.
2. Sobrecalentamiento.
3. Sobrecargas por límites especificados.
4. Voltaje de CC alto/bajo.
5. Inversor por encima o por debajo de la condición de voltaje de $\pm 5\%$ (ajustable).

Los circuitos de control automáticamente apagarán el inversor cuando la batería llegue al final de la descarga. EL UPS automáticamente se reiniciará y volverá a normal cuando vuelva la energía de CA de entrada.

Bypass Automatico

La entrada de la derivación automática estará protegida del ruido y los transitorios mediante una red de supresión de entrada de EMI/transitorios. La red de supresión estará fundida para minimizar el daño al UPS en el caso de que los transitorios de entrada excedan la clasificación de la red de supresión.

La derivación automática consistirá de un par de rectificadores controlados de silicio (SCR, por sus siglas en inglés) por fase (con cada par conectado en paralelo inverso) con un contactor conectado en paralelo y estará clasificado para llevar de forma continua un mínimo de 110% de la corriente de salida clasificada del UPS. La derivación automática

estará conectada entre la derivación (entrada) de la fuente de alimentación de CA y la salida del inversor.

Falla del inversor: si el inversor está fuera de los límites normales debido a una baja de voltaje o un sobrevoltaje, o se apaga por alguna razón, el interruptor de derivación automática se encenderá para proporcionar energía a la carga desde la derivación de la fuente de alimentación de CA sin interrupción.

Retransferencia al inversor: el interruptor de derivación automática será capaz de retransferir automáticamente la carga hacia el inversor después de que el inversor haya vuelto a condiciones normales y haya estado estabilizado durante un período de tiempo preestablecido. La retransferencia no sucederá si las dos fuentes no están sincronizadas.

Sobrecarga: si se detecta una sobrecarga del inversor, el interruptor de derivación automática operará como se describió anteriormente. No ocurrirá una transferencia a menos que se excedan las clasificaciones de sobrecarga del inversor y el tiempo descritos anteriormente.

Condiciones de transferencia

El interruptor de derivación automática transferirá la carga crítica desde la salida del inversor a la derivación de la fuente de alimentación de CA en las siguientes condiciones:

- El voltaje del inversor es menor de 95% del valor nominal (ajustable).
- El voltaje del inversor es mayor de 105% del valor nominal (ajustable).
- Finalizó el período de sobrecarga del inversor.
- Se apagó el inversor por alguna razón.

El interruptor de derivación automática inhibirá la transferencia a la derivación de la fuente de alimentación de CA debido a las siguientes condiciones:

- El voltaje de la derivación de la fuente de alimentación de CA es menor de 90% del valor nominal (ajustable).
- El voltaje de la derivación de la fuente de alimentación de CA es mayor de 110% del valor nominal (ajustable).
- El inversor no está bloqueado en la fase a la derivación de la fuente de CA.

Condiciones de retransferencia automáticas: el sistema retransferirá automáticamente la carga al inversor siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

- La lógica del inversor y la derivación de la fuente de alimentación de CA están sincronizadas y en fase.
- Las condiciones del inversor son normales.
- La salida del UPS no está sobrecargada.

Tiempo de transferencia: el tiempo máximo de transferencia para cambiar del inversor a la derivación de la fuente de alimentación de CA será de 100 microsegundos.

