

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



ESCALABILIDAD Y REDUNDANCIA PARA SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDAS (UPS) TRIFÁSICOS EN AMBIENTES DE CARGA CRÍTICA EN CONSTANTE CRECIMIENTO

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

RODOLFO RICARDO CASTRO BACA

PROMOCIÓN

1974 - II

LIMA – PERÚ

2010

**ESCALABILIDAD Y REDUNDANCIA PARA SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN
ININTERRUMPIDAS (UPS) TRIFÁSICOS EN AMBIENTES DE CARGA CRÍTICA EN
CONSTANTE CRECIMIENTO**

DEDICATORIA
A MI ESPOSA

SUMARIO

En los ambientes de servidores de las empresas actuales, el número de cargas catalogadas dentro de la categoría de críticas está aumentando rápidamente así como el rango creciente de equipos basados en microprocesador que se incorporan en los mercados industriales y comerciales como procesos transaccionales y comercio electrónico. Estas cargas críticas demandan crecimiento permanente de la escalabilidad y disponibilidad de las salas de servidores.

El presente informe desarrolla el concepto de protección de energía bajo demanda con módulos escalables y redundantes de 10-100 kVA intercambiables en caliente para ambientes con carga crítica. Para ajustarse a la tecnología avanzada de las computadoras, se ha desarrollado una tecnología nueva igualmente avanzada de protección de la energía: la de UPS trifásico de tecnología modular, redundante n+1 que permite aumentar la capacidad del sistema de energía según las demandas de la carga a la vez que proporciona una disponibilidad continua y al más alto nivel..

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción del Problema	3
1.2 Objetivos del trabajo	3
1.3 Evaluación del problema	4
1.4 Limitaciones del trabajo	4
1.5 Síntesis del trabajo	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	
2.1 Sistemas UPS	6
2.2 Clasificación de los UPS	6
2.2.1 Según el Tipo de corriente que alimenta la carga	6
2.2.2 Según la forma de generar energía auxiliar	7
2.3 UPS Estáticos	8
2.4 UPS Interactivos	8
2.4.1 Parámetros de UPS Interactivos	9
2.5 Empleo de los UPS Interactivos	11
2.6 UPS en línea	11
2.7 Elementos del UPS en línea	13
2.7.1 Conversor	13
2.7.2 Cargador de baterías	14
2.7.3 El Inversor	15
2.7.4 Puente	17
2.7.5 Llave de salida	18
2.7.6 Filtro de salida	18
2.7.7 Control del sistema (DSP)	18
2.7.8 Las baterías	19
2.8 Ecomode	19
2.9 Estándares de los UPS en línea	19
2.9.1 Compatibilidad Electromagnética	19
2.9.2 Seguridad	19

2.10	UPS en línea de alta potencia	20
2.11	Paralelo de UPS en línea	23
2.12	Redundancia y ampliación	23
2.13	Aplicaciones de la redundancia y la ampliación	24
2.14	Configuraciones especiales	25
2.14.1	Redundancia secuencial	25
2.14.2	Sistema paralelo redundante con doble juego de barras	26
2.14.3	Sistemas con Puente múltiple	27
2.14.4	Sistemas en Redundancia Total (MTC - LTM)	28
2.14.5	Módulos de transferencia de carga (MTC)	28
2.14.6	Filtros de armónicos activos	32
2.15	Baterías	36
2.15.1	Definiciones básicas	36
2.15.2	Términos usados con frecuencia en la jerga de las baterías	37
2.15.3	Términos eléctricos vinculados a las baterías	37
2.15.4	Otros términos frecuentes relacionados con baterías	38
2.15.5	Tipos de baterías	39
2.15.6	Bancos de baterías en UPS	41
2.15.7	Cuidados básicos de las baterías	42
2.15.8	Mantenimiento mensual de un banco de baterías	42
	CAPÍTULO III	44
	SISTEMAS MODULARES PARALELOS REDUNDANTES	
3.1	Modularidad	44
3.2	Redundancia	45
3.3	Escalabilidad	46
3.4	Crecimiento y mantenimiento en caliente	47
3.5	Cuidado Ambiental	47
3.6	Utilización	49
3.7	Disponibilidad	50
3.8	Mantenimiento	51
3.9	Facilidad de manejo	52
	CAPÍTULO IV	54
	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS UPS	
4.1	Ventajas de la tecnología modular redundante	54
4.2	Análisis comparativo	54
4.2.1	Costo	54
4.2.2	Escalabilidad	55

4.2.3	Eficiencia	55
4.2.4	Flexibilidad y gestión	55
4.2.5	Dimensionamiento	56
4.2.6	Tecnología sin transformador	56
4.2.7	Baterías	57
4.2.8	Redundancia	57
4.2.9	Confiabilidad	57
4.2.10	Alternativas de configuración	57
CAPÍTULO V		58
APLICACIONES		
5.1	Especificaciones técnicas típicas de los fabricantes	58
5.2	Soluciones típicas de acuerdo a los requerimientos de confiabilidad	58
5.3	Instalaciones con UPS paralelo redundante en el país	59
5.4	Ejemplo de soluciones típicas de Banca y Comercio	59
5.4.1	Caso Banco Financiero 60 kVA	59
5.4.2	Caso Tramarsa 6 kVA	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		62
ANEXO A		64
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MÓDULOS UPS EN LOS RANGOS DE POTENCIA 10-40KVA Y 60-100KVA		
ANEXO B		67
DIAGRAMA UNIFILAR UPS 60 KVA EN PARALELO DEL BANCO FINANCIERO		
BIBLIOGRAFÍA		69

INTRODUCCIÓN

El motivo del presente trabajo es mostrar el avance de la tecnología en los sistemas de alimentación ininterrumpida UPS para protección de cargas críticas. La experiencia de 36 años de estar trabajando en el país en este campo de ingeniería hace posible mostrar el impacto de la tecnología en los diferentes procesos que requieren cada vez una energía más eficiente, más confiable, más eficaz, más competitiva y sin interrupciones.

Desde que nuestro país se encuentra en fase de desarrollo de electrificación a nivel nacional, siendo meta de alcance del presente gobierno el 95%, podemos darnos cuenta del incremento de la demanda por venir y de que la energía que llegue a punto de destino, ya sea siendo cabeza o cola de subestación eléctrica, debe ser limpia y segura a fin de ser competitivos en este crecimiento. Es notorio ver a las empresas del sector productivo descentralizar sus operaciones en el interior del país a fin de ampliar sus mercados y llegar al consumidor final como parte de este crecimiento demandando cada vez más energía.

El tema a desarrollar se centra en las experiencias locales de trabajo en los diferentes sectores productivos del país, con énfasis en el sector Banca e Industria, y en base a los conceptos teóricos de sistemas UPS, libros de electrónica de potencia, cursos de tecnología de avanzada, cursos de capacitación especializados en el extranjero por fabricantes de UPS, documentos técnicos internos de fabricantes, documentos de investigación y experiencias de trabajo en soporte de mantenimiento de UPS 24x7 a nivel nacional.

De las fuentes bibliográficas consultadas es importante destacar los documentos internos de los fabricantes los cuales enfocan temas específicos especializados y respecto a la confiabilidad de la tecnología los documentos de investigación y la experiencia de trabajo como comparativo entre los manuales de los fabricantes y la realidad nacional.

Los alcances del trabajo a nivel técnico involucran el diseño de sistemas UPS bajo demanda creciente de carga así como la exposición de términos de concepto a considerar como trabajo en caliente, redundancia n+1, paralelo, promedio de fallas (MTBF), alto nivel de factor de potencia, eficiencia, sistemas de monitoreo y a nivel científico propuesta de tecnología paralelo redundante basados en estudios donde la

configuración adoptada muestra una confiabilidad mayor dando ventajas al usuario y al personal técnico de mantenimiento de operar sin interrupción de fluido eléctrico en un tiempo corto, confiable, eficiente y económico.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Las tecnologías de Información y Telecomunicaciones están experimentando un desarrollo sorprendente haciendo posible el tener acceso en tiempo real prácticamente a toda la información en cualquier momento y en cualquier lugar.

Ninguna empresa puede soportar el corte de su proceso, falla de equipos de alto costo, pérdida de la producción o de las comunicaciones debido a fallas del suministro de energía o de una solución de protección inadecuada. La dependencia de la disponibilidad de los datos de la empresa se ha convertido en un hecho vital y un negocio sin acceso inmediato y directo a la información es difícil de imaginar. Esto cobra mayor importancia aún en todos los procesos que involucran transacciones en línea en tiempo real.

En los ambientes de los servidores de las empresas actuales, el número de cargas catalogadas como críticas está aumentando rápidamente así como el rango creciente de equipos basados en microprocesador que se incorporan a los mercados industriales y comerciales como procesos transaccionales y de comercio electrónico. Estas cargas críticas demandan un crecimiento permanente de la escalabilidad y disponibilidad de la sala de servidores.

Este crecimiento significa aumento de potencia y aumento económico tanto en equipamiento como en costos de mantenimiento y espacio ocupado por la nueva potencia a considerar.

1.2 Objetivos del trabajo

Presentación del concepto de protección ininterrumpida de energía bajo una nueva tecnología con módulos escalables, paralelos, y redundantes.

Conocimientos de los beneficios técnicos económicos en la tecnología escalabilidad y redundante paralelo.

Implementación de Sistemas de alimentación Ininterrumpida bajo módulos escalables, paralelos y redundantes de potencia intercambiables para ambientes con carga crítica.

Disposición de una nueva tecnología para la selección de sistemas UPS bajo carga en crecimiento.

Presentación del uso de la tecnología en nuestro país en diferentes sectores

productivos.

1.3 Evaluación del problema

Dado el crecimiento permanente de las cargas críticas, la disponibilidad y confiabilidad de la energía a proporcionar es sumamente importante evaluar los siguientes considerandos:

Tener facilidad en la planificación futura de la protección de la energía.

Protección contra puntos comunes de falla para asegurar una máxima autonomía y una disponibilidad continua al más alto nivel.

El sistema debe ser escalable de manera que permita proteger la inversión realizada y permita crecer en potencia a medida que crecen las cargas críticas.

El mantenimiento del sistema debe ser simple con reducción de costos de funcionamiento.

El sistema debe ofrecer facilidad en el sistema de operación.

Considerar un sistema altamente eficiente, bajo ruido y preservación del medio ambiente.

Contar con una topología de UPS con mayor grado de disponibilidad de energía eléctrica.

1.4 Limitaciones del trabajo

El presente trabajo se circunscribe a sistemas de protección de energía para cargas críticas, con énfasis en centros de procesamiento de datos, para las cuales se debe proveer confiabilidad, autonomía y disponibilidad.

Los sistemas a describir son trifásicos y van hasta un rango de potencia de 100KVA aún cuando estos pueden ser mayores pero se considera el promedio existente en el medio.

La bibliografía sobre este tipo de tecnología es escasa por lo que los documentos técnicos internos de los fabricantes es valiosa así como la experiencia en campo e intercambio entre personal especializado de diferentes fabricantes.

El trabajo tiene en cuenta el ámbito nacional como escenario de operación y experiencia.

1.5 Síntesis del trabajo

El trabajo se desarrolla bajo un marco teórico desde la explicación de los conceptos básicos de sistemas UPS, redundancia, paralelo, n+1, sistemas actuales de UPS, tipos de conexiones hasta los nuevos conceptos a tener en cuenta como son: modularidad, redundancia, escalabilidad, crecimiento, mantenimiento en caliente, cuidado del ambiente, utilización disponibilidad, y facilidad de mantenimiento.

Seguidamente, se describe el sistema bajo la topología, disponibilidad, flexibilidad y

actualización, crecimiento de potencia, rendimiento, ruido audible, valores MTTR y MTBF y contaminación de armónicos.

Luego, se hace un análisis comparativo de tecnología tradicional con transformador versus tecnología modular sin transformador, UPS tradicional versus sistema modular, y se expone las ventajas de la tecnología modular redundante.

Por último se expone algunos sistemas redundantes paralelos instalados en el país dando conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Sistemas UPS

Dentro de los problemas mas críticos sino el más frecuente pero si el más frustrante se encuentra el corte de fluido eléctrico sobre una carga crítica. Imaginemos corte de energía eléctrica en un quirófano cuando se está realizando una cirugía, en una torre de control durante un aterrizaje nocturno en un aeropuerto, ó transacciones bancarias en línea, etc.

El sistema UPS está diseñado para atender este tipo de situaciones durante las 24 horas al día y los 365 días al año sin interrupciones filtrando espurios, transitorios, ruido, variaciones de voltaje y frecuencia, otorgando energía de calidad sin interrupciones bajo tiempo de autonomía soportado por un banco de baterías dimensionado para ello.

Por tanto, un UPS es un sistema que provee energía eléctrica ininterrumpida a una carga eléctrica determinada y para realizar esta función dispone de tres elementos claves:

Una reserva de energía, que de alguna manera se convertirá en energía eléctrica y será entregada a la carga.

Un elemento capaz de reponer la energía perdida cuando por algún motivo se utilizó total ó parcialmente la reserva.

Un selector para elegir de donde obtiene la energía que le entregará a la carga, si de la línea o de la reserva.

2.2 Clasificación de los UPS

Existen diversas maneras de clasificar los UPS, a saber:

2.2.1 Según el Tipo de corriente que alimenta la carga

a) UPS de corriente continua

Básicamente un rectificador y una batería (energía de reserva), alimentan una carga de corriente continua (Fig.2.1). Aquí la carga y las baterías están en paralelo y el convertidor deber proveer energía a la carga y para sostener cargadas las baterías. Las centrales telefónicas importantes suelen utilizar estos esquemas de alimentación, son de elevadísima confiabilidad, pero la condición indispensable es que la carga debe poder alimentarse con corriente continua, algo muy poco frecuente.

b) UPS de corriente alterna

La carga necesita corriente alternada para funcionar. En este caso aparece un nuevo convertidor de CC a AC (Fig.2.2). Al igual que en los UPS de CC el convertidor de entrada tiene la función de entregar energía para la carga y sostener la carga de las baterías y el de salida (también llamado inversor u ondulator) genera la onda de corriente alterna que la carga necesita. Hay muchas configuraciones posibles y de ellas se obtienen una gran diversidad de cualidades, características, precios y tamaños de UPS. La gran mayoría de los UPS son de este tipo, son las más vistas y difundidas, estos UPS los analizaremos en profundidad.

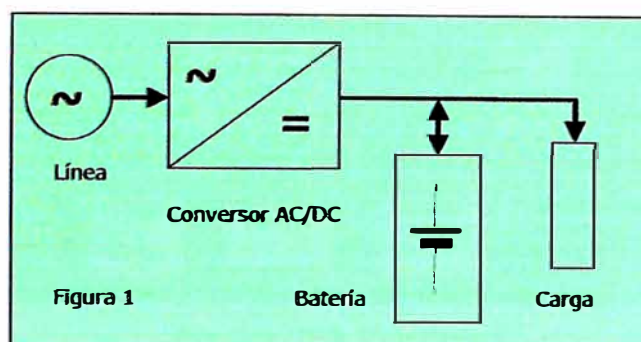


Fig.2.1 UPS de corriente continua

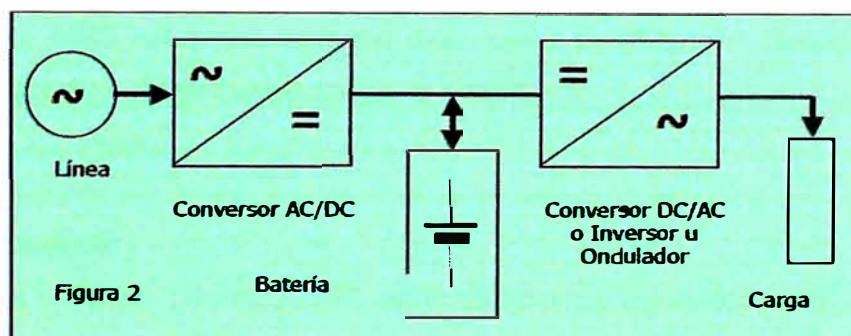


Fig.2.2 UPS de corriente alterna

2.2.2 Según la forma de generar energía auxiliar

a) UPS Mecánicos (rotativos)

Están formados por un conjunto moto-generador y un volante inercial, solidarios en un mismo eje (Fig.2.3) Cuando hay energía de red, esta acciona al motor eléctrico, que mueve al volante inercial (reserva de energía) y al generador, y este último alimenta la carga. Cuando se produce el corte de energía, el volante inercial sigue accionando al generador, en ese instante arranca el motor a explosión y luego mediante un embrague (generalmente magnético) se lo conecta al eje solidario. Aquí hay dos subgrupos, dependiendo de si el motor eléctrico es de corriente continua o a combustión.

b) UPS Estáticos (eléctricos o electrónicos)

No tienen partes móviles (más allá de las turbinas de ventilación) y todo está conformado con partes eléctricas y electrónicas.

c) UPS Mixtos o híbridos

Combinan ambas técnicas. Hay diversos subgrupos que no tiene sentido ampliar aquí.

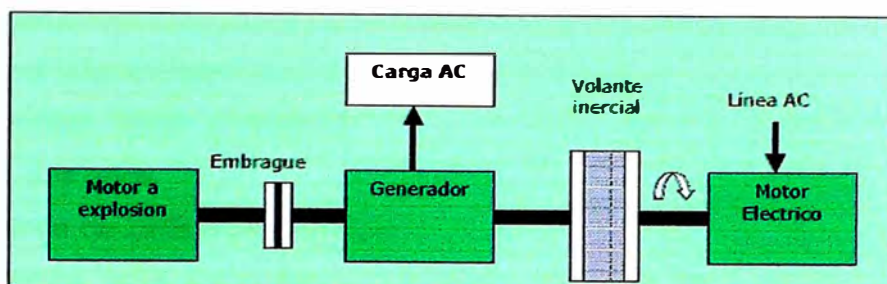


Fig.2.3 UPS Mecánicos

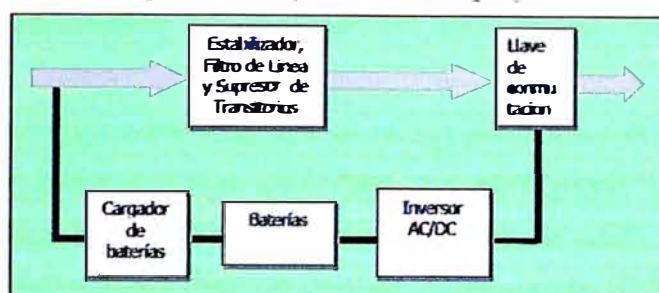


Fig.2.4 UPS Estáticos

2.3 UPS Estáticos

Dentro de los UPS estáticos, aparece una nueva clasificación. Según el camino que recorre la energía que alimentará la carga, a saber:

Interactivos.

En línea.

2.4 UPS Interactivos

Según indica la figura 2.4 estos UPS están esperando algún desperfecto en la línea de energía eléctrica para entrar en acción. En estos UPS, mientras la línea, que esta presente tenga parámetros aceptables (o mejor dicho que el UPS pueda controlar), será la energía de línea la que alimente a la PC. El camino principal de la energía no atraviesa las baterías. En esta situación el UPS aporta las siguientes funciones: estabiliza –o no lo hace– el voltaje de entrada y provee filtrado contra transitorios, picos y ruido de RFI/EMI. Se puede decir que en esta circunstancia aumenta la calidad de la energía, recibe una y entrega otra mejorada (1).

Algunos autores diferencian entre dos clases de UPS Interactivos, aquellos que tienen Estabilizador de Tensión y los que no lo tienen.

Entonces como características importantes que se pueden destacar en los UPS Interactivos tenemos las siguientes:

Estabilizador incluido de amplio rango

Estabilizador de tensión de rápido tiempo de respuesta

Excelente capacidad de filtrado

Comunicación por puerto serie a PC para uso de Software exclusivo

Distintas autonomías de acuerdo a las necesidades de cada usuario.

Controladas a microprocesador RISC de alta eficiencia

Diseño compacto, ligero y moderno

Garantía de dos años.

2.4.1 Parámetros de UPS Interactivos

Aprovecharemos aquí para definir los parámetros utilizados frecuentemente en el material informativo que se distribuye para este tipo de UPS (2).

Temperatura de Operación: Es el rango de temperaturas en el cual puede estar trabajar el equipo.

Temperatura de almacenamiento: Es el rango de temperaturas en el que puede guardarse o someterse al Estabilizador de voltaje, por ejemplo para su traslado.

Carga nominal: Indica la carga típica para la cual esta pensada y diseñado el UPS, en este punto muy pocos fabricantes dicen la verdad, hablando de UPS interactivos (Cuando el UPS utiliza onda sinusoidal esto no ocurre). Para evitar este problema y sabiendo que los UPS Interactivos se usan mayoritariamente en Informática nuestra empresa indica la carga nominal en cantidad de computadoras a conectarle (1, 2 3... hasta 8), si uno necesita conocer la potencia real (en Watts) puede asumir que una PC equivale a 130W reales, es decir equivale a una lámpara de 130W.

Rendimiento: Es indicativo del consumo propio del UPS, cuanto más grande es menor consumo propio tiene y mejor equipo es. Significa el consumo que tiene para poder entregar una determinada potencia a la salida. Se suele, o debería, dividir en dos, uno para cuando la línea alimenta la carga y el otro para cuando lo hace desde baterías.

Frecuencia de Línea: Es la frecuencia de la red de energía eléctrica para la cual fue diseñado el equipo, en nuestro país es de 60 Hz. El entorno de variación que se da indica que el UPS puede seguir a las variaciones de la frecuencia de línea, fuera de allí no lo hará y deberá utilizar energía de baterías. Este dato es muy útil para determinar si el UPS es compatible o no con grupos generadores, que generalmente salen de frecuencia con mucha asiduidad (especialmente en los de pequeña potencia).

Forma de Onda, es el tipo de onda que genera el UPS cuando esta funcionando en modo inversor, energía de línea ausente. Una onda cuasi-sinusoidal es una aproximación aceptable de la onda que entregan las empresas de provisión de energía, para los equipos informáticos

Rango de Voltaje de Entrada/Salida: Es el rango del voltaje de línea presente a la entrada del equipo, para el cual el Estabilizador interno es capaz de mantenerse en rango y proveer a la salida del UPS el otro valor de voltaje dado. Por ejemplo: Para un voltaje

de entrada de 175 Voltios el UPS entregara a la salida 212.

