



# UNAM

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

“SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANTA DE EMERGENCIA Y UPS PARA  
TORRE DE TELECOMUNICACIONES Y TRANSPORTES”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
(ÁREA: INGENIERÍA MECÁNICA)

PRESENTA

CARLOS BUENDÍA GÓMEZ

ASESOR: M. en I. FIDEL GUTIÉRREZ FLORES



FES Aragón

MÉXICO, 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*LO QUE SABEMOS ES UNA GOTTA DE AGUA; LO QUE IGNORAMOS ES EL OCÉANO.*

*ISAAC NEWTON*

**AGRADECIMIENTOS:**

- **A dios** por haberme dejado terminar mi carrera, el haberme ayudado en mi operación y seguir adelante en mi vida, Gracias dios.
- **A mis Padres.** A mi Mamá por ser tan persistente con migo, por encaminarme a una meta y apoyarme económica y moralmente durante todos mis estudios. A mi Papá por transmitirme parte de sus conocimientos que admiro mucho y su apoyo incondicional siempre.
- **A mi Hermano.**  
Por todos los tips que me da para ser un buen ingeniero y hacerme ver las diferencias entre lo teórico y lo práctico.
- **A mis amigos.** Adriana por ser tú, una gran amiga que aprecio mucho y enseñarme a valorarme a mi mismo y mi trabajo, y todos tus consejos, Al Ing. Sergio por enseñarme el trabajo del ingeniero de campo, A mis compañeros de carrera Joel, Ricardo, Oscar, Daniel, Carolina, por su amistad y ayuda.

- **A mi asesores de tesis y sinodales**

Los profesores M. en I. Fidel Gutiérrez Flores por tomar mi tesis y hacer las correcciones pertinentes, al Profesor I. José Juan Ramón Mejía Roldán por guiarme en este trabajo y su tiempo de dedicación en atenderme, desde donde este lo recordamos , A mis sinodales por el tiempo dedicado a la lectura de este trabajo y sus enriquecedoras observaciones.

## **AGRADECIMIENTOS A CONOCIDOS.**

- Niko, Goerge, Jason, Gisel, Alvaro gracias por su preparación y su tiempo durante tantos años de mi vida.
  - Dr. Fausto de la UAM por esa curiosidad científica que transmite y enseña con tanto entusiasmo, haciendo que los alumnos se interesen en la investigación y el conocimiento.
- ITEM y el Centro de lenguas Extranjeras por su preparación en las clases de idiomas y a todas las personas que conocí durante mi preparación.
  - A la UAM por transmitirme con sus profesores grandes conocimientos y conocer amigos que me apoyaron en momentos muy difíciles en mi vida. Gracias Erika, Josué y Jovani.
- A todas las personas que de alguna u otra manera me dieron un consejo, una porra, una tristeza, una alegría, una lágrima, una decepción, una sonrisa, que me hicieron madurar y fijar nuevas metas. Muchas gracias.
- **A la MUSICA** y mis profesores Oscar, Javier, Aureses, Michelle, Emily Mileny, que en momentos difíciles siempre ha sido y será un remedio a todos esos problemas.

- **A la UNAM.** A esta casa de estudios que me abrió las puertas y de la cual me siento muy orgulloso de pertenecer, en especial a la Facultad de Estudios Superiores Aragón la cual fue mi casa por muchos años, pasando horas y días en sus aulas. Muchas Gracias.