4.8 UPS Liebert modelo AP300

4.8.1 Gráficos e imágenes del UPS Liebert modelo AP300

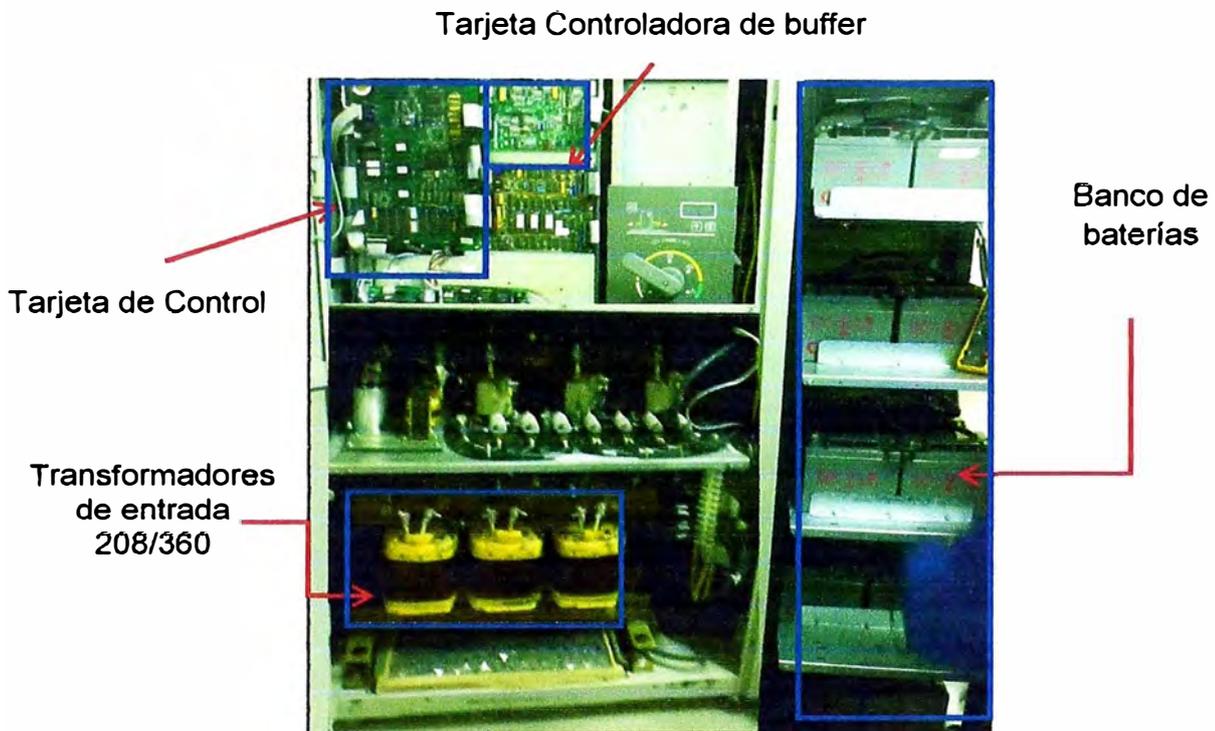


Figura 4.10 Vista frontal del UPS tomadas en Laboratorio

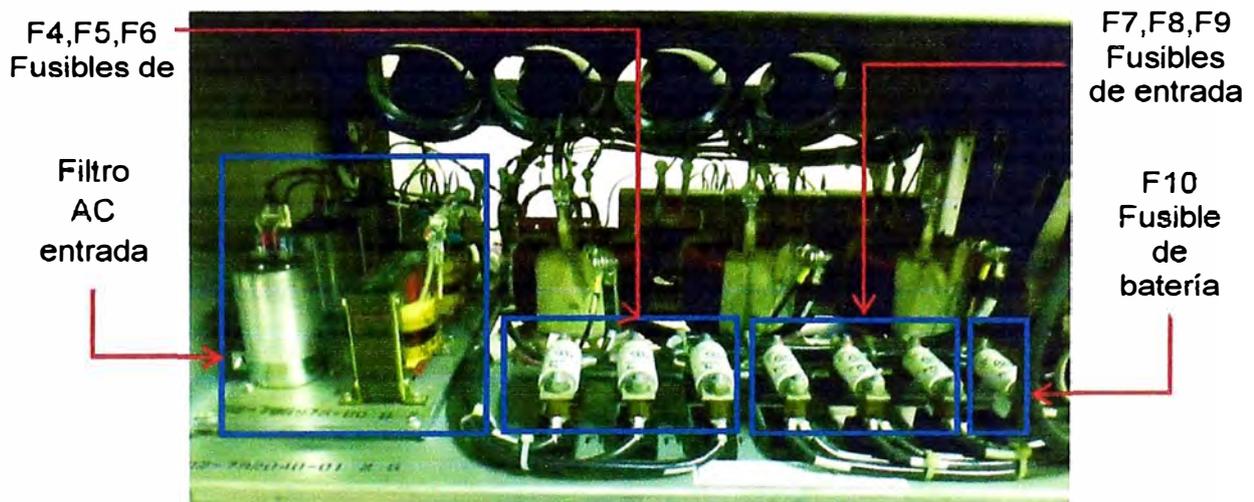


Figura 4.11 Fusibles y filtro AC de entrada tomadas en Laboratorio

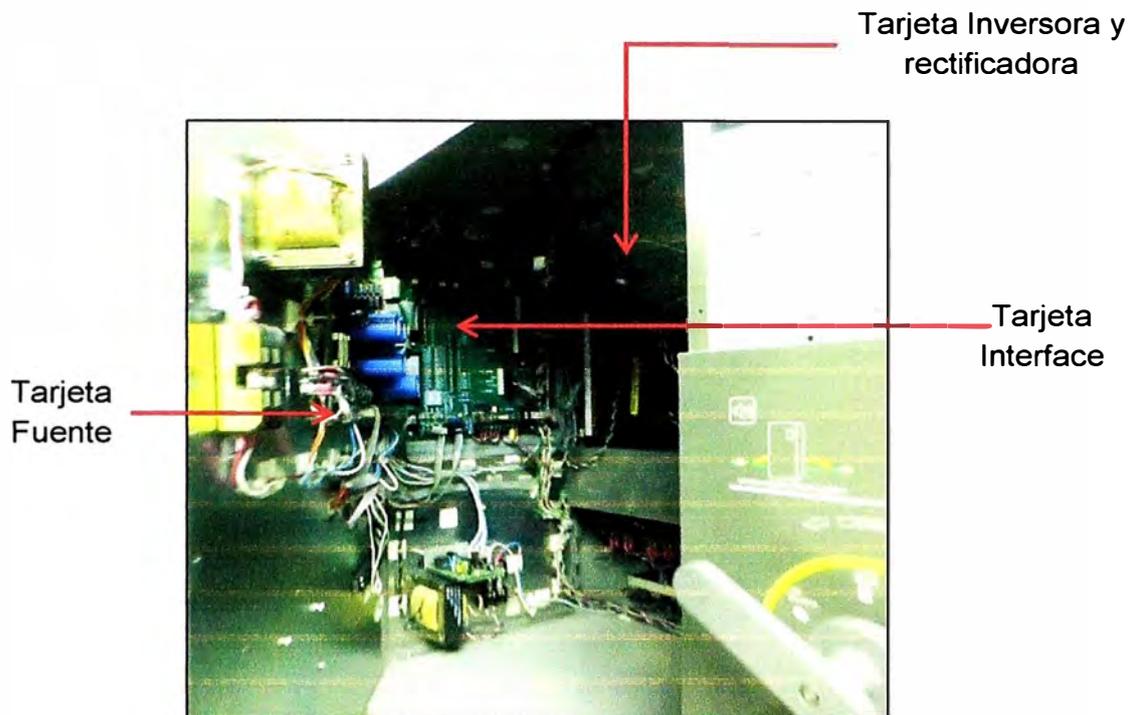


Figura 4.12 Tarjeta Inversor, Rectificador, Interface y Fuente



Figura. 4.13 Vista posterior del UPS Liebert tomadas en Laboratorio

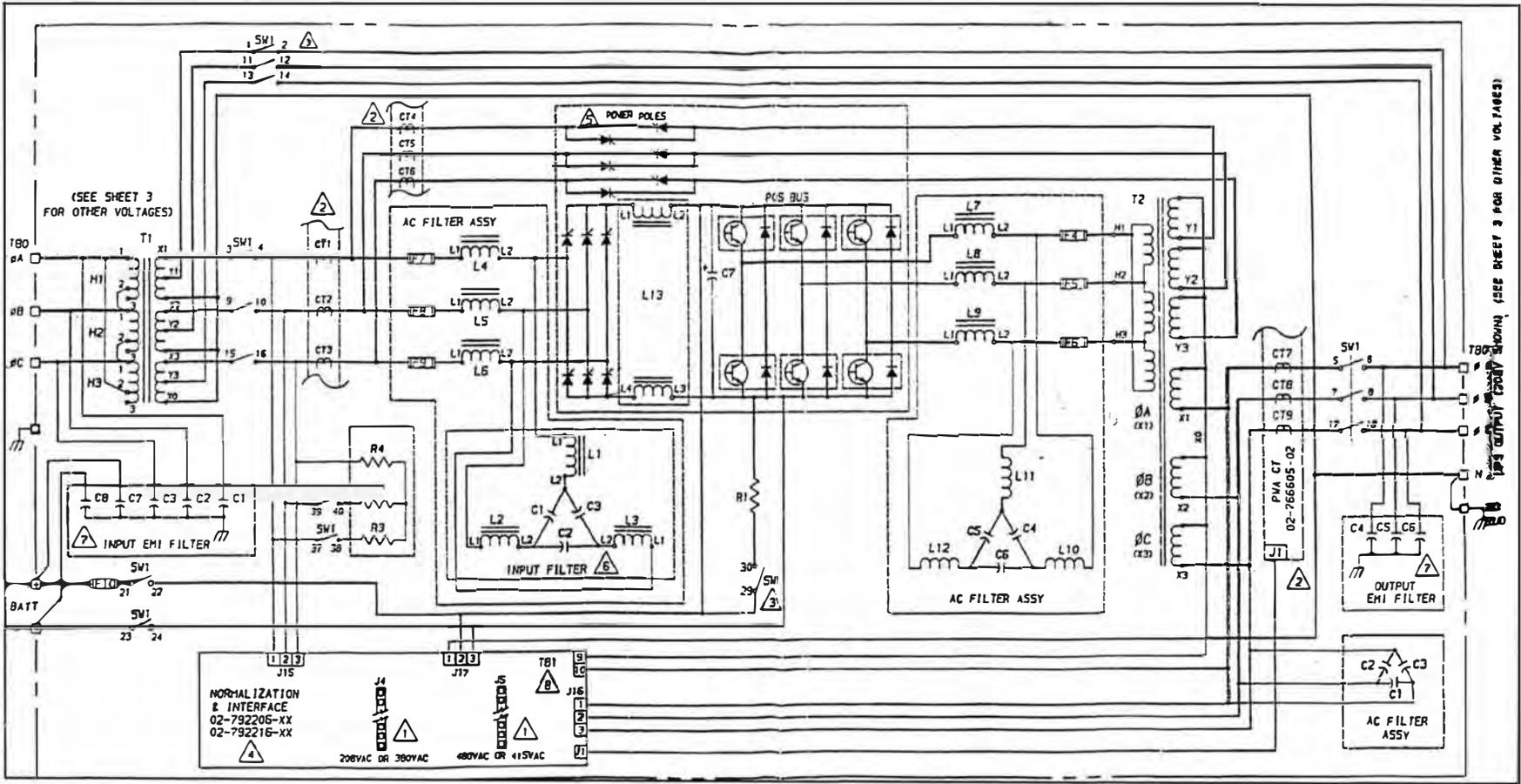


Figura 4.14 Diagrama Esquemático del UPS Liebert MODELO AP300

Fuente: Manual Técnico del UPS Liebert modelo AP300

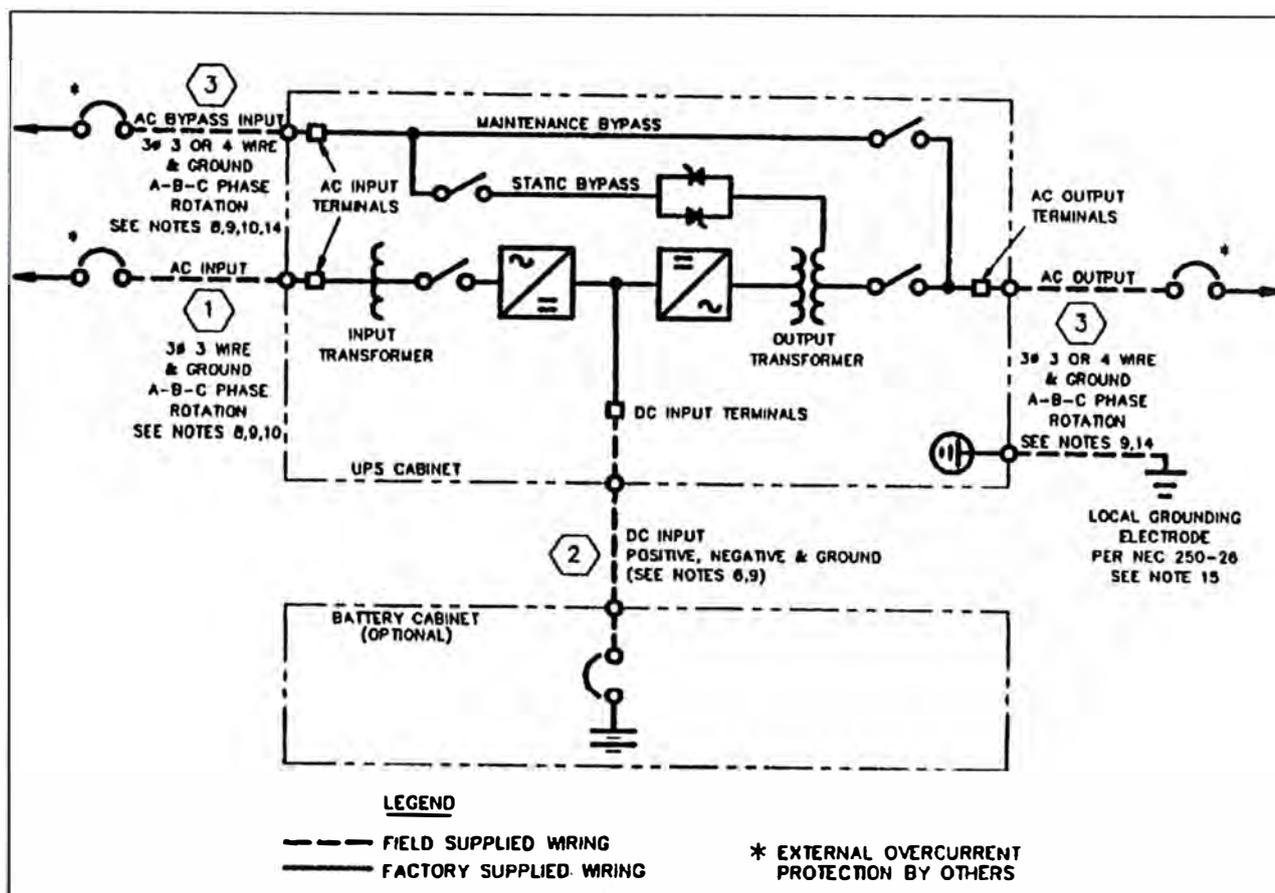


Figura. 4.15 Diagrama de Bloques del UPS Liebert modelo AP300
Fuente: Manual de Usuario del UPS Liebert modelo AP300