Conmutación línea/inversor, es el rango o los valores de voltaje de línea para los cuales el UPS ingresa o sale del modo inversor, es decir si la línea, por ejemplo es inferior a 170 Voltios, el UPS comenzara a funcionar en modo inversor, utilizando energía de las baterías.

Luego, cuando la línea mejore y supere el valor de 175 voltios el UPS dejará de funcionar en modo inversor y conmutar a energía de línea nuevamente. Lo mismo ocurre en los límites superiores.

Tiempo de transferencia, es el tiempo que necesita el UPS para detectar un corte de energía o bajón pronunciado de voltaje y hacer arrancar el modo inversor de la misma.

Tiempo de respuesta del Estabilizador: Es el tiempo que demora el Estabilizador interno del UPS desde que detecta la perturbación o cambio del voltaje en la entrada y lo corrige a la salida del UPS, sin conmutar a baterías.

Baterías, indica el tipo y la cantidad de baterías que contiene cada UPS, estas pueden estar en el mismo gabinete o pueden ser provistas por separadas, en cuyo caso se indica al pie de los folletos. En todos los casos las baterías que se usan UPS los son del tipo electrolito absorbido y libres de mantenimiento. Actualmente hay modelos que se deja en libertad al usuario para que elija la batería más conveniente para su "bolsillo".

Recarga de baterías, es el tiempo que le lleva al cargador reponer la energía después de que esta se agotó totalmente por el uso en modo inversor, esta función es indicada por el titilar de un LED rojo en el frente de los equipos, según los modelos.

Autonomía, indica la autonomía esperada si se le conecta la carga nominal o si se le conecta la mitad de ella. Decimos esperada porque dependerá del estado en que se encuentran las baterías y de la temperatura ambiente.

Filtro de línea, indica si se encuentra disponible o no, en todos los UPS estos filtros se hallan presentes.

Atenuación del ruido....., indica la atenuación que sufre un ruido RFI/EMI cuando este ingresa a modo normal (entre vivo y neutro) o a modo común (entre vivo o neutro y tierra) además se indica la frecuencia a la cual se produce dicha atenuación.

Remanente del sobrevoltaje, indica cuanto del pulso de quedó después de pasar por el filtro y los protectores de sobre-tensión.

Capacidad de corriente, es la cantidad de corriente que puede soportar cuando efectivamente esta cortocircuitando un sobre voltaje, por ejemplo un rayo.

Energía de Sobre-voltaje transitorio, indica la máxima energía que será capaz de absorber de un sobre-voltaje que se haga presente en la línea de suministro.

Protecciones, indica que tipo y clase de protecciones dispone.

Vida útil de las baterías, indica la vida útil esperada para baterías en condiciones de uso normal. En realidad la vida útil de una batería se mide en ciclos de carga y descarga, el tipo de baterías usados soportan hasta 250-300 ciclos, si estos se producen en 6 meses, esa será la vida útil de la misma y si se producen en 5 años esa será la vida útil de la batería.

Tiempo de respuesta al sobre-voltaje, como se indica es el tiempo necesario que necesitan los sistemas internos de protección para reaccionar al mismo.

Voltaje de salida en modo inversor, es el valor del voltaje en vacío para cuando el UPS está funcionando en modo inversor, se detalla este valor porque la onda de salida no es sinusoidal, pero si se mantiene su valor medio, el cual es regulado automáticamente por el UPS.

2.5 Empleo de los UPS Interactivos

Es importante aclarar en que casos y circunstancias es aconsejable utilizar UPS Interactivos cuasi-sinusoidales.

Elevada Potencia, por encima de los 3 kVA ya no tiene sentido.

Protección centralizada de equipamiento y cableados de distribución muy grandes

Carga extremadamente crítica, o que el fabricante del equipamiento no aconseje alimentar su equipo con ondas cuasi-sinusoidales o UPS interactivos.

Elevadísima calidad de protección.

Alta inmunidad a los problemas que ocurren en la línea.

Presencia de impresoras LASER, fundamentalmente las de alta producción.

Restricciones sobre la distorsión armónica de la onda que alimenta la carga

Equipamiento no electrónico, casos de motores, electroválvulas, iluminación, sensores especiales, etc.

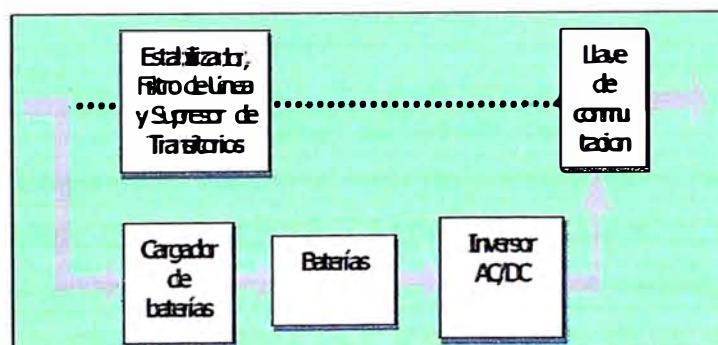


Fig.2.5 UPS en línea

2.6 UPS en línea

Según indica la figura 2.5, es un tipo de UPS que tal cual lo dicen las palabras, está constantemente alimentando a su carga en forma independiente del estado que tenga la línea de energía eléctrica.

En este estado el camino de la energía es el siguiente: las baterías alimentan al inversor de salida y a las baterías las carga el cargador; este proceso no se interrumpe nunca. De esta manera se tiene un bajo rendimiento energético y un uso elevado de las baterías, disminuyendo su vida útil.

En estos UPS, la carga no conoce de donde proviene la energía que la está alimentando, no presentando interrupciones a su salida, salvo los equipos que dispongan de un puente estático a línea, como se indica en línea de puntos. Esta configuración de UPS actualmente quedó reducida a una enunciación teórica y actualmente esta configuración no se usa y las usadas son los UPS en línea doble conversión, que para la carga se comportan como en línea pero para el sistema de baterías no, las dejan en espera hasta que haga falta usarlas.

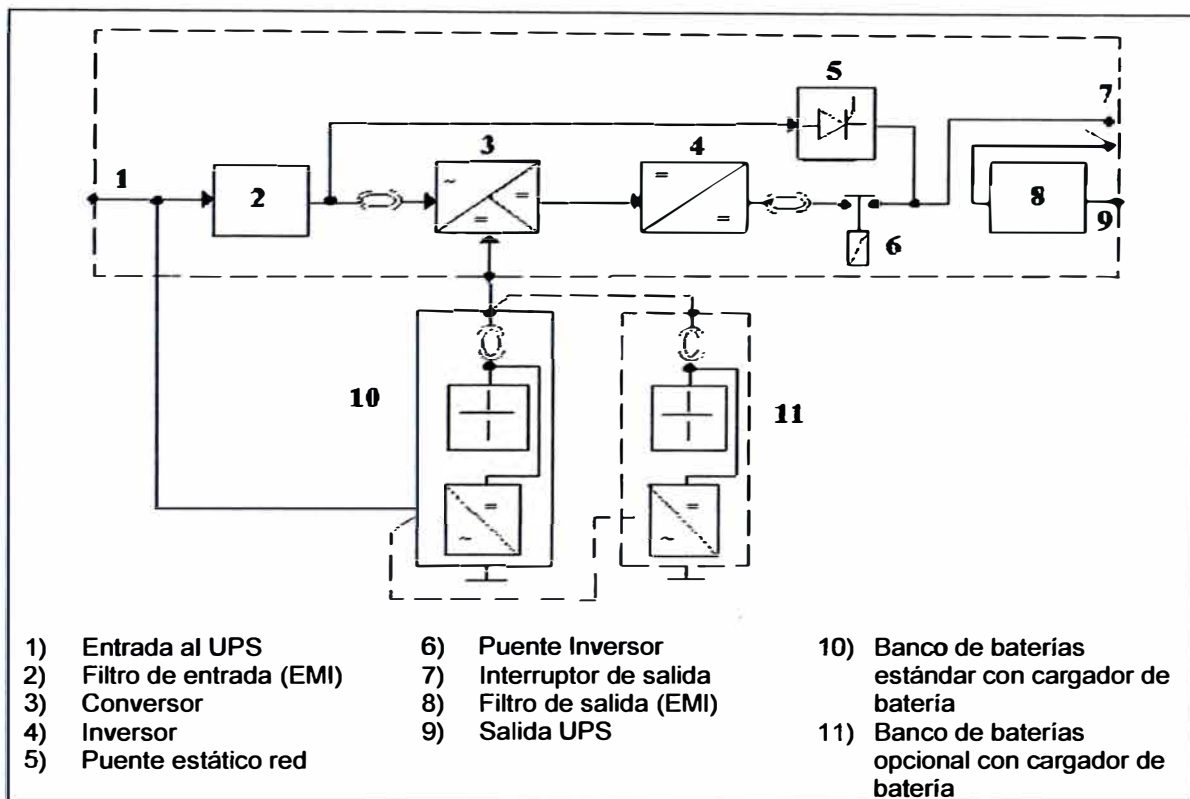


Fig.2.6 Partes del UPS en línea

Se muestran en la figura 2.6. Aquí la energía de línea ingresa y es acondicionada por el filtro de línea (2) luego el convertidor (3) la transforma en corriente continua y la divide, una parte la destina a sostener la carga de las baterías y la otra alimentará al Inversor (4), el Inversor genera la onda de salida que alimentara la carga, el convertidor es el encargado de separar la línea de la carga (una de las características distintivas de los UPS en línea), se observa la presencia del puente (5) que se utiliza para cuando falla el camino de transferencia energética descrito antes, se observa que el circuito de baterías está esperando que la línea salga de parámetros para comenzar a actuar. Lógicamente todo comandado por un circuito de supervisión y control.

2.7 Elementos del UPS en línea.

2.7.1 Conversor

El conversor de un UPS en línea doble conversión transforma la energía alterna de la entrada en un voltaje de continua que alimentara al inversor a plena carga y sostiene al cargador de baterías. Comprende un rectificador que está separado del cargador de baterías, este sistema con cargador de batería administra la carga o recarga de las baterías, evitando que voltajes de rizado residuales alimenten las baterías, protege las baterías y monitorea todos los parámetros de las baterías (capacidad, temperatura, eficiencia, voltaje y corriente) Además el rectificador incluye otros elementos de suma importancia, entre ellos el filtro de línea que cumple dos funciones, el primero evita que ruido presente en la línea penetre en el UPS y el segundo que el ruido generado en el proceso de rectificación se reinyecte en la línea (3).

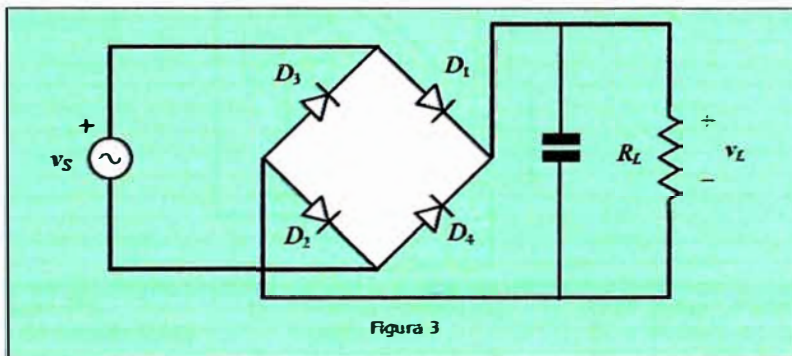


Fig.2.7 Rectificador

Los rectificadores (Fig.2.7) están compuestos por diodos (elementos alineales) que conjuntamente con el capacitor, que es el encargado de almacenar energía para cuando los diodos no conducen, generan una corriente como la vista en la figura 2.8.

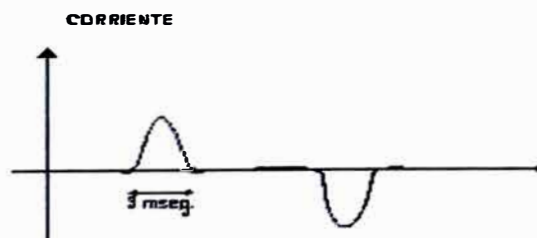


Fig.2.8 Forma de onda de corriente

Esta forma de onda de corriente (THDI 25-30%) inyectada a la red no siempre es bienvenida, es más, suele generar problemas bastante serios en los grupos electrógenos que están conectados aguas arriba (pues concentran todo el consumo en una pequeña zona de la onda de tensión, provocando una deformación allí mismo, esta deformación suele obligar a sobre-dimensionar al grupo eléctrico), en consecuencia muchos UPS en línea (habitualmente los buenos) colocan filtros para bajar el contenido armónico de

esta onda a través del filtro de línea. El resultado obtenido no siempre es satisfactorio. En los UPS trifásicos este fenómeno se amplía aun más, porque el rectificador de entrada es trifásico. Otro fenómeno que provocan los rectificadores es que el factor de potencia que presentan a la red es muy bajo. Últimamente en los principales países del mundo apareció normativa legal que regula la reinyección armónica y obliga a que los equipos que se conectan a redes eléctricas reduzcan este efecto nocivo. En consecuencia aparecen los rectificadores controlados y que corrigen el factor de potencia, llevándolo a casi la unidad, y como valor agregado también arreglan la forma de onda de corriente, haciendo que el rectificador consuma de la línea una corriente casi sinusoidal (THDI 5%).

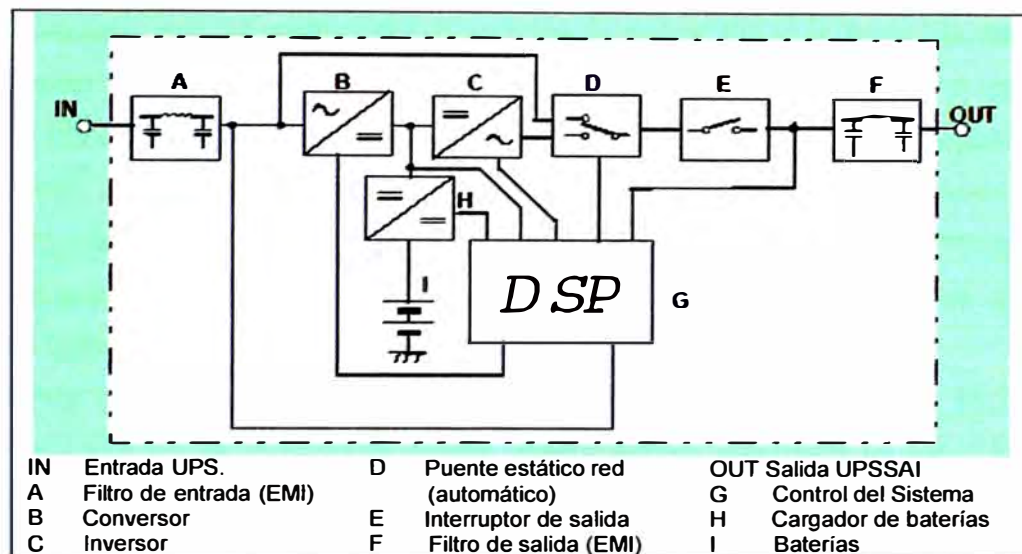


Fig.2.9 Esquema de un UPS en línea

2.7.2 Cargador de baterías

Se analizará en profundidad el cargador de baterías el cual está representado en la figura 2.9 por el bloque H. Tal cual se deduce es el encargado de que la energía almacenada en las baterías sea la máxima posible y este disponible en el momento que sea necesario (4). Las características esenciales de estos cargadores de baterías son:

Corriente controlada, limitan la máxima corriente de carga al 10% (habitualmente)

Son del tipo fondo-flote, es decir carga la batería a "fondo", que está determinado por el valor de tensión al que llega la batería, y luego la sostiene a "flote" dándole pequeñas dosis de corriente que compensen la autodescarga de la misma.

Están compensados en temperatura, es decir de acuerdo a la temperatura a la cual está sometido el banco corrigen el valor de la tensión de fondo. En forma complementaria en algunos cargadores se puede ajustar a las características de las baterías, esto es ajustable entre 2 y 10mV por °C por elemento.

Tienen el fin de la descarga programable, para adaptarse mejor a los bancos de baterías para largas o cortas autonomías.

Realizan pruebas del estado de las baterías, cada vez que estas se descargan

profundamente.

En los casos de UPS de alta potencia o de bancos de baterías grandes, estos cargadores están hechos con tecnología de conmutación, lo cual hace que se deban extremar otros cuidados, estos son:

- Bajo contenido residual de corriente alterna.
- Bajo contenido residual de voltaje de corriente alterna.
- Elevada estabilidad en el voltaje de salida.

2.7.3 El Inversor

El inversor (Fig.2.9 bloque C) es el encargado de convertir el voltaje de corriente continua provisto por el rectificador o por las baterías en una onda de 50 o 60 Hz perfectamente sinusoidal. Puede ser monofásico o trifásico, de acuerdo a como sea el UPS. Está controlado por un Procesador Digital de Señal (DSP por sus siglas en inglés), equipado con Transistores Bipolares de Puerta Aislada (IGBT por sus siglas en inglés) capaces de manejar la alta frecuencia resultante de la Modulación de Ancho de Pulso (PWM por sus siglas en inglés) que es la técnica mediante la cual se convierte la Corriente Continua (CC) en Corriente Alterna (CA). El inversor contiene:

El inversor propiamente dicho, monofásico o trifásico (según el caso). Dicho inversor funciona basado en la tecnología PWM. Recordemos que para el caso de un UPS trifásico el inversor se encargará de generar las ondas con sus correspondientes desfasajes de 120 grados (5).

Un oscilador sincronizado con la frecuencia de la red principal. Y que es capaz de adoptar su propia frecuencia, si la de la red principal no existe o esta fuera de tolerancia.

Alguna de las principales características son:

Comandado digitalmente por micro-controladores de tecnología DSP, lo cual redundará en una administración de alta performance, obteniendo como resultados:

- Precisión en el voltaje, particularmente importante para alimentar cargas no lineales
- Eficiencia elevada
- Confiabilidad

Alimenta cargas no lineales que tienen hasta un factor de cresta 3 (el factor de cresta es la relación entre la corriente eficaz y la corriente de pico) con una muy baja distorsión del voltaje. De hecho alimenta cargas lineales.

- Excelente performance dinámica frente a un impacto de carga.
- Tiene costos operativos reducidos derivados de su alta eficiencia.
- Elevada confiabilidad derivada de la simpleza de los circuitos de control
- Bajo nivel de ruido sonoro: < 49 dB.
- Tensión de salida programable por el usuario.

Capacidad de conectarse en paralelo con otros inversores similares.

Hablamos antes del PWM, técnica utilizada para generar la onda sinusoidal a partir de la corriente continua que entregan el rectificador o las baterías. Profundicemos un poco el tema porque es bastante esencial comprender esto, ya que aquí radica una de las grandes diferencias entre los UPS Interactivos y los en línea, podremos observar la complejidad analítica y constructiva de generar eficientemente una onda sinusoidal de alta potencia.

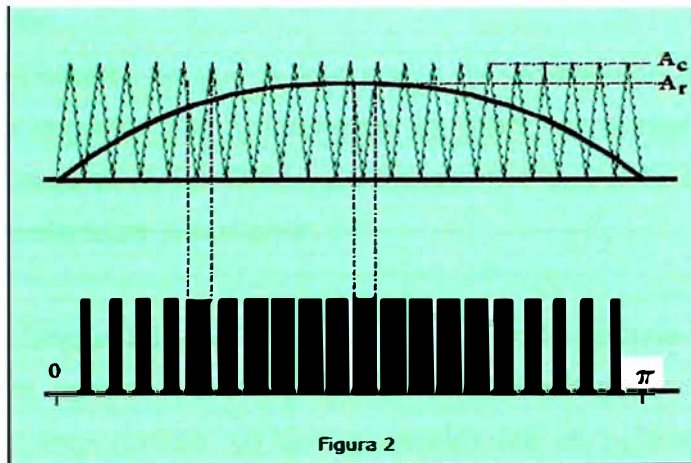


Fig.2.10 Generación de onda sinusoidal

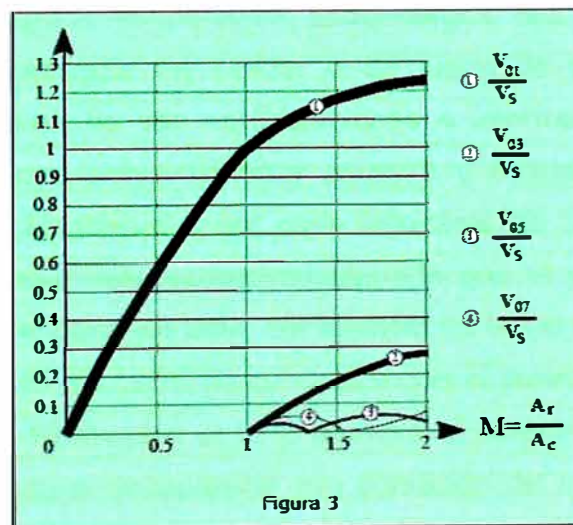


Fig.2.11 Contenido armónico de la onda digital

El método se basa en modular, es decir esconder información en un formato diferente, ese formato es un formato digital (de potencia). Es decir esconderemos la onda sinusoidal dentro una señal digital para pasarla por el inversor propiamente dicho, entonces los transistores IGBT solo manejarán niveles digitales, trabajando como llaves, que se abren y cierran a muy alta frecuencia, gracias a esto pueden obtenerse rendimientos tan altos. Una vez modulada la sinusoidal se genera una forma de onda como la mostrada en la figura 2.10, esa forma de onda atacara una filtro LC y a la salida

de este recuperaremos la onda sinusoidal que escondimos dentro del formato digital.

Matemáticamente la cuestión es que el ancho del pulso depende del valor que tiene la sinusoidal en el momento de intersectarse con la onda triangular, entonces este ancho varia sinusoidalmente. El contenido armónico de esta onda digital es el que se muestra en la figura 2.11 donde se ve claramente que el mayor contenido es el de la fundamental, que es la que nos interesa. Al pasar por el filtro que dijimos, el otro contenido armónico desaparecerá, o se reduce notoriamente, esto es lo que luego conformara la distorsión armónica del ondulator.