**DADME UN PUNTO DE APOLLO Y MÓVEME EL MUNDO**

**ARQUÍMEDES DE SIRACUSA**

# CONTENIDO:

	Pagina
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	2
<b>OBJETIVO E INTRODUCCION.</b>	5
<b>CAPITULO 1. ANTECEDENTES HISTORICOS DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO</b>	8
1-1 ELECTRICIDAD	8
1-2 MAGNETISMO	13
1-3 ELECTROMAGNETISMO	14
1-4 INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA	15
1-5 GENERADOR ELECTRICO	17
1-6 CORRIENTE TRIFÁSICA	19
1-7 VENTAJAS EN LA LINEA TRIFÁSICA	20
1-8 CAIDA DE VOLTAJE	21
<b>CAPITULO 2 PLANTA DE EMERGENCIA</b>	22
2-1 DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA	22
- ¿QUÉ ES UNA PLANTA DE EMERGENCIA?	
- ¿DÓNDE LAS UTILIZAMOS?	
2-2 CLASIFICACION	23
2-3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE UNA PLANTA DE EMERGENCIA.	25
2-4 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	26
2-5 GENERADOR ELECTRICO DE CORRIENTE ALTERNA	32
2-6 ALTERNADOR DE CUATRO POLOS	34
- 2-6-1 LOCALIZACION DEL ALTERNADOR EN EL GRUPO ELECTROGENO	

2-7 CARACTERÍSTICAS DE LOS GENERADORES DE C.A.	35
2-8 VOLTAJES EN UN GENERADOR DE CA	36
2-9 ARREGLOS DE CONEXIONES EN UN GENERADOR	37
2.-10 ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE UN GRUPO ELECTROGENO	38
- 2-10-1 CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR (PLANTA JOHN DEERE)	38
- 2-10-2 CARACTERISTICAS DEL GENERADOR VOLVO	39
- 2-10-3 CARACTERISTICAS DEL GENERADOR MITUSUBISHI	39
2-11 UNIDAD DE TRANSFERENCIA	40
- 2-11-1 CLASIFICACION	
- 2-11-2 PARTES DE UNA TRANSFERENCIA	
2-12 BOTON DE PARO DE EMERGENCIA	48
2-13 INSTRUMENTOS DE MEDICION	48
2-14 CIRCUITO DE CONTROL DE TRANFERENCIA	50
2-15 SILENCIADOR Y ESCAPE	53
2-16 NORMAS PARA PLANTAS DE EMERGENCIA DE CORRIENTE ALTERNA	54
2-17 DIAGRAMA DE UNA INSTALACION BASICA DE UN GRUPO ELECTROGENO	54
2-18 DIFERENCIAS ENTRE KW Y KVA	55
2-19 FACTOR DE POTENCIA	55
<b>CAPITULO 3 UPS (SISTÉMA DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE)</b>	57
3-1 INTRODUCCION ¿QUES ES UN UPS? Y ¿PARA QUE NOS SIRVE?	57
3-2 ¿QUÉ SON LOS RUIDOS EMI Y LOS RFI?	60
3-3 CARACTERISTICAS DE LOS UPS	61
3-4 DIAGRAMA DE BLOQUE DE LOCALIZACION DE UNA UPS	61
3-5 PARTES PRINCIPALES DE UNA UPS	63
3-6 FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES PRINCIPALES DENTRO DEL UPS	63
- 3-6-1 RECTIFICADOR	63

- 3-6-2 BATERIAS	65
- 3-6-3 CARGADOR DE BATERIAS	67
- 3-6-4 INVERSOR (Principio de funcionamiento)	71
- 3-6-5 TRANSFORMADOR	74
- 3-6-6 CONMUTADOR	77
3-7 CLASIFICACION DE LOS UPS	78
3-7-1 UPS OFF –LINE (STAND-BY)	78
3-7-2 UPS INTERACTIVA	81
3-7-3 UPS ON LINE (Doble Conversion)	84
3-8 MODO BY-PASS	86
3-9 CUIDADOS EN UPS	88
3-10 MANTENIMIENTOS EN UN UPS	88
3-11 NORMAS PARA UPS	89
3-12 FALLOS COMUNES EN EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA	89
3-13 CONDUCTORES	91
- 3-13-1 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR AISLAMIENTO	
3-14 CANALIZACION	93
3-14-1 CARACTERISTICAS ESPECIALES	94
<b>CAPITULO 4 SELECCIÓN DE PLANTA DE EMERGENCIA Y UPS</b>	97
4-1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	97
4-2 DESARROLLO:	100
4-3 CRITERIOS EN LA SELECCIÓN DE PLANTA DE EMERGENCIA	100
- 4-3-1 UBICACIÓN	
- 4-3-2 ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN EN BASE A COMBUSTIBLE	
4-4 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL GRUPO ELECTROGENO	101
4-5 SELECCIÓN DE LA POTENCIA DEL GENERADOR.	103