La línea de entrada es filtrada mediante filtros EMI contra picos y transitorios que pueda existir en la red e ingresa al transformador de entrada (Voltaje entrada = 208V, Voltaje salida = 360V) , a la salida del transformador se utiliza los fusibles de entrada F7,F8,F9 como protección para evitar sobrecargas en las líneas y filtros AC de entrada para luego alimentar al rectificador que consiste en puente de tiristores para generar voltaje continuo $V_{dc} = 405V$ la salida del rectificador pasa por los filtros DC y sirve para:

- Alimentar al banco de baterías protegido por el fusible de batería F10.
- Alimentar al inversor que consiste en puente de transistores en configuración Darlington

La salida del inversor pasa por los filtros AC de salida luego a los fusibles de salida F4,F5,F6 hasta aquí obtenemos una onda cuadrada con valor pico de 180V, por ello se utiliza unos toroides y filtros AC para elevar la señal a 220V senoidal.

En condición de bypass estático o interno la carga esta alimentado por la red eléctrica a través del conmutador estático conformado por tiristores, el bypass estatico y ocurre cuando existe una sobrecarga en el inversor.

CAPÍTULO V PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y COSTOS

5.1 Arranque de los Equipos

Arranque del UPS 1 (UPS Primario)

Antes de hacer el arranque del equipo se debe asegurar que:

- Todas las conexiones de entrada y salida hayan sido realizadas correctamente.
- Los interruptores Q1 y Q2 estén abiertos (posición O) y los fusibles F1, F2, F3 – Entrada rectificador y F9, F10, F11 – Baterías estén abiertos.