Una aclaración importante es que la frecuencia de modulación no es la mostrada, en este caso es apenas superior a la fundamental de 50Hz, en la realidad la frecuencia de modulación esta por encima de los 20KHz en los equipos de hasta 40 kVA y del orden de los 8 a 12 KHZ para potencias superiores.

2.7.4 Puente

El puente (Fig.2.9 bloque D) es el elemento del UPS que permite seguir alimentando la carga para cuando el camino de energía a través del ondulator falla. Es una función automática y de vital importancia, ya que generalmente es autónoma dentro del UPS. Pues vigila lo que hace el inversor, es decir controla todos sus parámetros, voltaje, frecuencia, distorsión armónica, temperatura, sobre-cargas, etc. En realidad se trata de una llave estática (generalmente un Tiristor o un juego de ellos) con la suficiente velocidad para que la carga no vea conmutaciones o interrupciones, de hecho esta conmutación se ejecuta con sincronismos y siempre y cuando la línea cumpla con determinados parámetros establecidos por cada fabricante de UPS. Además esta llave estática suele estar bastante más sobredimensionada que el propio inversor, ya que deberá soportar, más exigencias que este. Un ejemplo es como actúan los UPS frente a una sobre carga por ejemplo del 125% (la curva dice que el inversor soporta 125% por 10 minutos), después de los 10 minutos el UPS activará el puente estático y quedara allí, probando de vez en cuando si desapareció esa condición del inversor, pero si esto no cambia, alimentará en forma permanente a la carga desde el puente. De hecho que esto tiene límites, es decir el puente también tienen su curva de protección, la cual si es superada también cortara al puente en cuyo caso la carga se caerá. Algunas UPS poseen además de los tiristores un contactor electromecánico que trabaja en conjunto con los tiristores aumentando la capacidad de carga del puente. Y algunos UPS también contienen un puente manual, el cual es muy usado para efectuarle mantenimiento al UPS, pues en esa circunstancia permite apagar el UPS sin que la carga se entere y proceder a efectuarle reparaciones.

2.7.5 Llave de salida

La llave de salida (Fig.2.9 bloque E) es una simple llave conexión, la misma suele ser tipo relevo térmico, pero de alta velocidad y es combinada con fusibles, también de alta velocidad, calibrado para proteger al convertidor de salida.

2.7.6 Filtro de salida

El Filtro de salida (Fig.2.9 bloque F) es un dispositivo capaz de producir un último filtrado de la onda generada por el Ondulador antes de entregarle energía a la carga, recordemos que el método de generación de la sinusoidal implicaba el paso por un estadio digital de la señal (PWM), el cual debía ser filtrado para poder recuperar la onda sinusoidal.

2.7.7 Control del sistema (DSP)

El Control del sistema (DSP), representado por el bloque G en la figura 2.9, es un complejo sistema de control, el cual supervisa y controla todas las funciones del UPS, se puede decir que es el corazón de la UPS y es donde cada compañía fabricante de UPS pone el mayor esfuerzo y vuelca allí toda su ingeniería, su know-how y pone el mayor celo en que se conozca los detalles. Las siglas DSP provienen de Procesamiento Digital de Señal. Esto significa que todas las señales y variables que tiene la UPS son administradas digitalmente, las ejecuta un poderosísimo microprocesador que puede realizar operaciones matemáticas muy complejas a una velocidad de hasta siete veces la de un procesador ordinario. Estas cualidades redundan en que gracias a esto es posible obtener:

Elevada confiabilidad y bajas dimensiones, con la utilización de DSP el número de componentes electrónicos usados baja muchísimo, en consecuencia bajan las dimensiones de los distintos circuitos impresos disminuyendo las probabilidades de que se produzcan fallas, en consecuencia aumenta la confiabilidad.

Precisión, el DSP controla los valores eléctricos directamente (voltaje, frecuencia y corriente de la salida), garantizando la precisión y la estabilidad extremas del voltaje de la salida y evitando el disturbio, logrando controlar las cargas sobrecargas, sobre voltajes altos, así como otros fenómenos transitorios e inesperados.

Capacidad de comunicación, el DSP controla el UPS en su totalidad y proporciona (vía una interfaz serie o RS232) todos los datos necesarios para la supervisión, el cierre automático de los programas que corren en las computadoras que alimenta, la comunicación en una red LAN, Internet e Intranet, y algo fundamental, el mantenimiento que se puede realizar sin apagar el equipo UPS

Capacidad de paralelar, Por último la presencia del DSP permite conectar el UPS en línea en paralelo, y realizarlo mediante órdenes directas a los inversores, realizados con IGBT. Ampliaremos este tema más adelante.

2.7.8 Las baterías

Las baterías (Fig.2.9 bloque I) son uno de los subsistemas dentro de un UPS mas delicados y sensibles y son analizados en una sección posterior.

2.8 Ecomode

Para terminar con los conceptos elementales de los UPS en línea veremos una función que en la actualidad presentan algunos pocos equipos, y se trata del Ecomode, no es otra cosa que un sistema interno por el cual se puede convertir un UPS en línea en un interactivo, produciéndose así un ahorro importante de energía. Recordemos que el rendimiento de un en línea estaba en el orden del 85% a 90%, al convertirla en interactivo el rendimiento sube hasta el 98%. Esta función es sumamente interesante para cuando un UPS de alta potencia alimenta cargas de diversas jerarquías, cuando la carga critica se apaga (por ejemplo: un quirófano que no tenga actividad) y solo quedan activas cargas de menor jerarquía (iluminación y equipamiento secundario) en este caso uno podría llevar el UPS a funcionamiento en interactivo, y cuando la carga critica vuelva a encenderse llevar el UPS a modo en línea. Si tenemos un UPS de 200 kVA/160 kW y tenemos una carga conectada de 120 kW, a un rendimiento del 10% tenemos una perdida de 12 kW.

2.9 Estándares de los UPS en línea

Algunas de las Normas o Estándares que deben cumplir los UPS en línea que se precien de serlo son:

2.9.1 Compatibilidad Electromagnética

EN50081-2 Compatibilidad Electromagnética (inmunidad)

EN50091-2 Compatibilidad Electromagnética

EN61000-4-4 Inmunidad a los transitorios rápidos en ráfagas (BURST)

IEC1000-4-5 Inmunidad a Picos de Alta Energía

EN61000-4-11 Ruido de baja frecuencia

EN50141 Radioalteraciones inducidas

EN55022 Límites de ruido de radiofrecuencia para los equipos

2.9.2 Seguridad

EN60950 (CEI74-2, IEC 950) Seguridad para equipos IT

EN50091-1 (CEI74-4) Seguridad para UPS

IEC146 (CEI22) Convertidores de potencia electrónicos a semiconductores

IEC439 (EN60439-1, CEI17-13) Tableros eléctricos de baja tensión

CEI20 Cables eléctricos

IEC896-1 (CEI21-6) Baterías acumuladoras de plomo-ácido estacionarias

IEC529 (CEI70-1) Grados de protección para gabinetes

2.10 UPS en línea de alta potencia

Con alta potencia nos referimos a equipos de potencias superiores a los 40/60 kVA, hay equipos individuales hasta los 800 kVA y luego mediante la conexión en paralelo se puede llegar hasta los 4800 kVA.

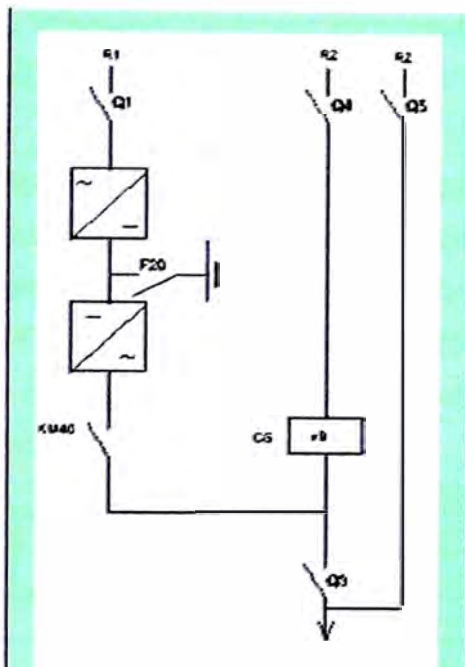


Fig.2.12 UPS en línea de alta potencia

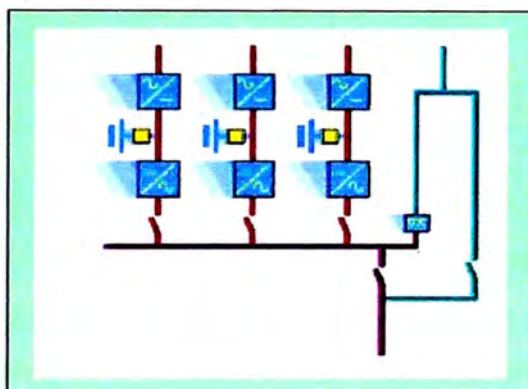


Fig.2.13 UPS en paralelo con puente estático único

En este tipo de equipamiento aparecen algunas cosas que es importante detallar, se intenta hacerlo en forma resumida.

- Se trata siempre de equipos trifásicos-trifásico, es decir la entrada es alimentada por un sistema Trifásico, y la salida es un sistema Trifásico.
- Admiten diferentes configuraciones de Neutro.
- Tienen integrado en si mismo el Puente manual para mantenimiento -Q5 en la figura 2.12- que permite desconectar la unidad totalmente para efectuarle mantenimiento.
- Admiten una configuración de Puente estático separado, es decir físicamente fuera

del UPS. A veces se suelen conectar varios UPS en paralelo (para redundancia) con un único puente estático (Fig.2.13).

e) Protecciones adicionales para el banco de baterías, en estas potencias los bancos de baterías suelen ser muy costosos y voluminosos, en consecuencia se extreman todos los cuidados y detalles sobre el mismo. La forma de hacerlo es dotar al UPS de más inteligencia para supervisar el correcto funcionamiento del banco y detectar cualquier anomalía con anticipación (6).

f) Alimentación separada del puente estático y del rectificador (Fig.2.14), esto permite elegir entre dos fuentes de energía, por ejemplo el rectificador conectado a una fuente de energía permanente pero económica, digamos un generador propio de la instalación. Y el puente conectado sobre la red de energía eléctrica provisto por una distribuidora eléctrica. Aquí se usa como criterio conectar el puente estático sobre una línea más confiable que la usada por el rectificador.

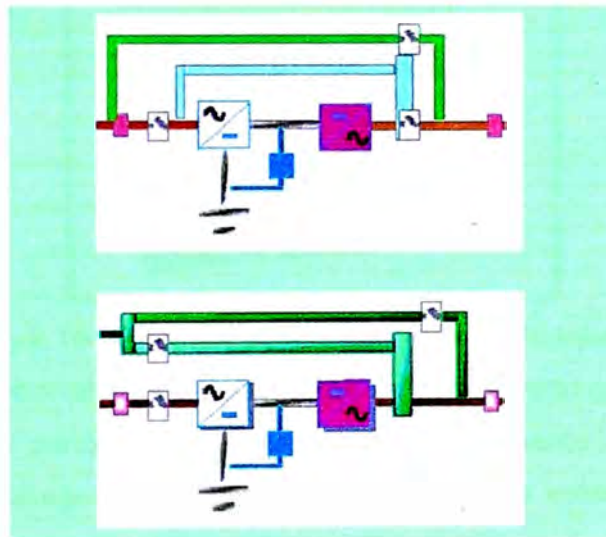


Fig.2.14 Alimentación separada del puente estático y del rectificador

g) Capacidad de sincronismo entre dos UPS, distantes que no estén conectados en paralelo, configuración muy utilizada en el caso de los MTC (Módulos de transferencia de carga). Se verá más en detalle esta importante función

h) Capacidad para detener el cargador de baterías en forma independiente, para el caso de un corte de energía y entrada en servicio de un grupo electrógeno, entonces cuando está el grupo, se apaga el cargador de baterías ahorrándole esfuerzo al generador.

i) Encendido demorado, que evita conectar todo el rectificador de una vez a la fuente de alimentación principal.

j) En estas UPS los bancos de baterías se pueden elegir, además de la autonomía, por la vida útil del mismo, arrancando desde 3-5 años de expectativa de vida, 6-9, 10-12

y hasta 15 años.

k) Más independencia entre los parámetros a controlar, por ejemplo admiten más ventanas de corrientes, potencias, tensiones, sobre-cargas, etc. Por ejemplo disponen de turbinas de alto rendimiento hidráulico para evacuar la energía disipada en su interior, pero es tanto el sobredimensionamiento que suelen funcionar con un 50% de la capacidad hidráulica máxima (Fig.2.15)

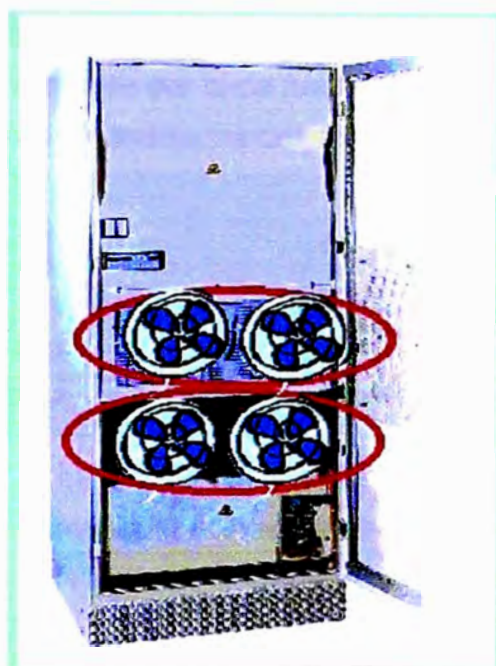


Fig.2.15 Turbinas de alto rendimiento hidráulico

l) Capacidad de probar al banco de baterías en el momento que el operador lo desee, además de las pruebas periódicas que realiza automáticamente la maquina.

m) Los fabricantes, aseguran los repuestos y partes de estos UPS por los 10 años siguientes al de su fabricación, asegurando así continuidad en la operación y buen funcionamiento.

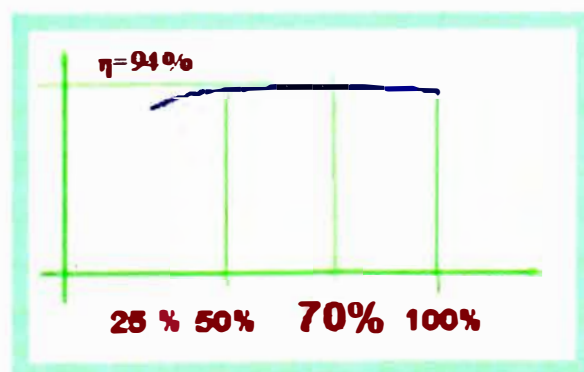


Fig.2.16 Rendimiento

n) Pueden sostener un elevado rendimiento, cercano al 93%, para cualquier porcentaje de carga (esta función no aparece en UPS pequeños) y es generalmente constante desde el 40% de plena carga hasta el 100% (Fig.2.16).

2.11 Paralelo de UPS en línea

La idea o concepto es similar al que se usa cuando ponemos dos generadores o fuentes en paralelos, si tuviésemos una fuente de continua (batería) alimentando una resistencia, ver lado izquierdo de la figura 2.17.

En esta situación la corriente que entrega la fuente V será $I=V/R$. Si ahora tenemos otra fuente de tensión V , idéntica a la anterior y la conectamos como indica el lado derecho de la figura 2.17, tendremos que la corriente I sigue siendo la misma pero ahora $I= I_1 + I_2$. En cuyo caso la corriente por cada fuente se dividió al por dos. En este caso lo que hemos hecho es colocar en paralelo las dos fuentes V .

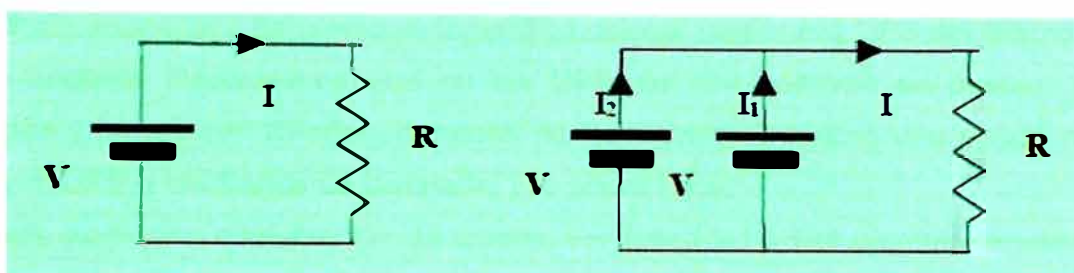


Fig.2.17 Fuentes en paralelo

Con los UPS ocurre exactamente lo mismo, recordemos que un UPS en línea tiene al Inversor permanentemente alimentando la carga, entonces colocar los UPS en paralelo equivaldrá a colocar en paralelo los onduladores de dos UPS distintas. En los UPS que venimos hablando y gracias a la función del DSP esto es relativamente "sencillo".

2.12 Redundancia y ampliación

Antes de avanzar sobre los UPS en paralelo (en adelante emplearemos el símbolo //) veamos dos conceptos que están ocultos en lo que hemos visto.

El primero es el concepto de redundancia. Asumamos que la carga R es muy crítica y tenemos miedo que la fuente V falle, en consecuencia y para prevenir esta situación colocamos otra fuente V en //. Entonces, en la configuración derecha de la figura 2.17, cada fuente trabaja la mitad que en la de la izquierda, pero si una de las dos falla, cualquiera puede entregar la corriente I que la carga R necesita. Lo que hemos logrado es aumentar al doble la confiabilidad de la instalación.

El otro concepto es el de ampliación, supongamos que tenemos una instalación como la descrita a la izquierda de la figura 2.17, y que ahora nos cambia la R es decir la carga, y que ahora su valor es $R/2$ (esto significa que aumentó la carga, es decir hay más computadoras puestas en la instalación), entonces ahora la corriente I es $I_{\text{Nueva}}=2*V/R=2*I$. Si la fuente V que teníamos disponible podía entregar como máximo una corriente $I_{\text{máx}}=1,3*I$ ahora no podrá entregar la nueva corriente, entonces al colocar una fuente en paralelo igual a la que tenemos, figura 2.18, tendremos que la capacidad total del conjunto es de $I_{\text{total}}=1,3*I + 1,3*I= 2,6*I$, en consecuencia podremos alimentar la

carga que ahora tenemos. Lo que hemos hecho ahora es aumentar la capacidad del conjunto, pero, observar que si una de las dos fuentes falla la otra no podrá alimentar la carga y tendremos nuevos problemas (8).

2.13 Aplicaciones de la redundancia y la ampliación

La redundancia, se aplica muchísimo cuando se trata con cargas extremadamente críticas, citemos ejemplos, quirófanos, centros de procesamiento de datos, telecomunicaciones, edificios inteligentes, centrales de alarmas industriales, salas de control de procesos continuos.

La ampliación, se utiliza cuando no se pudo prever el crecimiento de una instalación y la ecuación económica para resolverlo justifica colocar una nueva UPS del mismo tamaño que la anterior. Recordemos que en las UPS de alta potencia se pueden comprar repuestos y partes por 10 años, después de fabricadas. Entonces uno puede necesitar ampliar la UPS a los 5 años de instalada, y lo podrá hacer

Puede surgir una combinación de ambos, ver figura 2.18. Por ejemplo instalamos dos UPS en // por redundancia y luego de un tiempo crece la carga en un 80% (o sea 1,8), entonces colocamos una tercer UPS ahora cada UPS administra un 33,33% de la carga o sea 0,6 si falla cualquiera de ellas el índice de carga subirá hasta el 45% o sea 0,9. Resolvimos el problema del crecimiento de la instalación y mantuvimos la redundancia que necesitábamos por la carga crítica.

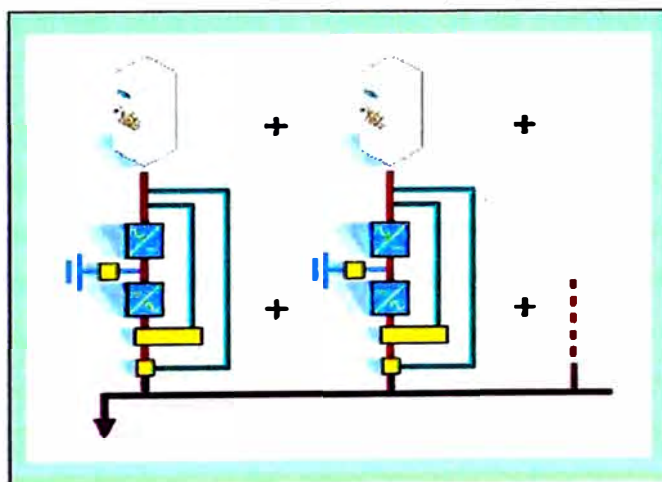


Fig.2.18 Combinación de redundancia y ampliación

Viendo el esquema utilizado para lograr redundancia podemos observar la presencia de una redundancia total, es decir rectificadores, inversores, baterías, puente, etc. Esto es lo ideal pero uno puede preguntarse si no es posible simplificar este esquema. Buscando obtener una menor inversión, un menor mantenimiento y seguir teniendo una elevada confiabilidad en todo el sistema. Por supuesto, la respuesta es si.

Observando la figura 2.19, se puede ver que se sustituyeron todos los puente

individuales por uno centralizado, es decir un único puente. Este único puente debe tener la capacidad de toda la instalación, ahora si teníamos un esquema de redundancia, el tamaño del puente será igual a los individuales, logrando así reducir la inversión, obviamente aquí hemos hecho una pequeña concesión en la confiabilidad. Y si no teníamos un esquema de redundancia, si no de ampliación habrá que considerar que en el caso de fallas toda la carga caerá sobre este puente.

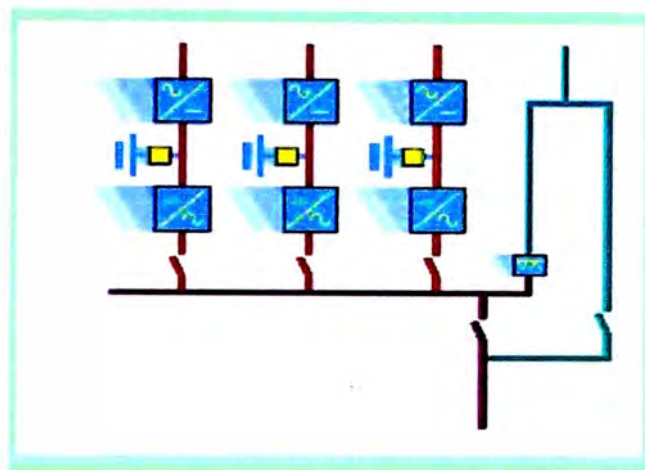


Fig.2.19 Puente único

2.14 Configuraciones especiales

En ciertas ocasiones aparecen configuraciones especiales, se trata de adaptaciones de UPS a instalaciones existentes o la separación de cargas, para cuando tenemos cargas críticas de diferentes jerarquías o suministros de energía eléctrica de diferentes calidades (9).

2.14.1 Redundancia secuencial

La redundancia secuencial esta basada en la unión de dos cadenas de UPS distintas e independientes (incluso de marcas y potencias distintas). Se realiza la unión de la cadena través del puente estático de una de ellas, conectándolo con la salida de la otra cadena.

Esto quiere decir que en una de ellas la alimentación del puente es la salida de la otra, como indica la figura 2.20. Con ello se consigue una doble seguridad de la carga crítica. Suponiendo que el UPS del equipo principal falle, entraría a trabajar su puente estático que a la vez esta alimentado por el otro UPS. En este caso es necesario un agregado, llamado protección especial de puente secuencial, que es un elemento encargado de sincronizar ambos UPS. De hecho en esta configuración la carga crítica 1 es más importante que la 2, o al menos esta mas protegida. Algunas observaciones importantes son:

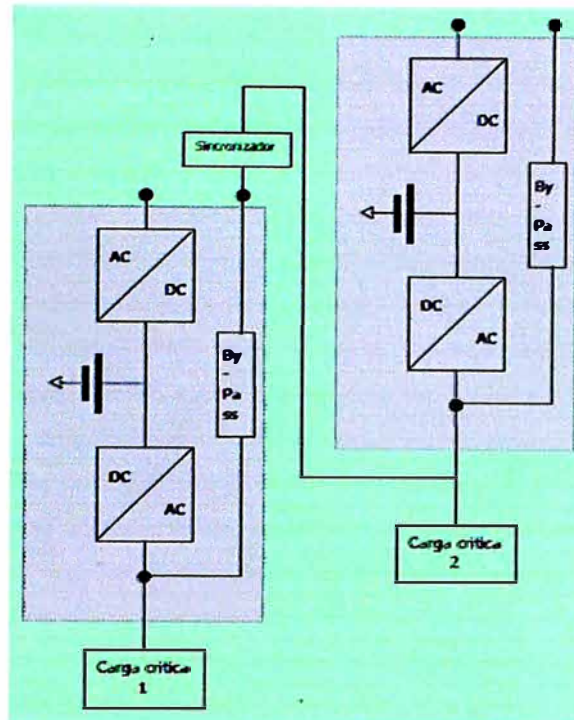


Fig.2.20 Redundancia secuencial

- El UPS 2, que alimenta la carga crítica 2, debe tener capacidad de alimentar ambas cargas, pues cuando falle la UPS1, el puente 1 le conectara la carga crítica 1, entonces si la carga 1 es de 30 kVA y la 2 de 60 kVA, el UPS2 deberá ser de al menos 100 kVA, aunque la mayor parte del tiempo solo entregue 60 kVA (para la carga 2).
- Observar que la entrada de red del UPS1 no está conectada a la salida del UPS2, sería algo que intuitivamente se podría hacer, pero esto traería aparejado unos cuantos inconvenientes, en lugar de reservar 30 kVA (siguiendo el ejemplo de antes) habría que reservar bastante más. Por efecto del rendimiento del propio UPS1 y por el factor de cresta que el rectificador del UPS1 representa para el UPS2.
- También podrían elegirse diferentes fuentes de suministro, tendiendo a usar una más confiable para el caso del UPS1.

2.14.2 Sistema paralelo redundante con doble juego de barras

El sistema doble juego de barras para UPS fue creado para resolver la necesidad, en grandes centros de cálculo, de poder hacer todo tipo de mantenimientos sin jamás pasar la carga crítica por la red de suministro eléctrico. Este concepto se implementa para cargas muy críticas, que requieren una alimentación eléctrica 100% confiable, en esquemas de funcionamiento 24x7 durante todo el año, sin paro alguno y con permanente cobertura ante problemas de suministro. El esquema se muestra en la figura 2.21. Allí, pensando un poco y con algo de imaginación, se puede encontrar la forma de

operar las llaves mostradas para conectar y desconectar, realizar mantenimiento y demás, de cualquiera de los 5 componentes del sistema, de a uno por vez. Aquí está planteado un sistema redundante, recordemos que esto es, si la carga es de potencia K , cada UPS será de una potencia K .

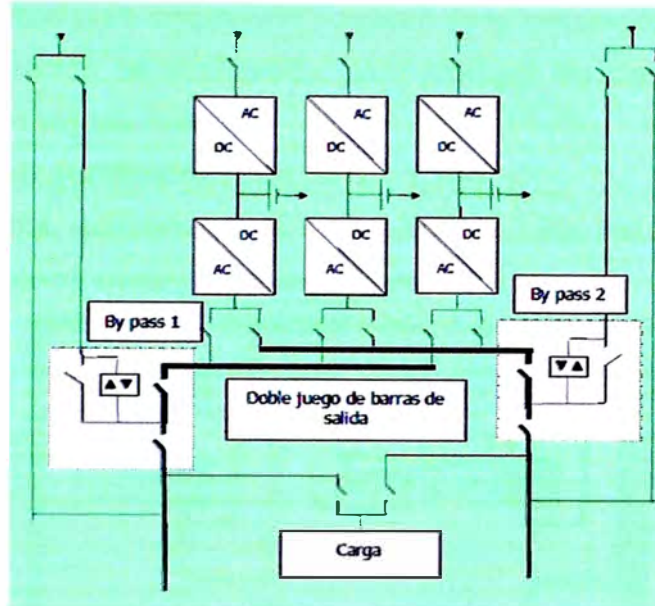


Fig.2.21 Sistema paralelo redundante con doble juego de barras

2.14.3 Sistemas con Puente múltiple

Este sistema es un nuevo concepto innovador en materia de alimentación eléctrica de alta calidad. Se trata de una instalación de uno o más UPS con varios Puente separados, constituyendo cada uno de ellos una salida de alimentación independiente. Esta configuración está perfectamente adaptada para las exigencias de una instalación con varios UPS separados bien por ubicación física, o bien por nivel de seguridad. El esquema se muestra en la figura 2.22

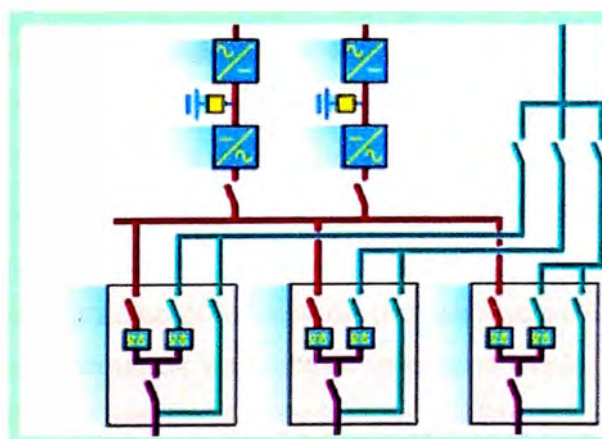


Fig.2.22 Puente múltiple

Las ventajas de los sistemas con Puente múltiple son:
Aumenta la fiabilidad global de la instalación.

Aumenta la seguridad de funcionamiento reduciendo los riesgos de perturbación entre las distintas cargas.

Responde a la necesidad de clientes que quieren alimentar con energía de muy alta calidad cargas de diferentes potencias.

Aumenta la flexibilidad para ampliación posterior de la instalación.

Permite la configuración de prioridades, para proteger las cargas mas criticas antes una eventual avería de alguna cadena.

2.14.4 Sistemas en Redundancia Total (MTC - LTM)

La redundancia total, consiste en la realización de una instalación simétrica, para obtener red de emergencia constante protegida por UPS.

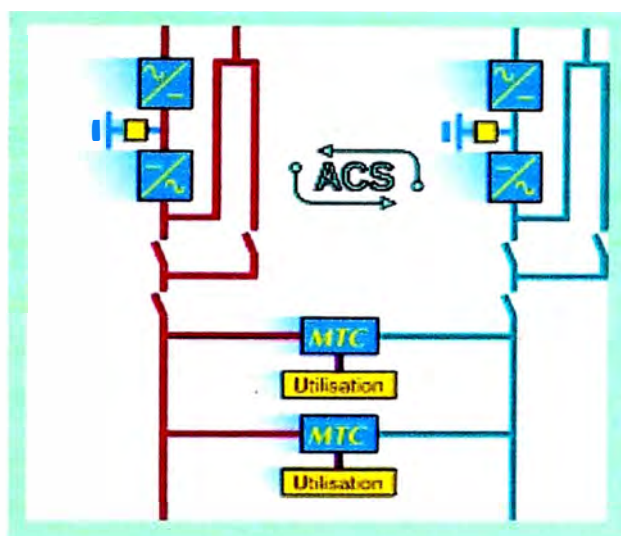


Fig.2.23 Redundancia Total

Como se muestra en la figura 2.23, está compuesta por:

Dos UPS que pueden estar físicamente separados y en diferentes ambientes.

Una barra de distribución doble

Uno o varios módulos de transferencia automática de carga o MTC -Módulo de transferencia de carga o LTM (Load Transfer Module).

En funcionamiento normal, cada carga está alimentada por cualquier sistema (se puede elegir por el mas confiable), en caso de necesidad (defecto del suministro eléctrico, mantenimiento o reparación, etc.), se realiza la inversión de la alimentación de un sistema a otro sin corte, gracias al módulo de transferencia de carga (10).

Veremos ahora algunos equipos especiales utilizados en la provisión de energía de alta calidad, estos los MTC y los filtros activos. Los analizaremos en profundidad ya que ofrecen cualidades y características muy interesantes.

2.14.5 Módulos de transferencia de carga (MTC)

Las cargas sensibles o criticas, sean informáticas o industriales, requieren de una

alimentación sin interrupción y de una tensión eléctrica perfectamente regulada. Los UPS están diseñados para efectuar esta función. Sin embargo, existen riesgos en la distribución de la alimentación aún utilizando UPS (Fig.2.24).

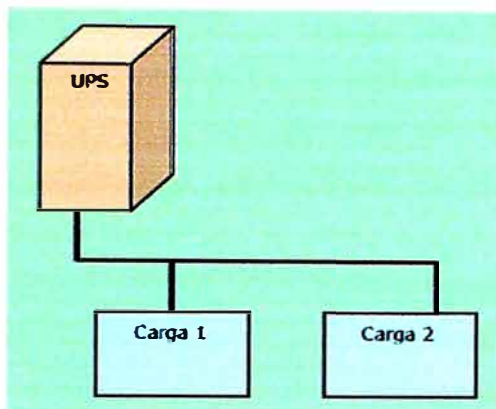


Fig.2.24 Cargas críticas alimentadas por UPS

Estos riesgos pueden ser:

De una parte, fallas con la fuente de alimentación (la UPS misma) o en la distribución (se entiende después de la UPS, es decir aguas abajo): disparos de protecciones, errores de manipulación, cableados dañados, etc.

Por otro lado, las fallas provocadas por las mismas cargas. Siendo común el circuito de distribución para todas las cargas, en caso de fallo de una de ellas, las demás cargas pueden sufrir malas consecuencias: perturbaciones de la tensión (transitorios), disparos de protecciones no selectivas, etc.

A fin de evitar las repercusiones críticas de estas fallas sobre las cargas alimentadas por una UPS, la solución consiste en aportar a las cargas una doble alimentación proveniente de dos fuentes de energía distintas. Los Módulos de Transferencia de Carga (MTC) permiten transferir automáticamente las cargas de una fuente de energía a la otra sin ninguna perturbación. La figura 2.25 muestra un esquema de conexión de dos cargas a través de MTC.

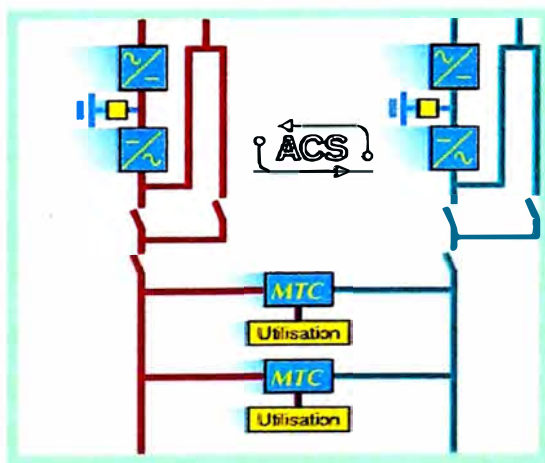


Fig.2.25 Conexión de dos cargas a través de MTC

El principio de funcionamiento de estos MTC es el siguiente:

El usuario define la fuente prioritaria para cada MTC, es decir define el orden de ingreso de las distintas fuentes de energía.

El mismo MTC monitorea la calidad de la energía que entrega a la carga que el alimenta, controlando todos los parámetros de la misma (voltaje, frecuencia, distorsión armónica, etc.), determinando a cada instante cual es la mejor, si ambas están encuadradas dentro de las tolerancias establecidas, se alimentará la carga con la jerarquía que el usuario eligió.

Cuando se produce una falla o la fuente prioritaria no encuadra en la parametrización establecida, el MTC transferirá la carga sobre la otra fuente, llamada fuente auxiliar.

La transferencia solo se realiza si las fuentes están sincronizadas, es decir ambas ondas se encuentran en fase. También puede hacerle aunque no estén sincronizadas, para el caso de que una de las alimentaciones desaparezca o que no se trate de UPS.

Con el objetivo de no perturbar la vía de alimentación que se encuentra en orden, El MTC detectara si la carga que debe transferir es la que tiene el problema (corto circuito o alguna otra falla) o si el problema es de la red que alimenta dicha carga.

El MTC también permite operar desde su panel de control las transferencias entre las distintas alimentaciones, facilitando así las tareas de mantenimiento.

El esquema interno de un MTC puede verse en la figura 2.26.

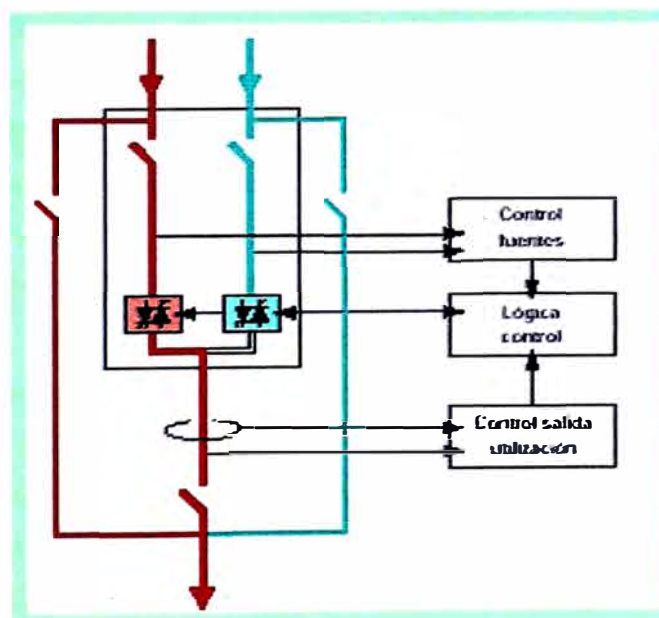


Fig.2.26 Esquema interno de un MTC

Se puede apreciar claramente la presencia de los controles de las fuentes y de la carga. Puede verse la presencia de los tiristores bidireccionales (triacs), allí se puede apreciar que la carga, esta siendo alimentada por el canal de la izquierda, mientras que el de la derecha esta bloqueado. Detallaremos ahora algunas de las funciones:

Alimentar permanentemente las cargas con una tensión dentro de las tolerancias admisibles. La tensión de cada fuente está permanentemente supervisada.

La detección de una alteración de la fuente prioritaria activa una transferencia hacia la fuente de socorro sin perturbar las utilizaciones.

Aislar completamente cada fuente de energía. Una falla en una (interna o debida al entorno) no afecta en ningún aspecto a la otra (separadas galvánicamente).

Las dos fuentes de energía están separadas y son totalmente independientes (no pueden operar en paralelo) pudiendo estar instaladas en locales diferentes.

Asegurar la redundancia a partir de dos fuentes de energía sobre una instalación existente.

Escoger una o varias cargas específicas que tendrán mayor fiabilidad. Dentro del esquema de distribución, no es necesario que todas las cargas estén alimentadas a través de un MTC.

Permitir al usuario escoger una fuente prioritaria. En todo momento, el usuario puede elegir la fuente configurada como prioritaria para cada MTC y repartir las diferentes cargas entre cada una de las dos fuentes de energía.

Funcionar de forma independiente. No es necesaria ninguna transferencia de información entre los MTC y las fuentes de energía (UPS u otros).

Separar las cargas a fin de evitar riesgos de perturbaciones entre ellas. En caso de alteración proveniente de una de las cargas, el MTC correspondiente impedirá su transferencia. Las cargas alimentadas por otros equipos MTC serán alimentadas por la otra fuente sin verse afectadas por ninguna perturbación.

Transferir automática o manualmente con toda seguridad y sin perturbaciones para las cargas. Las condiciones de la transferencia están perfectamente definidas, la lógica de control del MTC no permitirá la conmutación si éstas no se cumplen.

Escoger el modo de retorno a la fuente prioritaria después de una transferencia automática a la fuente de seguridad. Una vez efectuada una transferencia a la fuente de socorro, el retorno es configurable: automático o manual.

Efectuar el mantenimiento de cada fuente y de su distribución sin interrupción de las cargas. El modo manual permite transferir las cargas sobre una de las fuentes de energía, permitiendo la puesta fuera de tensión de la otra.

La figura 2.27 muestra un esquema típico de una instalación, donde la fuente auxiliar puede tratarse de UPS, de transformadores o grupos electrógenos.

La figura 2.28 muestra el panel de control de un MTC, donde se aprecia claramente el concepto de funcionamiento de estos equipos

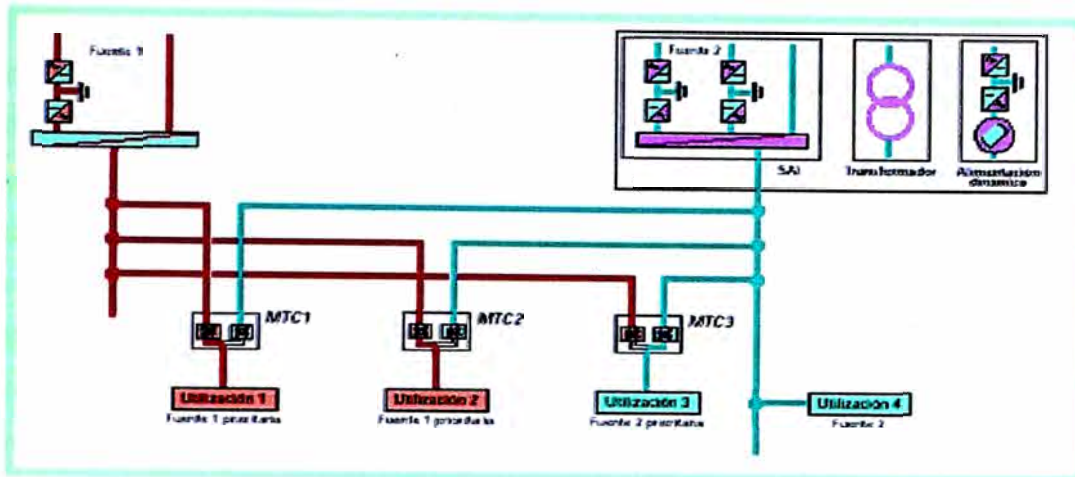


Fig.2.27 Esquema típico de una instalación con MTC

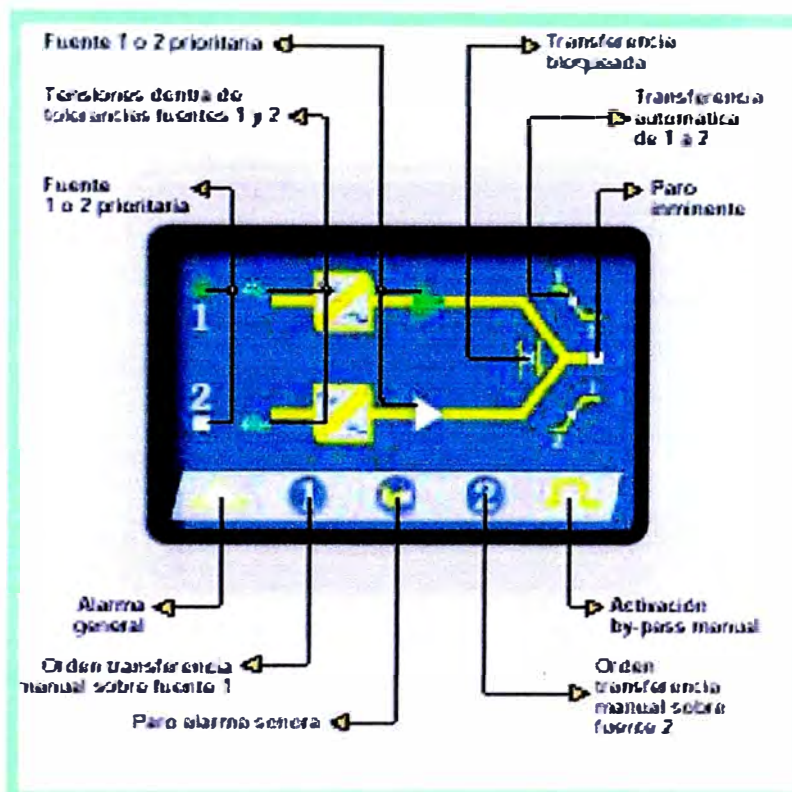


Fig.2.28 Panel de control de un MTC

Existen unos MTC especiales, llamados IT Switch que se distinguen de los descritos porque se colocan muy cerca (físicamente) de las cargas, básicamente son equipos que se colocan en el mismo gabinete donde esta la carga que alimentan,.