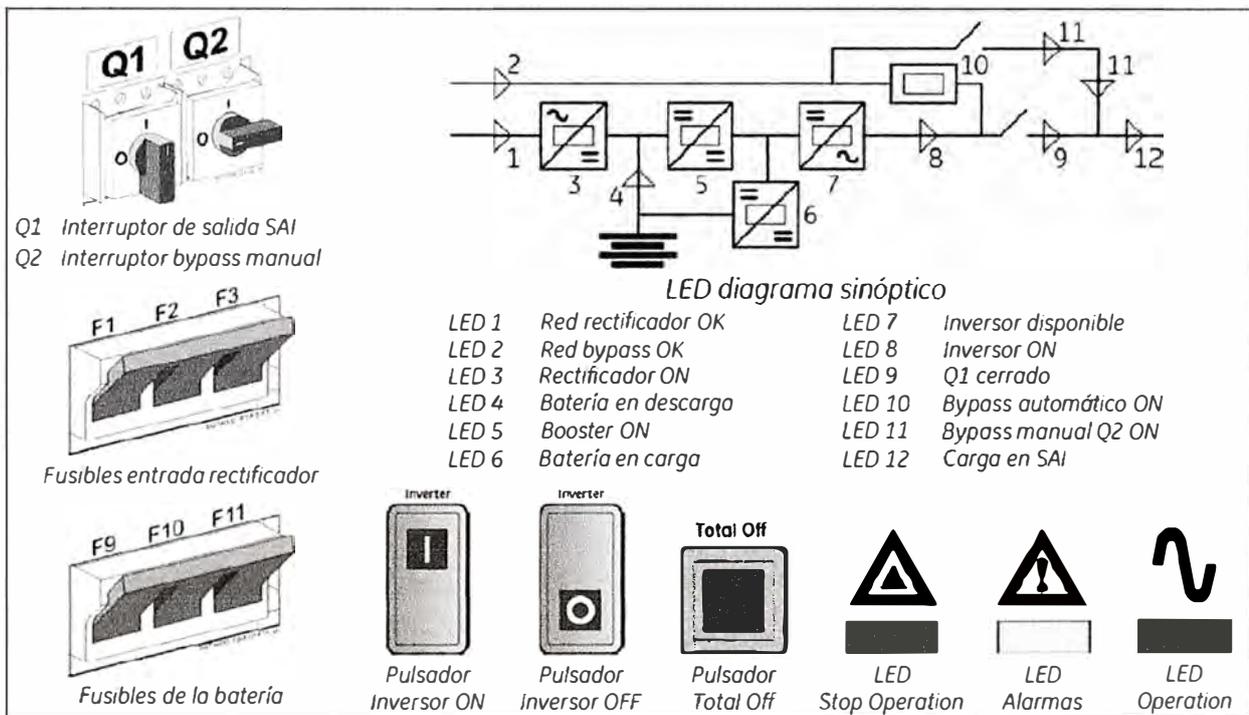


Figura. 5.1 Esquema de los componentes e indicadores del UPS General Electric modelo LP33 (UPS Primario) para su arranque
Fuente: Manual de Usuario del UPS General Electric modelo LP33

1. Conectar los fusibles F1, F2, F3 - entrada al rectificador
2. Conectar la tensión de entrada
3. Conectar los fusibles F9, F10, F11 - Baterías
4. Cerrar el interruptor de salida Q1 (Pos I). La salida se alimentará a través del bypass automático

5. Arrancar el inversor presionando INVERTER ON
6. Conectar la carga

Arranque del UPS 2 (UPS Secundario)

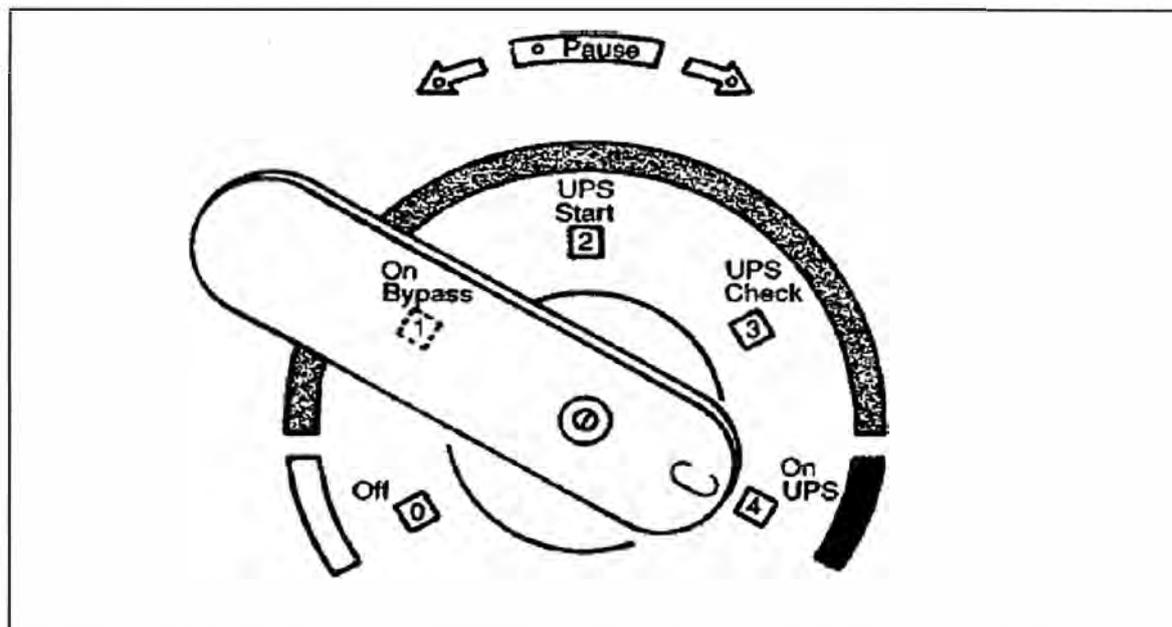


Figura. 5.2 Operadores del Control del UPS Liebert series 300 (UPS Secundario)
Fuente: Manual de Usuario del UPS Liebert modelo AP300

Para operar el UPS consiste en observar los indicadores del operador del panel de control y realizar los pasos apropiados. Cuando la energía de entrada es por primera vez aplicada al UPS la pantalla muestra un mensaje donde el operador revisa el sistema de configuración y procede a iniciar el arranque del UPS.

Una vez completado el arranque del UPS y existe la condiciones normales, se procede a operar el switch rotatorio según lo que se indica en la pantalla:

Posición 0: Apagado

Desconecta toda energía a la carga. El UPS está en shut down. Todas las alarmas e indicadores están inoperativos.

Posición 1: En Bypass

- Conecta la carga crítica a la entrada de energía
- El Módulo del UPS es desenergizado

Posición 2: UPS / Start

Conecta toda energía a los controles, rectificador/cargador, inversor e inicia el test sobre los componentes del UPS.

Posición 3: UPS Check

Conecta las baterías al UPS e inicia test en las baterías.

Posición 4: "On UPS"

Conecta la carga crítica al módulo del UPS y se establece en operación normal.

El modulo de UPS esta sincronizado con la energía de entrada

El porcentaje de energía usado por la carga crítica siempre tiene que ser menor o igual a 100 en operación normal. Si la carga crítica es mas de 100% un mensaje de aviso aparecerá en la pantalla.