Una de las diferencias mas sustanciales que presentan es la función de reemplazo en caliente, que permite quitar el MTC del gabinete donde esta instalado sin que la carga note algún cambio.

2.14.6 Filtros de armónicos activos

Son aquellos equipos que reducen el contenido armónico de la corriente que las cargas informáticas toman de la red, y que en Europa han sido regulados y acotados.

Viendo este caso conoceremos unos equipos que resuelven un problema importante de las grandes instalaciones informáticas, o de equipamientos electrónicos.

a) Definición del problema

Anteriormente habíamos visto algo de cómo era la corriente que toman de la línea las computadoras (Fig.2.29), esa forma de onda es la que tienen la gran mayoría de las cargas críticas (computadoras, servidores, monitores, impresoras, fotocopiadoras, controladores de velocidad de motores, centrales de comunicaciones, etc.) esto es por definición una carga alineal, en general cualquier carga que se conecte a la red a través de un rectificador y filtro de capacitores se comportará de esta manera.

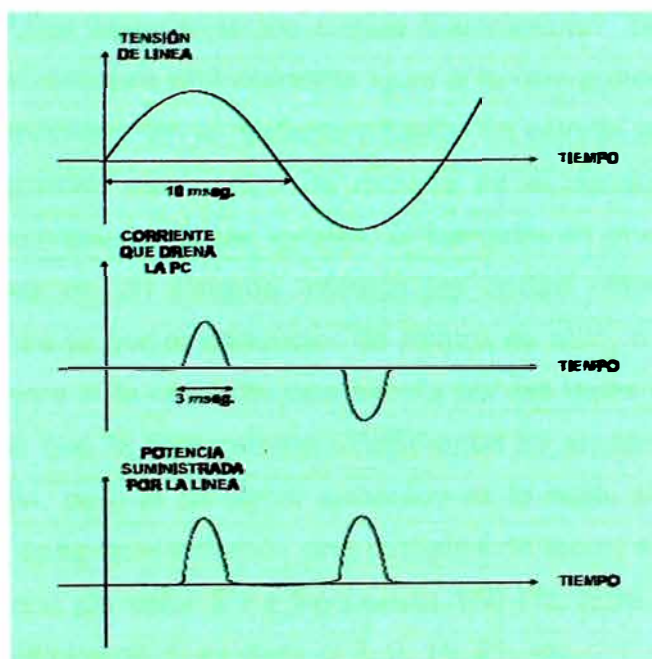


Fig.2.29 Formas de onda con carga alineal

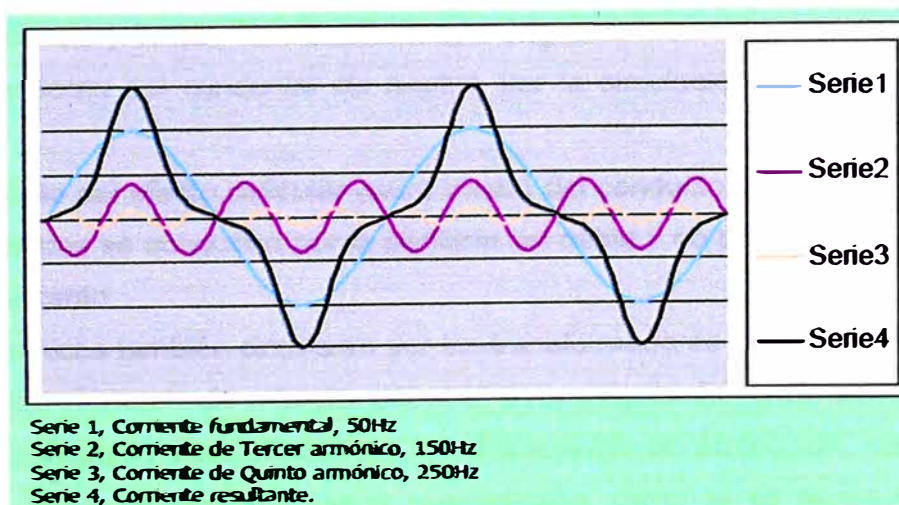


Fig.2.30 Composición de la onda de corriente

Esta corriente es la que circula por la red eléctrica cuando se conectan estas cargas, si hay varias cargas las corrientes se irán sumando, creciendo su valor y amplitud, pero su

forma seguirá siendo la misma. Esta forma de onda de corriente no es sinusoidal, como puede apreciarse, en realidad es la suma de muchas ondas sinusoidales de diferente frecuencia y amplitud, que como resultado arrojan una onda de corriente de 50 Hz, se puede ver en figura 2.30 el dibujo con solo dos armónicos de corriente y la corriente resultante, de hecho en este dibujo faltan infinitas armónicas de corriente, que como resultado arrojan una onda como la de la figura 2.29.

Ahora bien, esta es la corriente de una carga crítica electrónica, tal cual dijimos, esta corriente circulará por la fase de la red eléctrica que alimente esta carga, ahora vienen los problemas, ¿qué ocurre ahora si tenemos un sistema de alimentación trifásico en estrella y en cada una de las tres fases tenemos cargas electrónicas?, pues tendremos que en cada una de las fases circulara una corriente igual a la que estuvimos analizando, pero también ocurre otro fenómeno, en un sistema trifásico en estrella las corrientes se suman en el centro de la estrella, ese centro de estrella es el conductor de neutro, si las corrientes fuesen sinusoidales y todas iguales, al sumarse en el centro de la estrella se anularan (recordar que en un sistema trifásico las ondas están desfasadas 120°) y tendremos que la corriente por el conductor de neutro es nula, o la diferencia entre las corrientes de fase. Ahora si la corriente que circula por las fases es la que vemos en la figura 2.30, tendremos que la componente fundamental se anulara, o será la diferencia, en el centro de estrella, pero la de tercer armónico no lo hará, al contrario se sumaran todas, entonces si en cada fase tenemos una corriente de tercer armónico de valor I , por el neutro tendremos una de valor $3 \cdot I$ y frecuencia 150 Hz. Esto ocurrirá con todos los armónicos impares múltiplos de 3, es decir el 3, 9, 15, 21, etc.

Como resultado de esto tendremos que en el neutro estarán circulando corrientes de elevada frecuencia y de elevada amplitud, esto origina:

Recalentamiento del conductor de neutro, por la circulación de estos armónicos de corriente

Agravamiento del efecto pelicular (skin) dentro del conductor de neutro, este efecto es que los armónicos se conducen por la periferia del cable y no por el centro, agravando el sobrecalentamiento.

Estos armónicos también circularan por los transformadores y los grupos electrógenos, obligando a transformar más energía, por el empeoramiento del rendimiento.

Riesgo de disparos accidentales en los dispositivos de protección, con el resultado consecuente de la desconexión de la alimentación, digamos se produce un corte de energía.

Mal funcionamiento por el incremento de la distorsión armónica del voltaje que estas ondas de corriente provocan

Envejecimiento prematuro de las instalaciones y elevada pérdida de energía

La figura 2.31 muestra la forma de onda de corriente que circula por el neutro de una instalación trifásica, alimentando cargas electrónicas (en rojo), también se muestra la corriente que debería circular (quizás su perfección será exagerada) cuando se aplica un producto que lo soluciona.

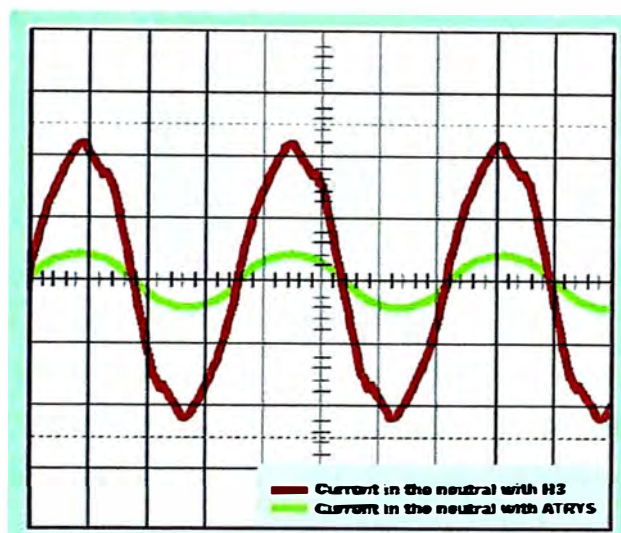


Fig.2.31 Onda de corriente en el neutro de una instalación trifásica

b) Solución al problema

Para resolver este problema, aparecieron los "ecualizadores de armónicos", son equipos que reducen este fenómeno.

Neutralizan los armónicos más significativos en las redes provenientes de equipos monofásicos.

Previenen la propagación de los armónicos aguas arriba de la instalación.

Se dimensionan en función de la potencia de los equipos que protege, si la potencia consumida es pequeña aumenta la eficiencia de estos equipos (TABLA N° 2.1).

TABLA N° 2.1 Dimensionamiento de los ecualizadores de armónicos

Potencia de la aplicación kVA	Capacidad de corriente del módulo A	Peso kg
15	15	100
30	27	110
60	54	210

Mejoran la calidad de la forma de onda de la red, bajando la distorsión armónica, haciendo que los equipos trabajen mejor aumentando la expectativa de vida útil.

También reducen los disparos espurios de los sistemas de protección.

Junto con la mejora de la distorsión armónica, proveen una corrección del factor de potencia.

La figura 2.32 muestra la forma de conexión de estos equipos cuando se lo conecta a

un sistema de computadoras y cargas electrónicas.

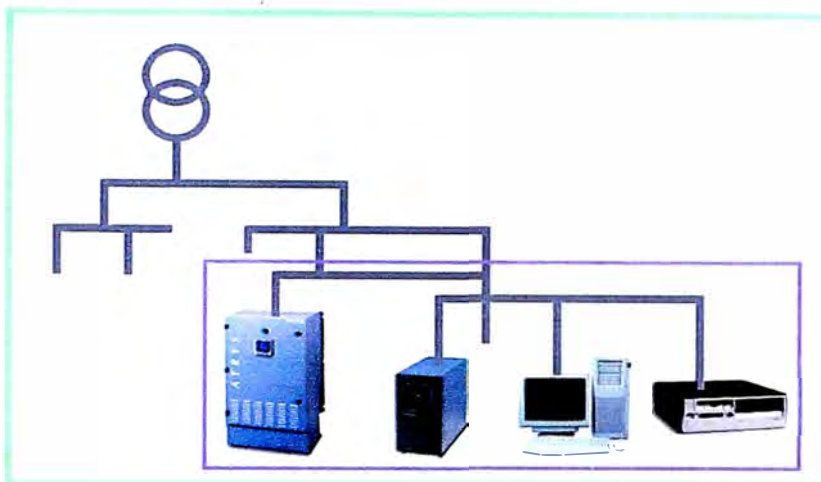


Fig.2.32 Conexión de un ecualizador de armónicos

Los datos técnicos de este tipo de equipos muestran la reducción notable que hacen de los armónicos, con valores de reducción de armónicos de fase y armónicos neutrales de 80% y 85% respectivamente.

2.15 Baterías

2.15.1 Definiciones básicas

Asumimos que no es necesario realizar ni revisar el concepto de batería eléctrica, pero por las dudas: se trata de un dispositivo que consta de dos o más placas conductoras y un elemento que las rodea (electrolito), ambas placas interactúan con el electrolito generando una reacción química, como consecuencia de la misma se producirá un desplazamiento de carga eléctrica que al cerrar el circuito externamente da como resultado la circulación de corriente eléctrica (Fig.2.33).

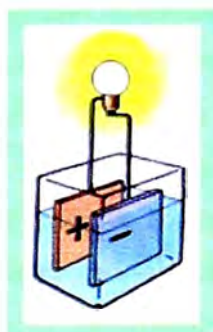


Fig.2.33 Celda

Lo que muestra la figura 2.33 es una celda o vaso que cuando se construye de determinada manera se obtienen unos 2,4 voltios, entonces para obtener una batería de 6 voltios (aproximadamente) se necesitaran 3 vasos, y para una de 12 Voltios (aproximadamente) se necesitaran 6 celdas o vasos. La forma de conectarlos es en serie, es decir un positivo conectado con un negativo, la figura 2.34 muestra el interior de una batería, de las comunes, donde puede apreciarse la conexión entre las distintas celdas o

vasos.

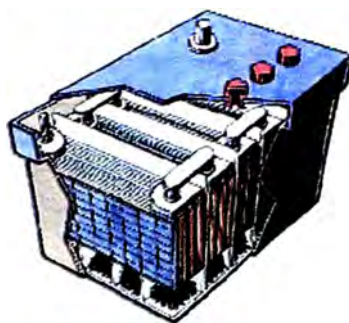


Fig.2.34 Batería

Ahora este proceso tiene su final, es decir en algún momento toda la energía química almacenada en la batería se agota, se convierte totalmente en energía eléctrica. Este proceso es reversible, es decir si de alguna forma le hacemos circular corriente a la batería pero en sentido inverso al anterior reconvertiremos energía eléctrica en energía química, este es el proceso de carga de la batería.

2.15.2 Términos usados con frecuencia en la jerga de las baterías

Electrolito - Típicamente es una mezcla de agua y ácido sulfúrico.

Placas - Aunque originalmente se hacían de plomo, hoy en día se hacen de óxido de plomo o aleaciones con el Plomo, por ejemplo, Plomo-Selenio (PB-SE), Plomo-Calcio (PBCA), etc. Las placas son las partes de la batería que colectan la corriente y están conectadas a los terminales. Hay varias placas en cada celda (vaso), cada una aislada de las otras por separadores.

Sulfatación - Al descargarse una batería, sus placas se cubren progresivamente de sulfato de plomo, resultado de la reacción química que se produce al cerrar el circuito eléctrico. El recargado remueve el sulfato de plomo de las placas y este se recombina con el electrolito. Si el sulfato de plomo se mantiene sobre las placas por un largo período de tiempo (más de dos meses), se endurecerá y el recargado no lo removerá. Esto reduce el área efectiva de la placa y disminuye la capacidad de la batería, si este proceso de solidificación del sulfato continua termina destruyendo e inutilizando la batería.

Estratificación - Con el tiempo el electrolito (líquido) de las baterías tiende a separarse. En la parte superior de la batería el electrolito se va aguando, mientras en el fondo se va acidificando. Este efecto es corrosivo para las placas. Esto también termina en la inutilización de la batería.

2.15.3 Términos eléctricos vinculados a las baterías

Voltaje Bruto, Máximo o de fondo - Este es el mayor voltaje al cual serán cargadas las baterías durante un ciclo normal de carga. El rango normal es de 2,367 a 2,4 voltios por vaso. Para una batería de 12V DC (6 vasos) será de 14,2 a 14,4 voltios. Las baterías

de electrolito líquido usualmente se llevan al voltaje más alto y las baterías de celdas de gel al más bajo.

Etapa de Absorción - Durante esta parte del ciclo de carga, las baterías se mantienen al voltaje máximo y aceptan toda la corriente requerida para mantener este voltaje

Voltaje de flote - En este voltaje se mantendrán las baterías después de cargadas. El rango de 13,2 a 13,4 es apropiado para la mayoría de las baterías selladas y no selladas.

Capacidad de la batería - Indica el tiempo durante el cual la batería entregara una determinada corriente, se da el valor como el producto de la corriente (Ampere) y el tiempo (horas), generalmente es un parámetro medido en una fracción de 20 horas. Entonces, una batería de 50 Ah indica que entrega 2,5 Amperios durante 20 horas.

Corriente de carga máxima - Es la máxima corriente que puede circular a la batería en sentido inverso, es decir durante el proceso de carga, generalmente es el 10% del valor de capacidad de corriente a 1 hora, con el ejemplo anterior seria de 5 Ampere. Hay baterías que admiten hasta el 50% de su capacidad y algunos cargadores de baterías inteligentes cambian la corriente en función de la etapa de carga, al principio -cuándo la baterías esta descargada- lo hacen al máximo y luego lo van bajando hasta llegar al 10%.

Corriente de mantenimiento o pérdida - Una vez cargada la batería esta sufre un proceso de autodescarga, a esa autodescarga se la llama corriente de perdida, es un fenómeno químico y aunque la batería no tenga conectada ninguna carga eléctrica se produce igualmente. Si la batería tiene conectada un circuito eléctrico externo y aunque este no consume nada, también se producirá la autodescarga. Los buenos cargadores de batería compensan esta autodescarga. Esta corriente de autodescarga es la responsable de que una baterías cargada y puesta en la estantería (en almacenaje), al tiempo se encuentre totalmente descargada y probablemente inutilizada.

2.15.4 Otros términos frecuentes relacionados con baterías

Ciclo Profundo - Un ciclo profundo es cuando una batería ha sido descargada hasta menos del 20% de su capacidad o sea un 80% de descarga. La vida útil de las baterías se suele medir en cantidades de ciclos, depende los tipos pueden llegar hasta 300 ciclos.

Temperatura de trabajo - Obviamente es la temperatura a la cual esta sometida la batería durante su operación, las prestaciones y características dependen fuertemente de la temperatura. Influye en el voltaje de flote, debiendo compensarse para obtener un rendimiento óptimo. Influye en la vida útil, si trabaja a mucha temperatura empeora notablemente. Influye en su capacidad, si esta fría empeora muchísimo.

Vida útil - Es el tiempo durante el cual la batería tiene capacidad de retener energía, depende de muchos factores, como dijimos, los fundamentales son la temperatura, tanto de uso como de almacenamiento, el tiempo que transcurra sin recibir carga, los ciclos

profundos a los cuales ha sido sometida.

2.15.5 Tipos de baterías

Las baterías vienen en diferentes tamaños, tipos, amperajes/hora, tensiones y composiciones. Hay casi tantas descripciones de cómo se deben cargar las baterías exactamente como gente deseando ofrecer explicaciones. Es imposible discutir aquí todos los aspectos detalladamente. Sin embargo, aquí hay unas pautas básicas que nos ayudarán a seleccionar la batería y asegurarse de que las baterías que se utiliza tienen un mantenimiento mejor que la mayoría. La fuente que mejor puede informar sobre los parámetros más adecuados para el convertidor es el fabricante o proveedor de la batería.

a) Baterías para automóviles

Las baterías para automóviles y camiones están diseñadas para una alta potencia de arranque (muchísima corriente por muy poco tiempo), pero no para ciclos profundos. No se debe usar en los UPS, a menos que no disponga de otro tipo de batería. Simplemente no durarán mucho en una aplicación de ciclos. El problema es que una vez descargada profundamente difícilmente se recupera.

b) Baterías sin mantenimiento

Este tipo de baterías se vende normalmente como batería marítima o RV, pero no suele ser adecuada para los sistemas UPS. Esta batería normalmente tiene una reserva adicional de electrolito líquido en cada célula para minimizar la necesidad de añadir electrolito. No es igual que una batería sellada.

c) Baterías de ciclo profundo

Este es el mejor tipo de baterías para los sistemas de UPS, también se las conoce como estacionarias (entregan poca corriente durante mucho tiempo). Están diseñadas para utilizar la mayoría de su capacidad antes de ser recargadas. Están disponibles en varios tamaños y tipos. Las más comunes son las baterías de electrolito líquido no selladas.

Las baterías no selladas tienen cubiertas. Se debe revisar periódicamente para comprobar el nivel de electrolito. Cuando una célula esté baja, se deberá añadir agua destilada tras haber recargado la batería completamente. Si el nivel es extremadamente bajo, añada sólo la suficiente agua destilada como para cubrir las placas antes de recargar la batería.

El volumen de electrolito aumenta durante el proceso de carga y la batería se desbordará si se llena del todo antes de recargarla. Sólo se deberá utilizar agua destilada, ya que cualquier impureza reducirá el rendimiento y la vida de la batería.

d) Baterías selladas

Otro tipo de baterías son las de células de gel selladas o electrolito absorbido. Éstas

no utilizan tapas. El electrolito se encuentra en forma de gel en vez de líquido o está absorbido en un contenedor esponjoso, lo que permite montar la batería en cualquier posición.

Las ventajas son que no necesita mantenimiento, tienen una larga vida (800 ciclos) y una baja auto descarga.



Fig.2.35 Batería sellada

La figura 2.35 muestra un corte en una batería de este tipo marca CSB (una de las mejores). Son del tipo plomo-ácido con válvula reguladora (VRLA) y tecnología de recombinación de gases que evita la adición de agua periódica (mantenimiento) y la necesidad de someterlas a procesos de ecualización, indispensables en otros tipos de baterías. Entre las características más sobresalientes de estas baterías, podemos destacar:

Recargables: 250 a 1200 ciclos según profundidad de descarga.

Larga vida útil: Cinco años en condiciones normales.

Electrolito inmovilizado: No requiere mantenimiento.

Rejillas de Plomo-Calcio: Maximiza la vida útil y operación.

Versátiles: Se pueden utilizar en cualquier posición.

Confiables: Permiten descargas rápidas y profundas

Robustas: Se recuperan de descargas profundas.

e) Baterías de Níquel-Cadmio y Níquel-Hierro

Algunos UPS usan baterías de Níquel-Cadmio (NiCd) y Níquel-Hierro (NiFe), que se deben cargar a un voltaje más alto para alcanzar la carga completa. Para permitir el uso del convertidor con baterías de NiCd, en algunos convertidores simplemente hay que ajustar la tensión de carga 2 voltios más y en otros convertidores es necesario cortar una resistencia limitadora que permite aumentar estos dos voltios. La variable fundamental es la vida útil, suelen llegar a 10 o 15 años y no tienen mantenimiento, solo es necesario

efectuarle revisiones periódicas. Los parámetros del Voltaje de Flotación para las baterías de NiCd/NiFe también deberán fijarse según las recomendaciones del fabricante de la batería. Acuérdesse de sumar 2 voltios a la escala que se muestra cuando realice el ajuste.

2.15.6 Bancos de baterías en UPS

Ya hemos visto los distintos tipos de baterías, ahora veamos como conformar un banco de baterías para una UPS, habitualmente es necesario combinar distintas cantidades de estas. Solo en los equipos más pequeños alcanza con solo una baterías. En los equipos grandes se utilizan combinaciones serie paralelos de distintas baterías, de hecho son todas baterías iguales, de la misma capacidad y preferentemente fabricadas juntas, sino se presentan innumerables inconvenientes que detallaremos.

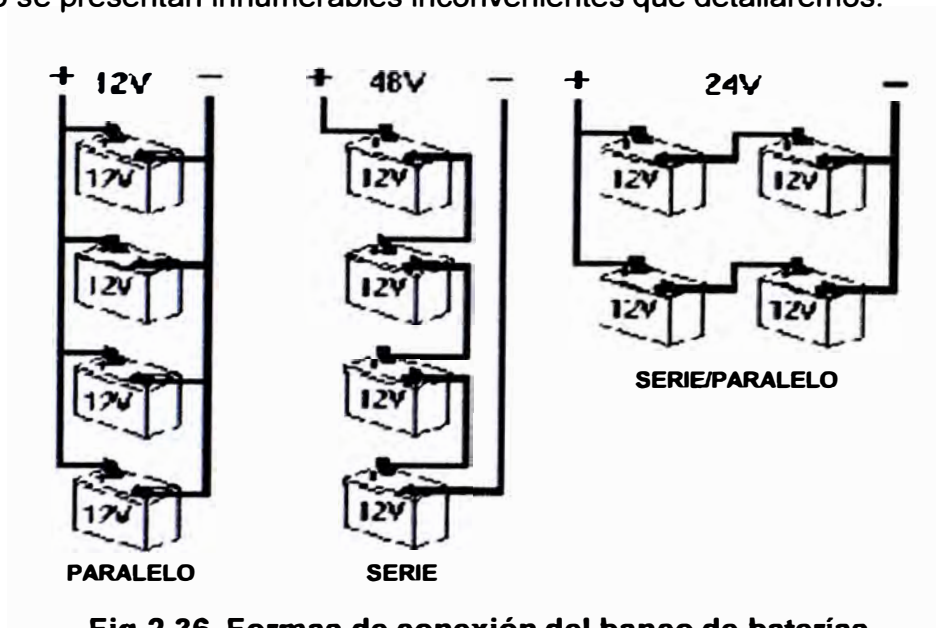


Fig.2.36 Formas de conexión del banco de baterías

La figura 2.36 muestra la forma de conectar diferentes cantidades de baterías. Se concluye que 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 que al conectarlas en serie, se multiplica el voltaje tantas veces como baterías se conecten en serie, quedando la capacidad constante. La configuración serie/paralelo es una combinación de ambas conclusiones. Si las baterías que se conectan en cualquiera de estas configuraciones no son iguales hay problemas serios y la calidad del banco será la de 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. También es importante cuidar algunos detalles constructivos de estos bancos por ejemplo con los cables, los cables que conecten a las baterías entre ellas para crear un banco de baterías deben de ser cables gruesos.

Generalmente el cable no debe ser más pequeño que el cable principal que vaya al inversor. 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 mismos terminales y el mismo método de sujeción de los terminales al borne de la batería.

2.15.7 Cuidados básicos de las baterías

La cuestión comienza con la instalación del banco, además de los cuidados a la hora de conformarlo -detallados antes- hay que considerar también el lugar donde se lo ubica, preferentemente a cubierto de inclemencias climáticas, que no someta a las baterías a temperaturas extremas, 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, recordar que si el banco es grande el gaseo puede ser importante, lo cual lo convierte en nocivo y peligroso para las personas y los bienes, ya que se producirá en las inmediaciones del banco una importante corrosión.

Debe cuidarse el acceso al lugar, ya que personal no calificado corre riesgo de muerte. Las baterías pueden producir corrientes extremadamente altas si son cortocircuitadas hay que ser muy 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 a los UPS.

Las baterías no selladas no deben situarse en el mismo lugar que el inversor, en el caso de baterías selladas estaría bien.

2.15.8 Mantenimiento mensual de un banco de baterías

Como mínimo se comprueba el nivel de electrolito en cada vaso de la batería una vez al mes después de que las baterías hayan sido cargadas, no antes. El nivel debería de estar aprox. 1 cm por encima de los platos, pero no completamente llenas. Solamente se rellenan las baterías con agua destilada.

Se debe comprobar las conexiones de la batería por si existiera algún indicio de corrosión. Si existiera corrosión se desconectan los cables y se limpia con cuidado la zona afectada con una solución de bicarbonato de sodio y agua. Nunca debe permitirse que la solución entre en la batería. Al terminar debe aclararse la parte superior de la batería con agua limpia.

Para que todo este correcto, la medición del voltaje de cada batería no debería diferir en más del 2% del resto.

Se provoca una pequeña descarga del banco, del orden de 30%, y se observa la reacción del cargador de baterías del UPS.

Si se piensa apagar y/o desconectar por un tiempo prolongado al UPS se debe tener presente que antes se debe cargar a pleno el banco de baterías. Ya que las baterías en vacío y sin conexión también se degradan, es decir una batería en la estantería se arruina.

CAPÍTULO III SISTEMAS MODULARES PARALELOS REDUNDANTES

Dentro de la dinámica propia de la tecnología, las cargas críticas cada vez exigen sistemas de energía de respaldo tolerante a fallos, disponibilidad, facilidad, rapidez en mantenimiento y reparación, confiabilidad y que respondan a su crecimiento con la máxima eficiencia acompañada por una justa inversión por lo que se necesita. Es así como surge una nueva tecnología que basándose en los principios vistos dan lugar a nuevos conceptos que se exponen a continuación.

Los módulos UPS de segunda generación son verdaderamente en línea, doble conversión, VFI, con puente estático. Este avanzado diseño ofrece el mayor grado de integridad de alimentación a cargas críticas en el que la carga es alimentada permanentemente por energía procesada. Mientras que la red está presente a la entrada del UPS, el rectificador, el elevador y el inversor están activos y la carga crítica es alimentada por el inversor y está resguardada contra las aberraciones de la red. Si la tensión de entrada está fuera de márgenes o falla totalmente, la carga sigue siendo alimentada por el inversor y la batería sin ninguna interrupción (Fig.3.1).

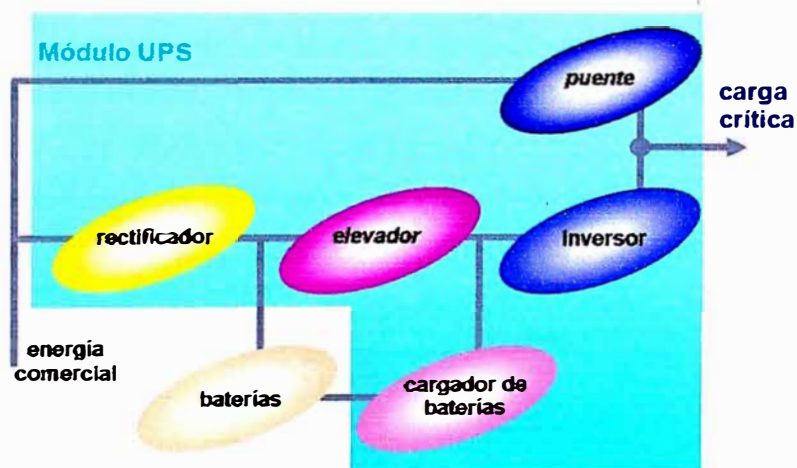


Fig.3.1 Topología en línea, doble conversión

3.1 Modularidad

La planificación de la protección de la energía se realiza bajo módulos compactos de potencia estandarizados los cuales son apilables en un armario conectados en paralelo. Su diseño contempla la ampliación de capacidad para adecuarse a un amplio margen de demandas de protección de energía.

Estos módulos flexibles son UPS los cuales contienen todos sus circuitos de potencia

y control incluyendo rectificador, elevador, inversor, puente estático y circuitos de control así como el CPU y el control de paralelo (Fig.3.2).

Los módulos de UPS son de diseño conectables a gabinetes preparados para montarse en armarios y emplean la topología en línea, doble conversión que da el mayor grado de disponibilidad de protección de energía (11).

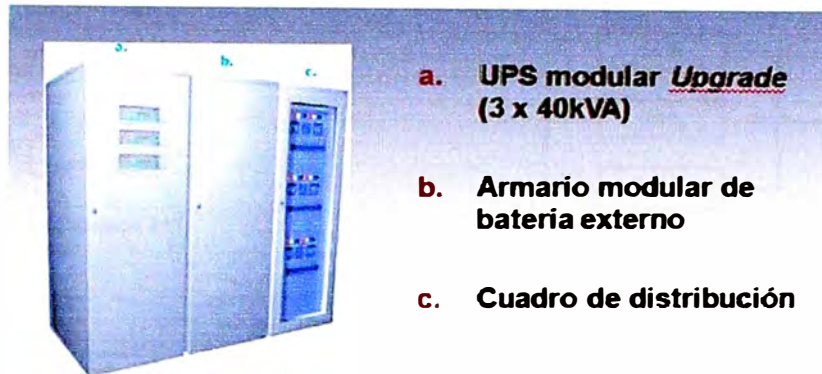


Fig.3.2 UPS modular

3.2 Redundancia

La Redundancia es un método útil para incrementar la disponibilidad y optimizar el balance entre la efectividad de la operación y la inversión. Circuitos alternos, equipos o componentes son instalados para asegurar que en caso de alguna falla en algún segmento del sistema, la funcionalidad sea preservada.

Redundancia significa que dos o más UPS estén compartiendo la carga crítica conectada (Fig.3.3). La arquitectura tolerante protege contra puntos comunes de fallas y asegura la máxima autonomía y la disponibilidad continua. En el caso no deseado de falla de un módulo, el otro continúa proporcionando toda la energía, permaneciendo la aplicación en funcionamiento. La rápida recuperación del funcionamiento redundante se realiza reemplazando el módulo averiado, mientras el otro permanece funcionando.

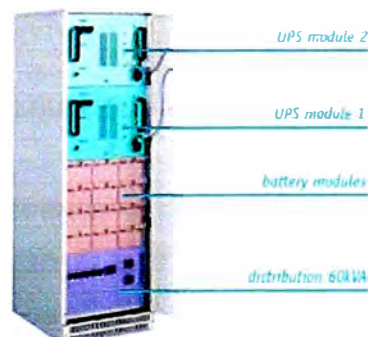


Fig.3.3 UPS en redundancia

El nivel y tipo de redundancia determina el grado de disponibilidad del sistema y el número de fallas permitidas (Fig.3.4).

En la figura 3.5, tres módulos UPS en paralelo se reparten la carga total. Ejemplo: La

carga crítica es 60 kVA. Cada módulo tiene una potencia de 30 kVA. En una configuración redundante con reparto de carga verdadero cada unidad suministrará $2/3$ de su potencia máxima (20 kVA cada uno). En el indeseado caso de que falle uno de los módulos, los restantes dos módulos continúan alimentando la carga sin interrupción y con 30kVA de potencia cada uno, asegurando una alimentación continua a la carga crítica.

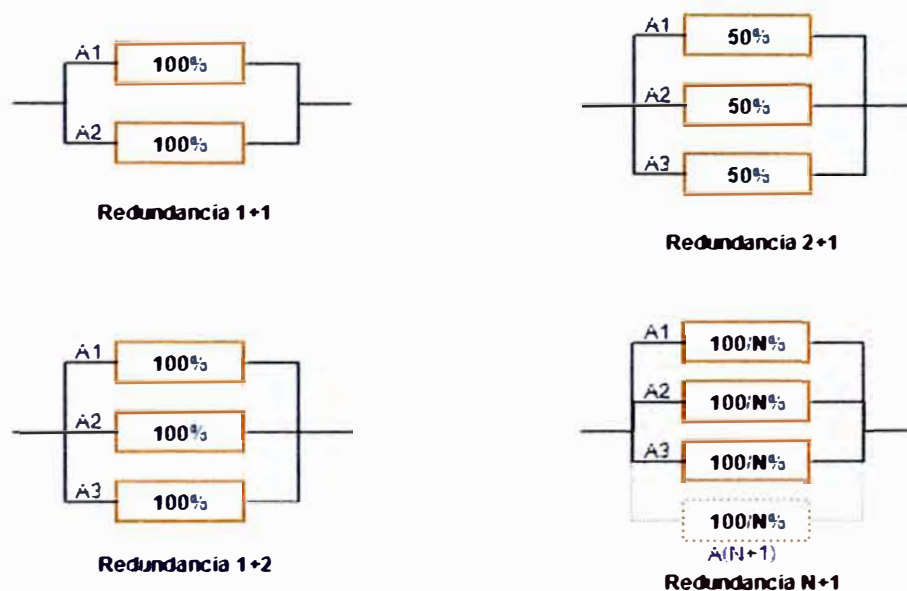


Fig.3.4 Ejemplos de redundancia activa

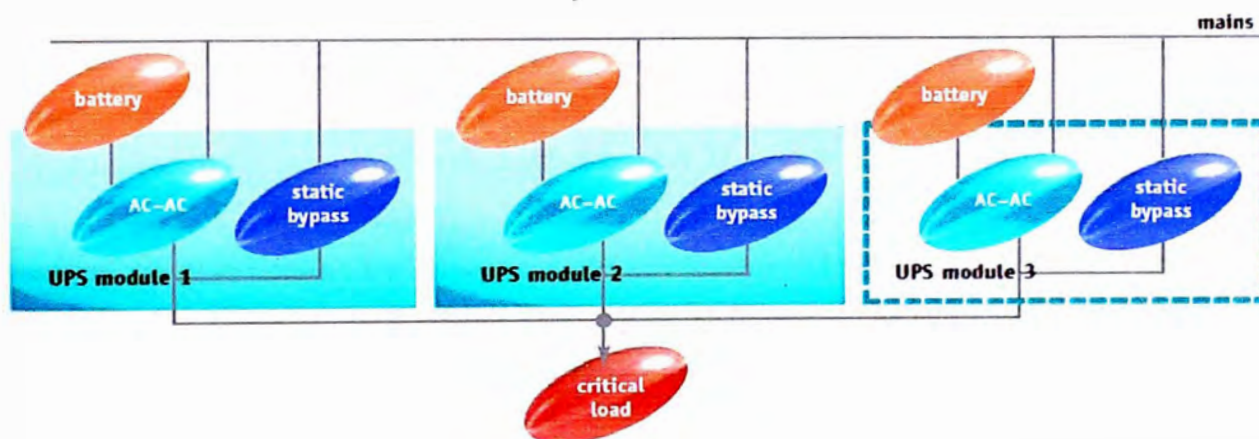


Fig.3.5 Redundancia con tres UPS en paralelo

3.3 Escalabilidad

Es la capacidad de ampliar el sistema de protección de energía a medida que la carga crítica crece. Una cosa es construir una infraestructura de protección de energía que controle adecuadamente las necesidades de hoy y otra muy distinta es asegurar que la misma infraestructura controle las necesidades futuras del negocio.

El sistema UPS se diseña para aumentar de forma prácticamente indefinida su capacidad y autonomía simplemente añadiendo módulos independientes de UPS y de batería. La planificación de necesidades futuras de energía protegida se hace muy simple.

Se paga según se crece. Con este concepto se permite el crecimiento tanto en vertical como en horizontal de los módulos UPS (Fig.3.6).

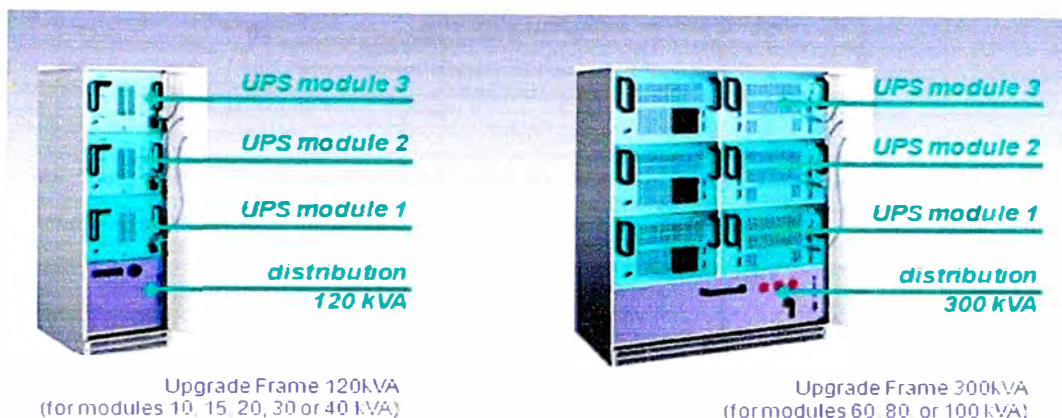


Fig.3.6 Escalabilidad y redundancia

3.4 Crecimiento y mantenimiento en caliente

El sistema de protección de energía modular intercambiable en caliente es de avanzada. En comparación con la tecnología tradicional basada en transformador, la innovadora tecnología modular sin transformador resulta muy ventajosa.

La introducción de los UPS sin transformador ha revolucionado el diseño de los UPS. Los voluminosos transformadores de salida que literalmente pesan cientos de kilos, usados para elevar la tensión de salida de los inversores, están siendo sustituidos cada vez más por pequeños elevadores CC a CC con corrección del factor de potencia a la entrada.

Esta avanzada tecnología de protección de la energía ha permitido el diseño de módulos sin igual, intercambiables en caliente, de 60, 80 y 100kVA. El sueño de muchos usuarios de reemplazar los UPS de gran potencia voluminosos y con mantenimiento complicado (>300kVA) por módulos más pequeños, más eficientes y intercambiables en caliente (60, 80 y 100kVA), se ha hecho realidad

3.5 Cuidado Ambiental

Cuidado permanentemente del ambiente y su costo de funcionamiento.

Alto rendimiento.

Alto Factor de Potencia de Entrada / Corriente de Entrada Sinusoidal.

Bajo ruido audible.

Protección y Gestión de la Batería.

El UPS debe ser diseñado también para cumplir con las importantes demandas ambientales y enfocado en los costos de mantenimiento de la infraestructura de protección.

Prestaciones como baja emisión de calor, polución armónica de bajo nivel o polución

sonora baja, deben formar parte del Concepto de Protección de Energía

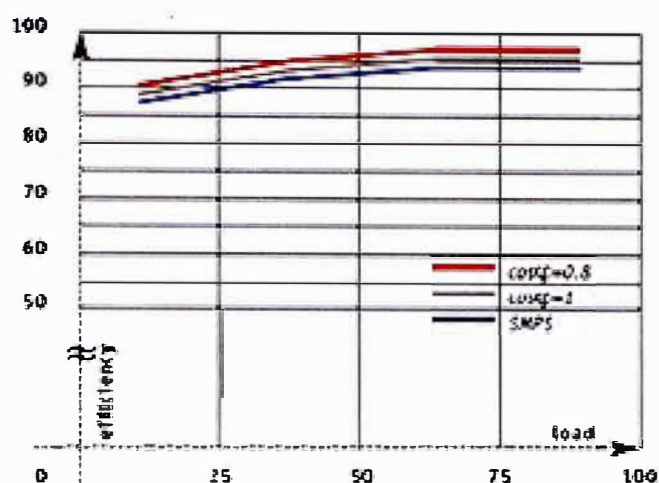


Fig.3.7 Alto rendimiento

El alto rendimiento de los UPS significa menor emisión de calor y por tanto, sin sobrecalentamiento innecesario del ambiente (Fig.3.7).

Adicionalmente, bajas pérdidas significa menor consumo de energía, que puede diferir sustancialmente de una tecnología a otra.

Además, el calor debe ser evacuado siempre por sistemas de aire acondicionado, que deben dimensionarse de acuerdo al calor total disipado por el UPS.

El factor de potencia de entrada próximo a uno del UPS reduce los costos de instalación utilizando secciones de cable inferiores e interruptores de entrada inferiores.

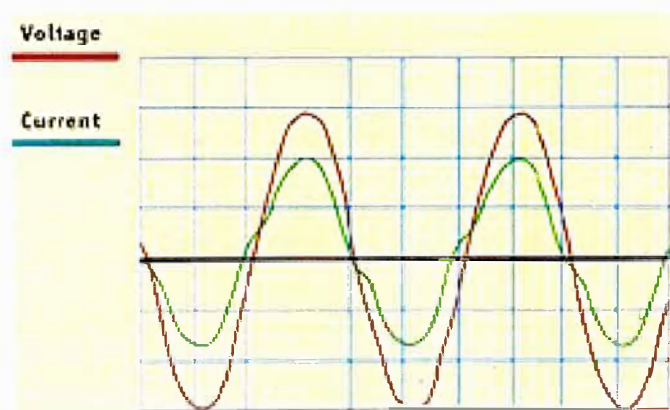


Fig.3.8 Baja distorsión armónica

Gracias a la baja distorsión armónica del UPS en su entrada, THDI, el nivel de contaminación armónica del UPS es muy bajo (Fig.3.8).

La baja emisión de armónicos en la red elimina la necesidad de sobredimensionar los grupos electrógenos.

El factor de potencia de entrada próximo a uno y la baja distorsión armónica a la entrada, están regulados electrónicamente y no son necesarios los costosos filtros o los rectificadores de 12 pulsos como en las topologías tradicionales de doble conversión.

3.6. Utilización

Es el concepto de un UPS flexible y actualizable y lo ilustraremos con el ejemplo, ilustrado con las figuras 3.8 y 3.9, de una instalación sofisticada de UPS que utiliza módulos montados en gabinetes.

a) En la primera planta se ha configurado un UPS con tres módulos de 40kVA soportando dos gabinetes de servidores y comunicaciones con redundancia (carga 80kVA).

b) El usuario decide trasladar uno de los gabinetes a la planta baja, sobrecargando (perdiendo redundancia) al sistema de suministro de energía existente en dicha planta.

c) Restaurar el equilibrio es tan sencillo como trasladar uno de los módulos UPS y un banco de baterías a la planta baja.