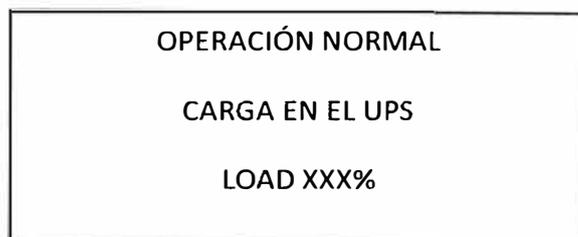


Figura 5.4 Pantalla de Operación Normal del UPS

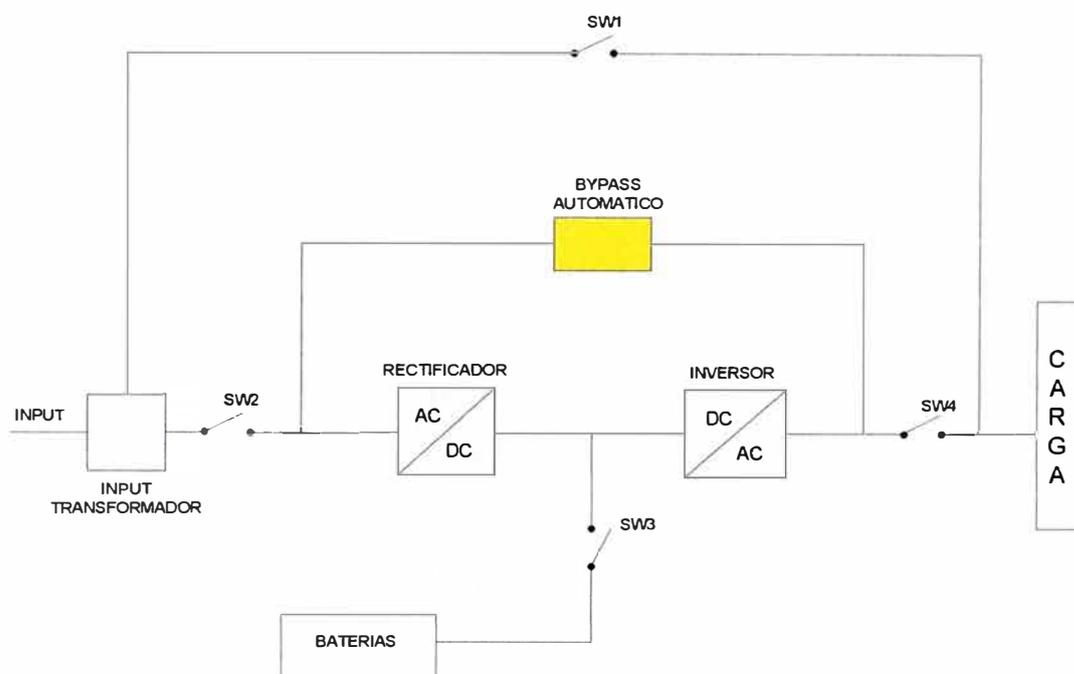


Figura 5.5 Ubicación de los switches en el diagrama de bloques del UPS Liebert (UPS Secundario)

Tabla 5.1 Estado de los switches correspondiente a la posición del Operador de Control en el UPS Liebert (UPS Secundario)

POSICIÓN DEL SWITCH	SW1	SW2	SW3	SW4
0	ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO
1	CERRADO	ABIERTO	ABIERTO	ABIERTO
2	CERRADO	CERRADO	ABIERTO	ABIERTO
3	CERRADO	CERRADO	CERRADO	ABIERTO
4	ABIERTO	CERRADO	CERRADO	CERRADO

5.2 Costos de los Equipos

Tabla 5.2 Tabla de Costos de los equipos y accesorios del UPS Principal

IT	Cantidad	Descripción	Costo Unitario S/.	Costo Total S/.
01	01	UPS Trifásico, marca General Electric, 380V/380V Modelo: Lan Pro 33, Potencia: 30 KVA	50,561.92	50,561.92
02	02	Transformador de 50 KVA Entrada: 220 Salida: 380 Trifásico Delta Estrella – Salida con neutro	9,954.33	19,908.67
03	01	Tarjeta SNMP/WEB Plug-in adapter for LP33U-10. (Tarjeta de Monitoreo)	1,790.54	1,790.54
04	02	Rack de Batería	1,750.00	3,500.00
05	80	Baterías 12V-42 AH Autonomía : 1 hora Banco Externo	458.08	36,646.40
06	02	Breaker de Baterías 3 x 120 de 25 KA de ruptura, Trifásico tipo caja moldeada.	787.50	1,575.00
07	01	Tablero eléctrico de entrada UPS Principal	1,100.00	1,100.00
08	01	Tablero eléctrico de bypass UPS Principal	3,500.00	3,500.00
09	01	Aire acondicionado	8,660.00	8,660.00
COSTO TOTAL S/.				127,242.53

Tabla 5.3 Tabla de Costos de los equipos y accesorios del UPS Secundario

IT	Cantidad	Descripción	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
01	01	UPS Trifásico True On Line, marca Liebert, 220/220 VAC, Modelo AP300, Potencia: 50 KVA	57,064.00	57,064.00
02	01	Transformador de Aislamiento Trifásico capacidad: 75 KVA, 220/208 VAC.	9,583.22	9,583.22

03	40	Baterías de 140 w/celda o 33 AH	478.01	19,120.64
04	02	Gabinete de Batería	3,330.91	6,661.81
05	01	SNMP WEB CARD (Tarjeta de monitoreo)	814.15	814.15
06	01	TVSS Power Sure 100KA, Trifásico Estrella 480/277 VAC configurado a 380/220 VAC	1,180.00	1,180.00
07	01	Breaker de Baterías 3x160A tipo caja moldeada	3,648.62	3,648.62
08	01	Tablero Eléctrico de entrada UPS Secundario	1,200.00	1,200.00
09	01	Tablero Eléctrico de Bypass UPS Secundario	4,000.00	4,000.00
10	01	Tablero General de salida UPS Secundario	1,700.00	1,700.00
11	01	Aire acondicionado (5TN)	8,660.00	8,660.00
COSTO TOTAL S/.				113,632.44

Tabla 5.4 Tabla de Costos de los materiales

IT	INSUMO	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (S/.)
01	Cable THW-90 95 mm ²	25.12	30 metros	753.60
02	Cable THW-90 70 mm ²	19.60	15 metros	294.00
03	Cable THW-90 35 mm ²	13.05	30 metros	391.52
04	Cable THW-90 25 mm ²	9.48	20 metros	189.64
05	Cable THW-90 16 mm ²	5.20	60 metros	312.00
06	Terminales de 95 mm ²	3.00	12 unidades	36.00
07	Terminales de 70 mm ²	1.70	06 unidades	10.20
08	Terminales de 35 mm ²	1.30	12 unidades	15.60
09	Terminales de 25 mm ²	1.00	08 unidades	8.00
10	Terminales de 16 mm ²	0.60	20 unidades	12.00
11	Cinta aislante 3M	3.50	03 rollos	10.50
12	Cintillos plásticos de 30cms	11.00	01 bolsas	11.00
COSTO TOTAL S/.				2,044.06

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Al haber realizado el análisis de factibilidad económica para la conexión de 02 equipos UPS en conexión redundante aislado se ha determinado el monto de los recursos económicos necesarios para mantener con energía la carga crítica en los Centros de Datos bajo este tipo de configuración.
2. Una configuración redundante aislada se aplica cuando se requiere más energía o redundancia que un sistema paralelo puede proporcionar.
3. En un sistema redundante aislado la unidad redundante permite alimentar cargas no críticas o funcionar sin carga.
4. Una solución de protección de energía para mantener a los servidores del centro de datos con tensión estable y continua es a través de los UPS.
5. Son muchos los factores que se deben tener en consideración al momento de adquirir uno de estos sistemas de respaldo y como se trata de una inversión que debe ser evaluada y estudiada como tal; las características que deben poseer dependen directamente del sistema que se requiere proteger.

ANEXO A
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL UPS GENERAL ELECTRIC MODELO LP33

TABLA A. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL UPS GENERAL ELECTRIC MODELO LP33

DATOS GENERALES

Topología	Doble Conversión
Potencia de salida	30KVA
Factor de potencia nominal de salida	0.8
Máxima potencia activa a carga nominal	30KW
Temperatura ambiente	UPS: 0°C a 40°C (nominal 25°C) Baterías: 20°C a 25°C (recomendado)
Temperatura de almacenamiento	-25°C a 55 °C
Configuración en paralelo	Hasta 04 equipos para redundancia en paralelo

BATERÍA

Tipo de batería	Batería hermética de plomo (VRLA)
Número de baterías montadas en el UPS	120 (3x2x20)

RECTIFICADOR

Voltaje	Voltaje de entrada	3x380V
	Rango del voltaje de entrada	323V a 460V
Frecuencia	Frecuencia de entrada	50/60Hz
	Rango de la frecuencia de entrada	±10% frecuencia de entrada (45 a 66 Hz)

INVERSOR

Número de fases	3 fases, 03 cables para la línea, 01 cable para el neutro y 01 cable de tierra
Tensión de salida	3x380V
Frecuencia de salida	50/60Hz (seleccionable)
Puente inversor	Tecnología IGBT
Forma de onda salida	Senoidal
Capacidad de sobrecarga (a FP = 0.8)	125% - 10 minutos 150% - 1 minuto

ANEXO B
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL UPS LIEBERT MODELO AP341

TABLA B. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL UPS LIEBERT MODEL AP300**DATOS GENERALES**

Topología	Doble Conversión
Potencia de salida	50KVA
Factor de potencia	0.8
Máxima Potencia activa a carga nominal	40KW
Temperatura ambiente	UPS: 0°C a 40°C
	Baterías: 25°C ± 5°C
Temperatura de almacenamiento	-20°C a 70°C

BATERÍA

Tipo de batería	Plomo-ácido
Número de baterías	30

ENTRADA

Número de fases	3 fases, 3 cables para la línea y 01 cable de tierra	
Voltaje	Tensión de entrada nominal	208V
	Rango de la tensión de entrada	+10% -15% [187.2V a 239.2 V]
Frecuencia	Frecuencia de entrada nominal	60Hz
	Rango de la frecuencia de entrada	± 5% nominal [57Hz a 63Hz]
	Rango de sincronización de la frecuencia de entrada	0.5/1/3/5 Hz
Corriente	Corriente nominal	96A
	Corriente máxima	125% nominal [120A]

INVERSOR

Número de fases	3 fases, 03 cables para la línea, 01 cable para el neutro y 01 cable de tierra	
Voltaje	Tensión de salida	
	Rango de la tensión de salida	±1% carga balanc. ±1% carga desbal. 20%±2% carga desbalanceada 50%±5% carga desbalanceada
Frecuencia	Frecuencia de salida nominal	
	Rango de la frecuencia de salida	±0.1% nominal [59.94Hz a 60.06Hz]
Corriente	Nominal	83A
Capacidad de sobrecarga	125% - 10 minutos 150% - 1 minuto	

ANEXO C
TABLA DE EMPRESAS QUE UTILIZAN CONEXIÓN CON CONFIGURACION
REDUNDANTE AISLADO Y REDUNDANTE PARALELO EN LOS UPS

**TABLA C.1 EMPRESAS QUE TIENEN LA CONFIGURACION
REDUNDANTE AISLADO EN LOS UPS**

Empresa	UPS Primario			UPS Secundario		
	Marca	Modelo	Potencia	Marca	Modelo	Potencia
Luz del Sur Sede San Isidro	General Electric	LP33	30KVA	Liebert	AP356	50KVA
Luz del Sur sede Chacarilla	General Electric	LP33	30KVA	Liebert	AP341	30KVA
Luz del Sur sede San Juan de Miraflores	General Electric	LP33	30 KVA	Liebert	AP341	30 KVA
El Comercio sede Cercado Lima	Liebert	NXa	80KVA	Liebert	AP381	125KVA
El Comercio sede San Isidro	Powerwar	9355- 3 ϕ -N- ϕ	30KVA	Liebert	AP341	30KVA
Telefonica sede Cercado	General Electric	LP33	30 KVA	Liebert	AP356	50 KVA