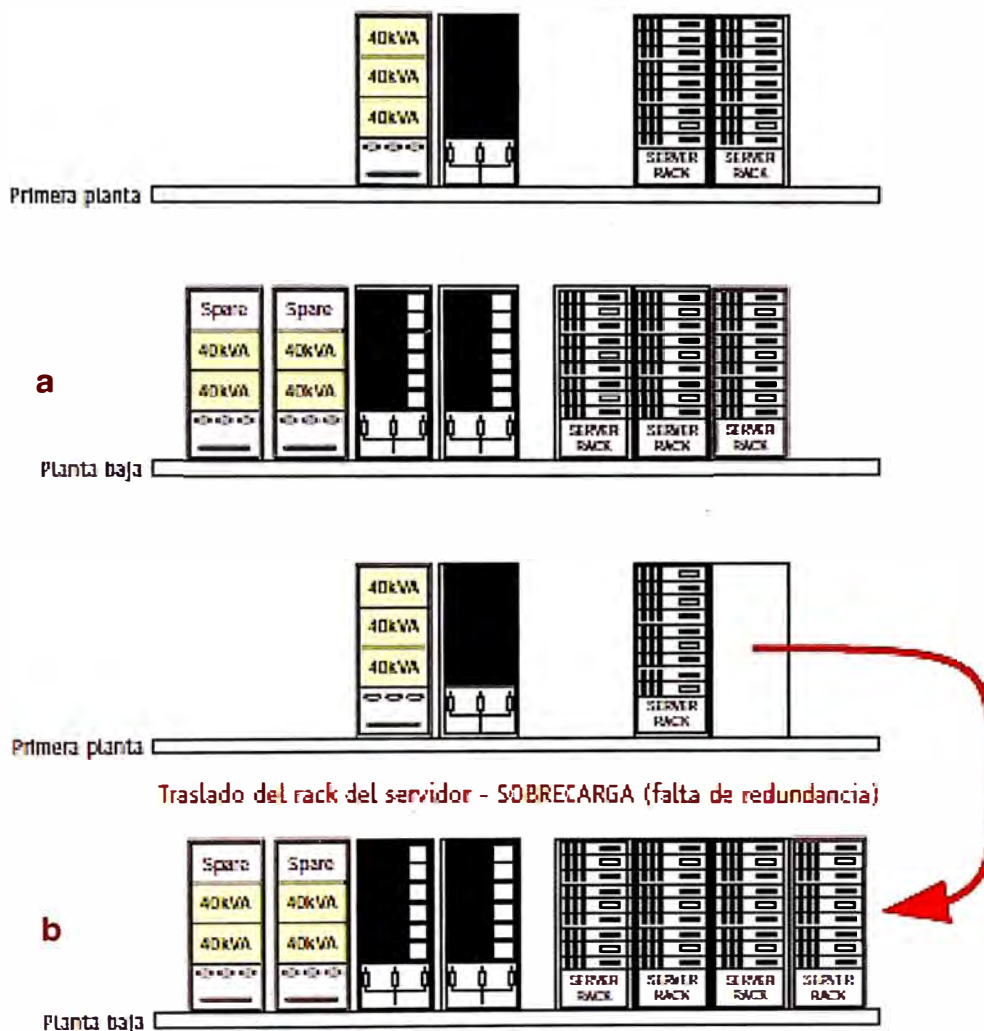


Fig.3.8 Ejemplo de utilización

Ahora quedan huecos vacíos en los armarios UPS de ambas plantas que permiten la expansión del sistema protegido y, por supuesto, se puede aumentar la capacidad en cualquier momento introduciendo módulos adicionales.

El punto más importante es que todos esos cambios se pueden hacer con el mínimo esfuerzo, con bajo costo, sin utilizar espacio adicional y sin transferir la carga a red.

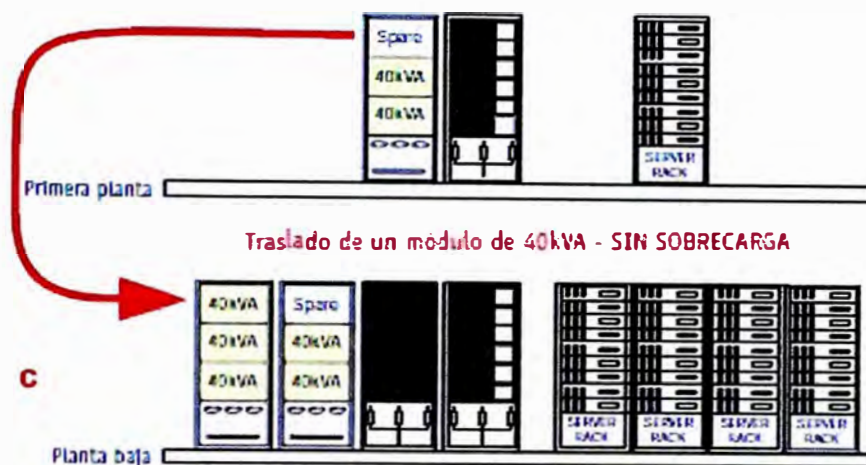


Fig.3.9 Ejemplo de utilización

3.7 Disponibilidad

Se tiene una mayor disponibilidad de la protección de energía con módulos intercambiables en caliente. La disponibilidad es una medida útil para aquellos sistemas sujetos a fallos y reparaciones. Se define como la probabilidad de que un sistema esté operativo en el instante t (12).

La disponibilidad es una función del tiempo medio entre fallos (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR). MTBF es una medida de probabilidad y es el tiempo medio que transcurre entre dos fallos consecutivos. MTTR es el tiempo transcurrido entre el momento en el que se detecta un error hasta que se termina la reparación. La mayor disponibilidad se alcanza cuando el MTBF es alto y el MTTR es corto (Fig.3.10).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Fig.3.10 Disponibilidad

Se trata entonces de reducir el MTTR de un UPS. El MTTR depende de muchos factores como tamaño y calidad de la organización del servicio, la disponibilidad de los recambios, etc.

El ejemplo de la figura 3.11 muestra la importancia del parámetro MTTR para alcanzar altas disponibilidades. La solución 1 es con una configuración redundante UPS tradicional (1+1), mientras que la solución 2 es una configuración redundante UPS modular (2+1) enchufable en caliente

En la solución 1, si uno de los UPS de un sistema redundante falla, la redundancia se pierde (régimen de baja disponibilidad). El módulo UPS averiado debe ser reparado/reemplazado lo más rápidamente posible, para restaurar la redundancia (régimen de alta disponibilidad).



Fig.3.11 Importancia del MTTR

Con el concepto de energía modular intercambiable en caliente de la solución 2, se obtiene un menor MTTR y una mayor disponibilidad, incluso con un gran número de módulos en paralelo. Normalmente se tarda menos de 30 minutos en reemplazar un módulo si existe uno de reserva. Se puede conseguir una mejora adicional si el cambio puede ser realizado por el usuario ya que esto elimina la necesidad de la intervención de un técnico externo.

3.8 Mantenimiento

El diseño modular significa minimizar los costos de mantenimiento y servicio. Los UPS con avanzado concepto de mantenimiento maximizan la disponibilidad de protección de la aplicación crítica.



Fig.3.12 Cambio rápido y en caliente de un módulo defectuoso

Hay varias prestaciones clave que reducen el tiempo medio de reparación (MTTR) del diseño modular y por lo tanto incrementan la disponibilidad global.

La autodiagnosís interna inteligente proporciona una notificación temprana e indica cualquier acción necesaria en el panel frontal. Cualquier operación anómala será detectada inmediatamente y registrada en el registro de eventos. En el caso de un fallo en un módulo UPS, será aislado inmediatamente para no comprometer el resto del

sistema. Esto asegura una alimentación continuada de a carga crítica.

Este tipo de UPS están diseñados para un rápido y fácil mantenimiento para minimizar los costes de operación. El diseño modular asegura un cambio rápido de los módulos defectuosos en los sistemas redundantes sin interrupción de la aplicación (Fig. 3.12). Una vez reemplazado el módulo, automáticamente comienza a comunicarse con el resto del sistema y está listo para funcionar

3.9 Facilidad de manejo

A continuación enumeramos las características de los nuevos modelos de UPS que permiten que pueda ser controlado local y remotamente por medio de redes de computadores o módems y líneas telefónicas.

Gestión local a través del panel de señalización frontal.

Gestión remota mediante el panel de señalización remota. hasta distancias de 100 m (Fig. 3.13) o a través de la red.



Fig.3.13 Panel de señalización remota

Los paneles proporcionan alarmas y cambios en el estado del UPS mediante diagrama sinóptico para el estado del sistema, pulsadores para el control de cada módulo y del sistema paralelo y LCD para monitorización, registro de eventos y diagnósticos.

Indicación de problemas y eventos en el panel para una respuesta rápida.

La interfaz de usuario de los paneles es intuitiva y consistente para una fácil lectura y ejecución.

Se dispone de una alarma general audible y visual.

Cada módulo UPS incluye un panel de señalización frontal.

En un sistema paralelo redundante, los paneles de señalización frontal también son redundantes y el sistema paralelo completo se puede controlar desde uno de los paneles (Fig. 3.14).

Software de gestión y apagado que se puede utilizar prácticamente con cualquier sistema operativo existente (Fig. 3.15).

Cada módulo del UPS dispone de puertos de comunicación para monitorización remota, apagado y gestión.

Cada módulo UPS incluye una ranura para una tarjeta SNMP opcional y puede monitorizarse independientemente (Fig. 3.15).

Además es posible implementar una solución más barata donde sólo se necesita una tarjeta SNMP para todo el sistema paralelo.



Fig.3.14 Paneles señalización frontal redundantes



Fig.3.15 Software de gestión y apagado y tarjeta SNMP

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS UPS

4.1 Ventajas de la tecnología modular redundante

- a) Posibilidad de ampliación de potencia por crecimiento.
- b) Facilidad de cambio de módulos UPS con fallas.
- c) Tiempos mínimos de reparación sin perder prestación de servicio.
- d) Alta confiabilidad (12).
- e) En caso de colapsar un modulo hay capacidad extra para atender los requerimiento de la carga.
- f) Menor peso a manejar y menor volumen ocupado por metro cuadrado.
- g) Costo de mantenimiento bajo.
- h) Realización de mantenimiento en caliente.
- i) Posibilidad de planificar el sistema de protección de energía sobre la inversión inicial.
- j) Posibilidad de expansión modular en forma horizontal y vertical.
- k) No pago por potencia remanente inutilizada.
- l) Tamaño correcto de compra inicial.
- m) Selección de potencia bajo una variedad diferente de módulos estandarizados.
- n) Alta eficiencia.
- o) Menor capacidad de potencia a manejar y por ende mayor economía para sistemas redundantes N+1.
- p) En caso de falla del sistema modular redundante, este afectara con mayor probabilidad a un solo modulo de potencia sin afectar al resto.
- q) Capacidad de intercambio de módulos de potencia indistintamente.
- r) Servicios de mantenimiento y reparación rápidos sin afectar la continuidad de energía.

4.2 Análisis comparativo

4.2.1 Costo

En potencias mayores el costo es mayor en los sistemas tradicionales que en los sistemas modulares para formar un sistema redundante paralelo N+1. Ejemplo: tres UPS de 500 kVA se necesitan para manejar una potencia de 1000 kVA, tal que si uno falla o es intervenido en servicio de mantenimiento la capacidad a manejar siempre debe

ser la misma.

4.2.2 Escalabilidad

En los sistemas modulares UPS la tendencia en años recientes ha sido hacia el uso de módulos más pequeños (10 kVA a 50 kVA) para hacer UPS más grandes. La principal ventaja para los sistemas modulares es la habilidad para crecer en capacidad cuando se necesite (asumiendo un tamaño correcto inicialmente) y el reducido costo de mantenimiento. Los módulos son intercambiables -removidos en caliente- y pueden ser llevados a fabrica para cambiarlos o repararlos. El Sistema Modular es diseñado para aceptar un módulo más que lo requerido para lograr capacidad de manejo, haciendo estos inherentemente el N+1 necesario a un costo más bajo que con la posibilidad de hacerlo con grandes sistemas tradicionales.

4.2.3 Eficiencia

La ventaja de mayor potencial en los sistemas UPS modulares es la eficiencia. Un UPS corre a más alta eficiencia cuando este está cercano a su máxima potencia nominal. Cuando los niveles de carga caen la eficiencia también lo hace. Las pérdidas pueden no parecer mayores pero si a esto añadimos el costo de la energía esto llega a ser importante.

4.2.4 Flexibilidad y gestión

Los Sistemas UPS modulares pueden ser configurados, y rápidamente re-configurarse tal que ellos están corriendo cerca a su capacidad. Grandes Sistemas de UPS Tradicionales son usualmente comprados con toda la capacidad anticipada para el futuro, de manera que ellos corren por debajo de su capacidad por un número de años. Si no por siempre. La redundancia, sin embargo significa correr por debajo de la capacidad nominal el cual significa también reducción de eficiencia. Esto puede ser minimizado en un Sistema modular N+1 (Fig.4.1) a través de una gestión cuidadosa de la potencia.

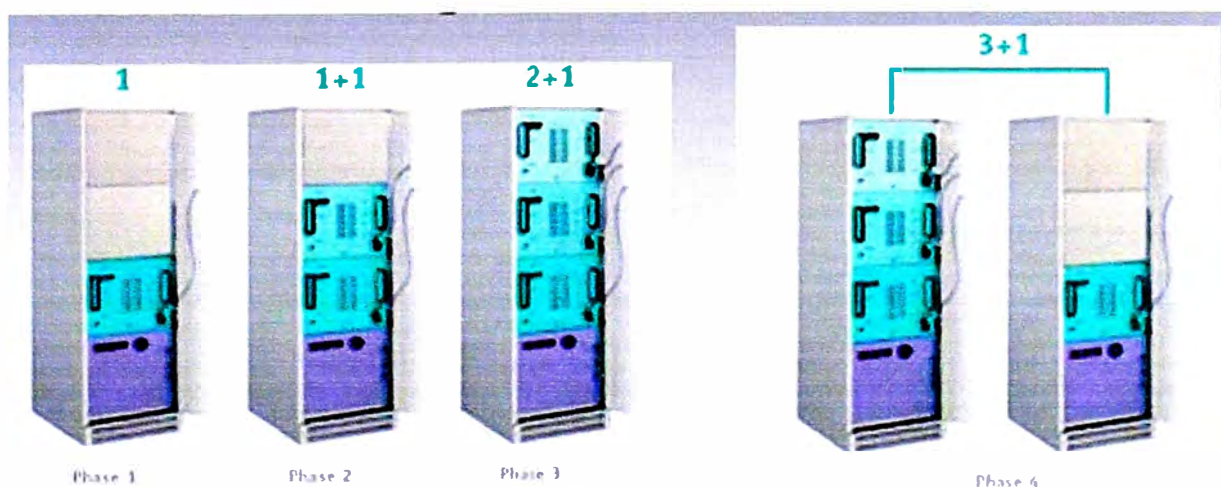


Fig.4.1 Configuración N+1

Sin embargo con una configuración 2N redundante de cualquier tipo, siempre es necesario manejar la potencia de manera que ningún sistema este cargado mas allá del 50% de su capacidad, sin embargo de otra forma este se sobrecargará al doble si el sistema de compartir la carga falla. Como resultado el modo de operación de cada UPS en una configuración 2N es menor a su máxima eficiencia. De nuevo con un manejo muy cuidadoso, un UPS modular puede ser configurado más precisamente que un UPS grande de capacidad fija. Esto podría resultar en ahorro en términos de potencia a la larga. Hay muchos si, podría y pudiera, en este escenario.

4.2.5 Dimensionamiento

Las desventajas de los sistemas modulares son condicionales y dependen de varios factores. Los sistemas modulares más pequeños (hasta cerca de 120 kVA) tienden a ser instalados en fila como gabinetes adicionales. Esto significa espacio añadido y peso en la sala de servidores. Dependiendo de cuantas filas de gabinetes son equipadas y como sus circuitos de distribución están cableados, ellos también pueden ser una pérdida de economía de escala porque la capacidad extra en un UPS puede no estar disponible para otra parte del piso que necesite este. Esto puede ser superado en alguna medida donde ellos son necesarios, suponiendo que el tamaño es el adecuado. Pero, sobrecargar una fila con un armario UPS de 80 KVA que nunca necesitara más de 30 KVA no se justifica.

4.2.6 Tecnología sin transformador

Los voluminosos transformadores que pesan literalmente cientos de kilos, usados para elevar la tensión de salida de los inversores, están siendo sustituidos cada vez más por pequeños elevadores CC a CC con corrección del factor de potencia a la entrada.

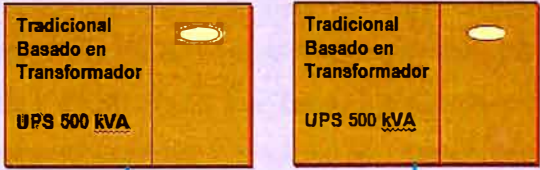
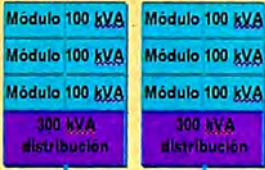
Configuración 2x500kVA basada en UPS tradicionales con rectificador de 12 pulsos o filtro		Configuración 6x100kVA basada en los nuevos módulos sin transformador	
 <p>Tradicional Basado en Transformador UPS 500 kVA</p>		 <p>Módulo 100 kVA Módulo 100 kVA Módulo 100 kVA Módulo 100 kVA Módulo 100 kVA Módulo 100 kVA 300 kVA distribución</p>	
Prestaciones	valores típicos	valores típicos	Beneficios de la tecnología modular
Concepto de Protección de Energía	no modular	modular	ampliación a bajo costo
Enchufable en caliente	no	si	menor MTTR
MTTR	6 h	0,5 h	mayor disponibilidad
Huella	6 m ²	2,4 m ²	ahorro en costo de suelo
Peso	6000 - 8000 kg	1000 kg	ahorro en costo de transporte
Factor de potencia de entrada	0,85	0,98	ahorro en costos de instalación
THD Corriente de entrada	12%	7%	ahorro en grupo electrogeno
Rendimiento	89% al 50% de carga	94%	ahorro en costos de funcionamiento

Fig.4.2 Comparativo entre tecnologías

Esta avanzada tecnología de protección de la energía ha permitido el diseño de los módulos enchufables en caliente de 60, 80 y 100kVA. La figura 4.2 es un ejemplo comparativo entre las dos tecnologías que muestra por qué se ha establecido el nuevo concepto de protección modular de la energía.

4.2.7 Baterías

Las baterías usadas dentro del centro de Datos deben ser de plomo ácido válvula regulada (VRLA). Este tipo de batería es usada en la mayoría de los UPS de hoy en día, pero esta lleva ciertos riesgos de falla y limitaciones de tiempo de vida que con el tiempo pueden constituirse en costos de reemplazo. Si se maneja un gran centro de datos y se prefiere la confiabilidad a largo plazo de las baterías plomo ácido húmedas -a pesar de su costo inicial, construcción, y requerimientos de mantenimiento- entonces el ubicar UPS más pequeños entre la fila de gabinetes no sería práctico.

Esto se debe a que llevar DC a cualquier distancia requiere cableado de cobre de gran calibre que rápidamente se vuelve muy costoso y consume mucho espacio. Hoy en día sin embargo, se pueden instalar sistemas centrales grandes en la forma tradicional o modular usando cualquier tipo de batería que se prefiera.

4.2.8 Redundancia

Otro factor está dado por la redundancia propia de la mayoría de los sistemas modulares. Si el armario está completamente lleno (por ejemplo 9 módulos de 10 KVA en un armario de 80KVA), Entonces esencialmente no hay problema. Sin embargo si el armario no está completamente lleno, el administrador es responsable del manejo de la energía de tal modo que siempre haya capacidad de energía no usada que corresponda con la de un módulo. De otro modo se pierde la redundancia.

4.2.9 Confiabilidad

El más grande debate es la confiabilidad. Los proponentes del UPS Tradicional se apoyan en la idea de que mientras más partes tenga un sistema mayor es la posibilidad que algo falle. Pero los fabricantes de los nuevos sistemas modulares han hecho que expertos altamente acreditados corran análisis estadísticos sobre su sistema y de ese modo pueden mostrar datos teóricos y de campo que contravienen la sabiduría convencional. Las principales marcas de UPS de hoy en día son altamente confiables y son otros los factores a los que debemos dar mayor peso al seleccionar un UPS (12).

4.2.10 Alternativas de configuración

Ambos tipos de UPS se pueden mezclar, en la misma o diferentes zonas del centro de cómputo. Algunos emplean el UPS tradicional como la fuente principal, pero usan sistemas más pequeños y modulares como la segunda fuente para su hardware de doble cableado más crítico y dan redundancia "2N" sin que la empresa sufra ese costo (13).

CAPÍTULO V APLICACIONES

5.1 Especificaciones técnicas típicas de los fabricantes

En el anexo A se muestran especificaciones técnicas para módulos UPS en los rangos de potencia 10-40kVA y 60-100kVA. Las especificaciones normalmente contemplan lo siguiente:

Datos generales

Datos de entrada

Datos de salida

Datos de monitorización y control

Datos mecánicos

5.2 Soluciones típicas de acuerdo a los requerimientos de confiabilidad

La TABLA N° 5.1 muestra la relación entre los perfiles típicos de los clientes, sus requerimientos de confiabilidad en el suministro eléctrico y las soluciones típicas (14 y 15).