**TABLA C.2 EMPRESAS QUE TIENEN LA CONFIGURACION
REDUNDANTE PARALELO EN LOS UPS**

Empresa	UPS 1			UPS 2		
	Marca	Modelo	Potencia	Marca	Modelo	Potencia
Banco Continental BBVA	General Electric	Site Pro	250 KVA	Liebert	Site Pro	250 KVA
La Positiva sede San Isidro	Liebert	Nx	40 KVA	Liebert	Nx	40 KVA
La Positiva sede Lince	Liebert	Nx	20 KVA	Liebert	Nx	20 KVA
Unibanca sede Miraflores	Liebert	Nx	40 KVA	Liebert	Nx	40 KVA
Telefonica sede Magdalena	Liebert	Nx	80 KVA	Liebert	Nx	80 KVA
SUNAT sede chucuito	General Electric	LP33	30KVA	General Electric	LP33	30 KVA

ANEXO D
GLOSARIO

By-Pass.- Su función es conectar la carga del UPS con la línea de entrada (red)

Cambios en “caliente” (hot swapp).- Capacidad de realizar cambios de módulos internos de los UPS para incrementar la potencia o el tiempo de respaldo en cualquier momento y sin requerir personal especializado.

Carga crítica.- Aquel equipo electrónico que no se debe dejar de alimentar eléctricamente porque es vital en un proceso determinado, estos equipos necesitan ser protegidos por los UPS.

Data Center.- Un data center (centro de cómputo, centro de proceso de datos), es una instalación empleada para albergar los sistemas de información y sus componentes asociados, como las telecomunicaciones y los sistemas de almacenamiento. Generalmente incluye fuentes de alimentación redundantes o de respaldo, conexiones redundantes de comunicaciones, controles de ambiente (por ejemplo, aire acondicionado) y otros dispositivos de seguridad.

Escalamiento.- La arquitectura modular permite y provee el escalamiento en potencia y en baterías; siendo modular facilita en cualquier momento y en una forma sencilla tal como introducir una gaveta más para poder aumentar la capacidad de potencia o de incremento del tiempo de respaldo.

Modularidad.- Algunos fabricantes de UPS definen el termino modularidad, llamando módulo a un UPS completo, dos módulos serían dos UPS idénticos y así, sucesivamente.

Ruidos EMI RFI

EMI Interferencia electromagnética.- Perturbaciones que introducen los equipos en la red eléctrica. Ejemplo.: Luces fluorescentes, aparatos eléctricos (batidoras, aspiradoras, taladros).

RFI Interferencia de radiofrecuencia.- Perturbaciones que introducen los equipos por el aire (radiados). Ejemplo: Sistemas de radio.

Redundancia.- Ahorra el costo de adquirir un segundo UPS para lograr disponibilidad constante, esta redundancia está presente en cada etapa crítica: potencia, batería, que garantice una continua fluidez en el servicio eléctrico.

SAI.- Sistema de alimentación Ininterrumpida

TVSS (Transient Voltage Surge Suppressors).- Los supresores de transitorios TVSS o dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias (DPS) son equipos destinados a proteger las instalaciones eléctricas contra aquellas sobretensiones (elevaciones de voltaje) generadas por fenómenos transitorios. Estos fenómenos inesperados traen consigo consecuencias dramáticas para las instalaciones y cargas sensibles.

UPS (Uninterrupted Power Suply).- Fuente ininterrumpida de energía eléctrica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] General Electric "Manual de Usuario" modelo LP33
- [2] Liebert "Manual de Usuario" modelo AP300
- [3] Liebert "Manual de Usuario" modelo UPS Station S3
- [4] Muhammed H. Rashid "Electrónica de Potencia" Editorial Prentice Hall
- [5] <http://www.Liebert.com>
- [6] <http://www.gedigitalenergy.com>
- [7] SISTELEC SERVICIOS SAC Documento de cotizaciones e instalaciones eléctricas
- [8] Lista de Precios 2013 - Schneider Electric
- [9] Comparación de configuraciones de diseño de sistemas UPS – APC
[http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20del%202012/Comparacion de configuraciones de diseño de sistemas UPS.pdf](http://www.fasor.com.sv/whitepapers/whitepapers/Whitepapers%20del%202012/Comparacion%20de%20configuraciones%20de%20diseño%20de%20sistemas%20UPS.pdf)
- [10] UPS En que consisten de que y como protegen
http://www.energitsa.com.ar/cursos/Capitulo_09.pdf
- [11] Básicos para UPS - Eaton
<http://www.sweetpacks-search.com/search.asp?q=basicos+para+ups+eaton&ln=es&src=1095&ptr=0&st=23&sf=0>
- [12] Tabla de datos técnicos del cable THW
<http://www.indeco.com.pe>
- [13] Protección de personas en sistemas de alimentación con fuentes ininterrumpidas de energía – Schneider Electric
http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/cuadernostecnicos/129_2.pdf
- [14] Sistemas de alimentación ininterrumpida
<http://www.slideshare.net/Jomicast/instalacin-de-un-sistema-de-alimentacin-ininterrumpida>
- [15] Como elegir la UPS correcta
http://www.pactual.com/articulo/zona_practica/paso_a_paso/paso_a_paso_hardware/8225/como_elegir_sai_ideal_potencia_necesaria_claves_uso.html