TABLA N° 5.1 Soluciones de acuerdo a tipos de cliente y confiabilidad

CATEGORÍA	REQUERIMIENTOS DE CONFIABILIDAD	POSIBLE SOLUCIÓN	TIPOS DE CLIENTE
I Básico	Interrupciones y fallas en el suministro eléctrico pueden ser relativamente largas, i.e. varios minutos.	Línea de la red de distribución eléctrica. Suministro de energía Interactivo (i.e. baterías) no es requerido.	Casas habitación.
II Intermedio	Interrupciones y fallas en suministro eléctrico deben ser limitadas a unos pocos segundos.	Planta de emergencia Alumbrado de emergencia.	Cines, centros comerciales, tiendas de autoservicio, etc.
III Alto	Interrupciones y fallas en el suministro eléctrico deben ser limitadas al rango de duración comprendido entre unos cuantos milisegundos hasta un segundo.	Dos líneas de la red de distribución eléctrica independientes. Planta de emergencia Sistema de respaldo de energía equipado con transferencia automática.	Hoteles, Edificios de Corporativos, etc.
IV Muy Alto	Suministro ininterrumpible de energía. Las fallas de energía en determinadas cargas no son toleradas.	Sistema redundante de respaldo de energía con cero tiempo de transferencia acoplado a una Planta de emergencia para total independencia.	Bancos, aeropuertos, hospitales, etc.

5.3 Instalaciones con UPS paralelo redundante en el país

La TABLA N° 5.2 es una muestra de las principales instalaciones en nuestro país que cuentan con sistemas UPS paralelo redundante.

TABLA 5.2 principales instalaciones con UPS paralelo redundante

USUARIO	POTENCIA (KVA)	FABRICANTE
EMBAJADA DE EE.UU.	500	POWER WARE
BANCO DE CREDITO	300	mitsubishi
ONPE	100	GAMATRONIC
IBM del PERU	120	LIEBERT
CLARO	120	LIEBERT
PETRO PERU	60	CHLORIDE
TELEFONICA DEL PERU	250	MERLIN GERIN
TELEFONICA	30	EMERSON
BANCO FINANCIERO	60	LIEBERT
BANCO CONTINENTAL	250	GENERAL ELECTRIC
RIPLEY	30	GENERAL ELECTRIC
SUNAT	30	GENERAL ELECTRIC
SUNAT	120	MERLIN GERIN
SUNAT	40	MERLIN GERIN
SUNAT	20	NEWAVE
SUNAT	60	GENERAL ELECTRIC
SUNAT	80	MERLIN GERIN
SUNAT	80	MERLIN GERIN

5.4 Ejemplo de soluciones típicas de Banca y Comercio

5.4.1 Caso Banco Financiero 60 kVA

A continuación se describe el análisis que soluciona el requerimiento del cliente mediante el Suministro e Instalación de dos Sistemas Ininterrumpidos de Potencia UPS 60KVA en Paralelo. En el anexo A se puede apreciar el diagrama unifilar del sistema.

El Banco Financiero requiere de un suministro de potencia continua en forma ininterrumpido para su sede principal ubicado en la Av Ricardo Palma 278 Miraflores. Este suministro alimentará el centro de cómputo general del Banco y toda la red de datos en la misma sede. Es importante mencionar que el centro de cómputo del Banco da servicio a nivel nacional dando el servicio de transacciones en línea y otros a través de sus diferentes agencias bajo red.

El suministro continuo deben ser a partir de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida Redundante de la misma capacidad, 60 KVA, eléctricamente aislado vía transformador de aislamiento, con tiempo de autonomía a plena carga de 10 minutos, en la cual el sistema debe operar en la configuración de tipo paralelo redundante para que en caso de que uno de los dos falle el otro asuma toda la carga sin interrumpir el servicio con energía

limpia y confiable.

Los dos equipos en operación normal funcionan asumiendo el 50% de la carga total y en caso de fallar uno de ellos el otro asume el 100% de la carga total. El sistema debe contar con sistema de panel remoto y de monitoreo por web de todos los parámetros de status de los dos UPS e interconectarse con el Grupo electrógeno existente vía un Tablero de transferencia Automático con enclavamiento electrónico y mecánico. El trabajo involucra el transporte, suministro, instalación y puesta en marcha de todo el Sistema incluido tableros de interconexión entre las partes que constituyen el sistema, transformador de aislamiento, UPS, tablero de transferencia automática, tablero de distribución y transformador de aislamiento.

Desde que el Centro de Cómputo se encuentra en el 5º piso y la ubicación de los dos UPS estará en el sótano, el cambio y tendido de montantes debe efectuarse teniendo en cuenta un mínimo número de cortes de energía eléctrica. En el Centro de Cómputo se proveerá de un Tablero Eléctrico que alimente todas las cargas del centro de cómputo con tendido bajo falso piso y conectores aéreos especiales que terminarán en regletas con Terminal a tierra a ubicarse en los diferentes armarios de comunicaciones.

El Tablero general tendrá equipamiento electrónico indicando en forma digital el status de los voltajes y corrientes de las diferentes fases del sistema trifásico. Características de los equipos se detallan a continuación así como el diagrama del sistema implementado.

5.4.2 Caso Tramarsa 6 kVA

En este caso se expone la solución al requerimiento de la empresa Tramarsa que consiste en el aumento de protección de energía de 4 kVA a 6 kVA manteniendo el equipo existente de 4 kVA como respaldo.

El sistema de alimentación ininterrumpida UPS corresponde a la implementación realizada en el Cliente Tramarsa del Grupo Romero sito en la calle Sáenz Peña 117 Callao. El cliente posee un equipo UPS de 4KVA el cual alimenta el centro de cómputo de la referida compañía que presta servicios de despachos aduaneros, naves, carga, e infraestructura portuaria en el Puerto del Callao.

El cliente manifiesta el deseo de comprar un UPS de mayor capacidad, 6 KVA, y mantener el suyo de menor capacidad. El equipo nuevo de mayor capacidad a comprar debe ser el equipo que opere normalmente en forma ininterrumpida y el actual de menor capacidad esté de respaldo y actúe inmediatamente sin interrupción en caso de fallar el equipo nuevo.

El sistema debe estar eléctricamente aislado con tiempo de autonomía mínimo de 10 minutos y el aterramiento eléctrico debe estar según norma menor a 5 ohmios. La implementación de solución involucra un Sistema de tipo cascada en la cual el UPS de

mayor capacidad actúa permanentemente soportando la totalidad de la carga y el menor esta operando en vacío en la línea de puente automático sincronizado en fase y frecuencia esperando actuar en el momento que se le requiera.

El trabajo consiste en el transporte, suministro, instalación y puesta en marcha del sistema incluyendo tendido de acometidas, interconexión entre elementos de la solución, transformador de aislamiento, y tableros eléctricos. La solución planteada debe reflejarse en un panel remoto con señalización audible y visible así como posibilidad de mostrarse en web vía puerto de comunicación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El avance de la Tecnología en Sistemas de Protección de Energía UPS es notorio y se encuadra dentro de la competitividad, eficiencia y economía.
2. El aporte del Informe de Suficiencia a los estudiantes de Electrónica de Potencia les permite tener una visión clara del futuro próximo en Sistemas de Protección de Energía mediante UPS.
3. La nueva tecnología trae consigo el surgimiento de nuevos conceptos para el diseño de UPS como: modularidad, escalabilidad, redundancia, flexibilidad y actualización, crecimiento en caliente, cuidado ambiental, disponibilidad, mantenimiento y gestión.
4. Las ventajas del Sistema Modular Redundante Paralelo son mayores que el Sistema UPS Tradicional.
5. El manejo del control de Energía con el sistema redundante paralelo es más confiable.
6. Ante el crecimiento de cargas críticas esta nueva tecnología se adapta eficazmente.
7. La estandarización de módulos de potencia hace que la aproximación a la potencia requerida sea mayor trayendo beneficios económicos.
8. La nueva tecnología trae beneficios para el usuario y el técnico de mantenimiento.
9. La nueva tecnología permite el trabajo en caliente con seguridad y rapidez
10. La planificación de protección de energía eléctrica es posible ahora sin perder la inversión inicial.
11. El rápido crecimiento de las aplicaciones por Internet y la proliferación de equipamiento basado en microprocesadores en la industria y el comercio, han incrementado dramáticamente el número y tipos de carga eléctrica cayendo en la categoría de carga crítica por lo que el mercado a atender es cada vez mayor.
12. La facilidad de transporte es un punto más a favor de esta tecnología desde que los módulos UPS operan en caliente y pueden ser transferidos de un piso o sala de servidores a otro o aún a diferente sitio, proveyendo capacidad y redundancia cuando y donde este sea necesario.
13. Cuando se especifica un sistema UPS es difícil predecir que tipo de carga final se instalará en su red de distribución por lo que se sobredimensiona para proveer contingencia. Mientras esto puede asegurar suficiente capacidad de UPS, esto significa operación ineficiente, y un control de costos pobre. Escogiendo una solución

redundante paralelo para incrementar la disponibilidad los usuarios pueden ganar el beneficio de la escalabilidad. La modularidad da a los usuarios la flexibilidad de dimensionar el tamaño del sistema correctamente en ese momento y si la carga crítica se incrementa, módulos de potencia UPS pueden ser insertados a un costo efectivo y sin cortes de energía en un tiempo corto.

14. La tecnología hace posible el acceso a sistemas paralelos redundantes deseados por muchas pequeñas empresas. El desarrollo de UPS sin transformador y arquitectura paralela descentralizada DPA han reducido considerablemente su tamaño comparado con los UPS tradicionales.
15. Se recomienda la difusión y conocimiento de esta nueva tecnología en los estudiantes.
16. Se recomienda tener en cuenta estos nuevos UPS ante una decisión de compra.
17. Se recomienda la homologación de estos equipos UPS en la Universidad para que las especificaciones técnicas aprobadas sean el estándar en Sistemas de Protección de Energía UPS en nuestro país.

ANEXO A
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MÓDULOS UPS EN LOS RANGOS DE
POTENCIA 10-40KVA Y 60-100KVA

Datos Generales

Potencia de Salida	kVA	10	15	20	30	40
Factor de Potencia de Salida		0.8				
Topología		On-Line, Doble Conversión, VFI				
Construcción		Modular (Montaje módulo único y rack)				
Tecnología Paralelo		Distributed Parallel Architecture				
Redundancia n+1		Alta Disponibilidad, sin limitación de paralelo				
Incremento de la Capacidad		Añada potencia según crece (sin límite)				
Bypass Estático y Manual		Estándar				
Accesibilidad		Accesibilidad Frontal para servicio y mantenimiento (no se necesita acceso lateral superior ni trasero)				
Rendimiento (Doble Conversión)		Hasta 96%				
Ruido Audible Con 100% / 75% de carga	dB(A)	55 / 49	57 / 49	57 / 49	59 / 50	63 / 53
Normas		EN 50193, parte 1, 2 y 3, IEC 62040, parte 1, 2 y 3				

Datos de Entrada

Tensión de Entrada	V	3x380/220V+N, 3x400V/230V+N, 3x415/240V+N				
Tolerancia de la Tensión de Entrada (Ref. a 3x400/230V)		Para carga +100% (-23%, +52%), +80% (-30%, +15%), +60% (-40%, +15%)				
Frecuencia de Entrada	Hz	50 - 70				
Factor de Potencia de Entrada		0.98 (regulado electrónicamente)				
Forma de la Corriente de Entrada		Senoidal THD < 7% carga 100%				
Comienzo de Inserción		Arranque suave				
Cableado de Entrada		Cableado				

Datos de Salida

Tensión de Salida	V	3x380/220V+N, 3x400V/230V+N, 3x415/240V+N				
Distorsión Armónica de Salida	%	4/- 3 (carga lineal), 4/- 3 (carga no lineal)				
Tolerancia de la Tensión de Salida (Saltos de Carga 0-100% y 100-0%)	%	4/- 4%				
Frecuencia de Salida	Hz	50 o 60				
Tolerancia de la Frecuencia de Salida	%	4/- 0.1 (funcionamiento libre), 4/- 4 (con red ajustada)				
Factor de Cresta		3:1				
Sobrecarga	%	150% por 3min., 125% por 10min.				
Desequilibrio de Carga Admisible	%	100% (las 3 fases reguladas independientemente)				

Datos de Monitorización y Control

Power Management Display (PMD)		Con LED, Diagrama Sinóptico, Control				
Puerto de Comunicaciones (Smart Port)		Serie RS-232				
Puerto de Comunicaciones (Dry Port)		Contactos libres de tensión				
SNMP		SI				
Software de Shutdown y Monitorización		SI (WaveMotion)				
Apagado de Emergencia (EPO)		SI				

Datos Mecánicos

Medidas Armario Classic	mm	550 x 1400 x 750 (Ax-txP), con baterías	550 x 1500 x 750
Medidas Armario Gemini	mm	550 x 1500 x 750 (Ax-txP), con baterías	
Medidas Armario Upgrade	mm	550 x 1500 x 750 (Ax-txP), sin baterías	
Medidas Armario Adicional de Batería Classic (CBAT-30CS)	mm	580 x 1400 x 750 (Ax-txP)	
Medidas Armario Adicional de Batería Gemini/Upgrade (CBAT-30CU)	mm	580 x 1500 x 750 (Ax-txP)	
Peso Armario Classic sin baterías con módulo 40kVA	kg	280	
Peso Armario Gemini sin baterías con 2 módulos 40kVA	kg	290	
Peso Armario Upgrade sin baterías con 3 módulos 40kVA	kg	305	

especificaciones técnicas

conceptpower 60-100kVA

Datos Generales

	kVA	60	80	100
Potencia de Salida		60	80	100
Factor de Potencia de Salida		0.9		
Tecnología		On-Line, Doble Conversión, VFI		
Construcción		Modular (Montaje modular Onco y Rack)		
Tecnología Paralelo		Distributed Parallel Architecture		
Redundancia (n+1)		Alta fiabilidad sin limitación de paralelo		
Incremento de la Capacidad		Anada potencia según crece (sin límites)		
Bypass Estático y Manual		Estándar		
Accesibilidad		Accesibilidad frontal para servicio y mantenimiento (no se requiere acceso lateral, superior ni trasero)		
Rendimiento (Doble Conversión)		Hasta 96%		
Ruido Audible Con 100% / 75% de carga	dBA	69 / 65	69 / 65	69 / 65
Normas		EN 50091, parte 1, 2 y 3, IEC 62040, parte 1, 2 y 3		

Datos de Entrada

Tensión de Entrada	V	3x380/220V±N, 3x400V/230V±N, 3x415/240V±N		
Tolerancia de la Tensión de Entrada (Ref. a 3x400/230V)		Por carga: +30%, -20%, +15%, +8%, -10%, +12%, +6%, -4%, +12%		
Frecuencia de Entrada	Hz	50 - 70		
Factor de Potencia de Entrada		0.98 (requiere electrónicamente)		
Forma de la Corriente de Entrada		Senoidal THDI = 3% carga 100%		
Corriente de Inserción		Armonica suave		
Cableado de Entrada		Cableado		

Datos de Salida

Tensión de Salida	V	3x380/220V±N, 3x400V/230V±N, 3x415/240V±N		
Distorsión Armónica de Salida	%	4/- 1 (carga lineal), 4/- 3 (carga no lineal)		
Tolerancia de la Tensión de Salida (Salto de Carga 0-100% y 100-0%)	%	4/- 4%		
Frecuencia de Salida	Hz	50 o 60		
Tolerancia de la Frecuencia de Salida	%	4/- 0.1 (funcionamiento 110%), 4/- 4 (con red, ajustable)		
Factor de Cresta		3 : 1		
Sobrecarga	%	150% por 1min., 125% por 10min.		
Desequilibrio de Carga Admisible	%	100% (las 3 fases reguladas independientemente)		

Datos de Monitorización y Control

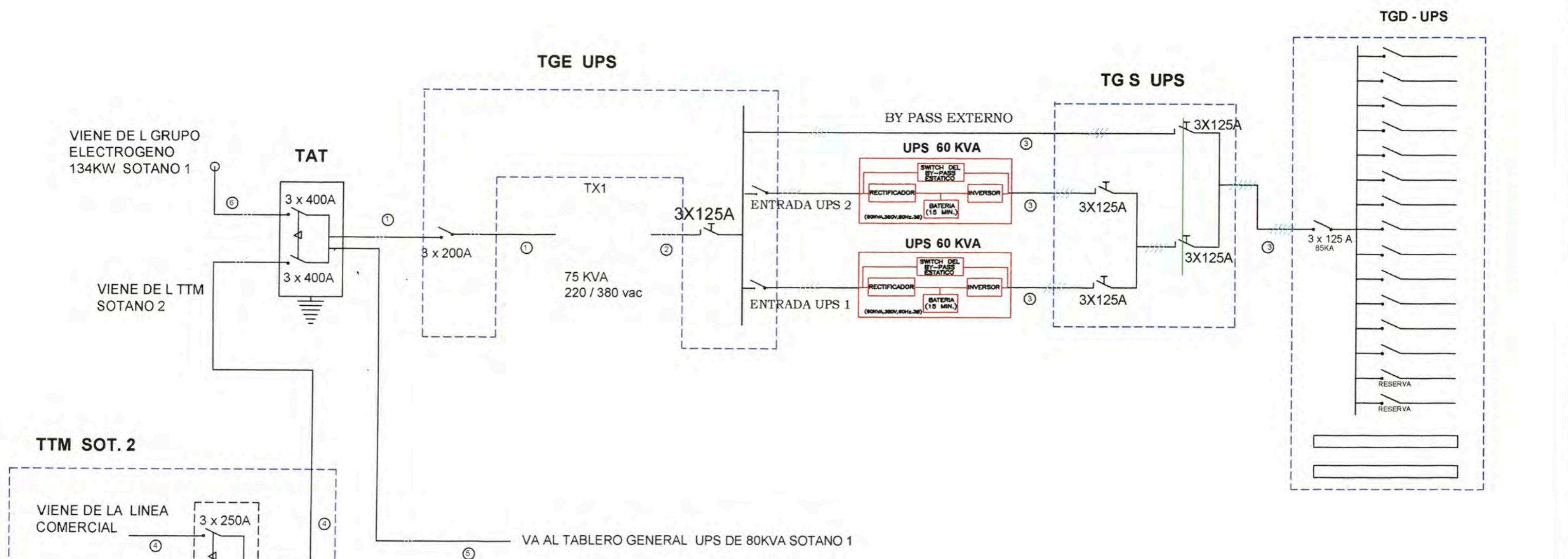
Power Management Display (PMD)		Con LCD, Diagrama Simbólico, Control
Puerto de Comunicaciones (Smart Port)		Serie RS 232
Puerto de Comunicaciones (Dry Port)		Contactos libres de tensión
SNMP		SI
Software de Shutdown y Monitorización		SI (Mavimon)
Apagado de Emergencia (EPO)		SI

Datos Mecánicos

Medidas Armario Upgrade	mm	1400 x 1200 x 870 (Ax-BxP), sin baterías
Medidas Armario Adicional de Batería Upgrade	mm	580 x 1820 x 750 (Ax-BxP)
Peso Armario Upgrade sin baterías con 3 módulos 60kVA	kg	670
Peso Armario Upgrade sin baterías con 3 módulos 80kVA	kg	688
Peso Armario Upgrade sin baterías con 3 módulos 100kVA	kg	700

ANEXO B
DIAGRAMA UNIFILAR UPS 60 KVA EN PARALELO DEL BANCO FINANCIERO

SISTEMA UPS PARALELO REDUNDANTE 60KVA



- ① 1x 3 x 70 mm²) NYY + 1 x 25 mm²) THW
- ② 1x 3 x 25 mm²) NYY + 1 x 35 mm²) NYY + 1 x 25 mm²) THW
- ③ 1 x 25 mm²) THW + 1 x 35 mm²) NYY + 1 x 25 mm²) THW
- ④ 3x1 x 120 mm²) THW
** 2(3X1X70MM²) NYY
- ⑤ 3x1X 3 x 120 mm² THW + 1X25MM² THW
- ⑥ 2(3X1x85 mm²) THW + 1X35MM² THW

LEYENDA DE TABLEROS ELECTRICOS

	DESCRIPCION
TGD UPS	TABLERO GENERAL DEDISTRIBUCION UPS
TGE - UPS	TABLERO GENERAL ENTRADA UPS
TGS - UPS	TABLERO GENERAL SALIDA UPS
	TABLERO O GABINETE METALICO DEL TIPO ADOSADO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE CAJA MOLDEADA DE CAPACIDAD INDICADA
	INTERRUPTOR DE OPERACION MANUAL EN TABLERO BY PASS GE
	TRANSFORMADOR DE AISLAMIENTO TIPO SECO DE CAPACIDAD INDICADA

SISTELEC SERVICIOS SAC

DIBUJO	: JORGE ALVARADO
REVISADO	: RICARDO CASTRO
APROBADO	: RICARDO CASTRO
FECHA: AGOSTO 2008	ESCALA: S / E

CLIENTE:	BANCO FINANCIERO - RICARDO PALMA
PROYECTO:	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA UPS CENTRO COMPUTO

BIBLIOGRAFÍA

1. "UPS Topologies: Online, Line-interactive and Standby", powerware.com/verizon, en: lit.powerware.com/ll_download.asp?file=upstypes.pdf, vista el 5 de junio del 2010.
2. Curso de problemática eléctrica, en: <http://www.c-mos.com>, vista el 15 de junio del 2010.
3. Daniel Hart, "Electrónica de potencia", Prentice Hall, 2005.
4. Juan Carlos Spina, "Electrónica de potencia", Editorial de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2006
5. Muhammad Rashid, "Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones", Prentice Hall México, 2004.
6. "Dranetz-BMI Field Handbook for Power Quality Analysis", Dranetz Technologies INC, 2003.
7. Joseph Seymour, Terry Horsley, "Los siete tipos de problemas en el suministro eléctrico", APC by Schneider Electric, 2010
8. Hans De Keulenaer, "Power quality self-assessment guide", en: Power Quality Application Guide, noviembre 2002.
9. David Chapman, "The cost of poor power quality", en: Power Quality Application Guide, abril 2002
10. Johan Driesen, Marcel Didden, Ronnie Belmans, "The cost of poor PQ in information technology", LPQI conference, 2003.
11. "conceptpower Modular Protección de Energía Inigualable", Newave España SA
12. Neil Rasmussen, Suzanne Niles, "Sistemas modulares: Evolución de la confiabilidad", American Power Conversion, 2005
13. Kevin McCarthy, "Comparación de configuraciones de diseño de sistemas UPS", American Power Conversion, 2005
14. Jeffrey Samstad, Michael Hoff, "Comparación técnica de los diseños de SAI en línea e interactivo", American Power Conversion, 2004
15. Neil Rasmussen, "Diferentes tipos de sistemas UPS", American Power Conversion, 2010