4-6 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL GENERADOR PARA LAS BOMBAS DE AGUA	103
4-7 RETOMANDO EL CALCULO DE PLANTA DE EMERGENCIA	104
- 4-7-1 SELECCIÓN DE LA TENSION DE SALIDA	
4-8 MARCAS DE GRUPOS ELECTROGENO Y SUS CARACTERISTICAS	106
4-9 NORMAS PARA PLANTAS DE EMERGENCIA	106
4-10 SELECCIÓN DE PLANTA DE EMERGENCIA	107
4-11 ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE TRANSFERENCIA	108
4-12 SELECCIÓN DE TRANSFERENCIA	109
4-13 ALTERNATIVAS EN CONTROL DE TRANSFERENCIA	111
4-14 SELECCIÓN DE CONTROL DE TRANSFERENCIA	112
4-15 SELECCIÓN DE UPS	114
- 4-15-1 CRITERIOS EN LA SELECCIÓN DE SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIBLE (UPS)	
4-16 POTENCIA DEL UPS	114
4-17 ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN EN EL TIPO DE UPS	115
4-18 ALTERNATIVA Y SELECCIÓN EN BASE A LA CALIDAD DE LA ENERGÍA	115
4-20 MARCAS DE UPS	117
- 4-20-1 ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN	
4-21 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR TIPO DE AISLANTE.	121
4-22 SELECCIÓN DE LA CANALIZACION	122
4-23 CALCULO DE CALIBRE DE CONDUCTORES POR CORRIENTE Y CAIDA DE TENSIÓN	125
- 4-23-1 SECCION GENERADOR – TRANSFERENCIA	126
- 4-23-2 SECCION TRANSFERENCIA - ENTRADA TABLEROS NORMAL DE UPS	128
- 4-23-3 SECCION TABLERO NORMAL – ENTRADA TRANSFORMADOR DE 225 KVA	129
- 4-23-4 SECCION SALIDA TRANSFORMADOR – ENTRADA UPS	130
- 4-23-5 SECCION SALIDA UPS – INTERRUPTOR GENERAL UPS (Sección Automática)	131
- 4-23-6 ENTRADA BY.PASS – UPS	132
- 4-23-7 BY-PASS AUXILIAR	133
- 4-23-8 SECCION SALIDA INTERRUPTOR UPS – TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION (CORRIENTE REGULADA)	134
4-24 RESUMEN	136
- 4-24-1 PLANTA DE EMERGENCIA:	
- 4-24-2 UPS	

- 4-24-3 CANALIZACION	
4-24-4 CONDUCTORES	137
4-25 DIAGRAMA DE CONEXIÓN	142
4-26 CONCLUSIONES	143
GLOSARIO	145
BIBLIOGRAFIA	149
APENDICES	150

## SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANTA DE EMERGENCIA Y UPS PARA TORRE DE TELECOMUNICACIONES Y TRANSPORTES

**Objetivo:** Suministrar e instalar en base a una selección la mejor planta de emergencia y ups para resolver el problema de energía del edificio antes mencionado, el cual tiene problemas de pérdida de datos debido a variaciones de voltajes, altos armónicos, cortes de energía por parte de la compañía suministradora.

### INTRODUCCION:

Nuestra vida diaria depende extraordinariamente de la electricidad, mientras que hace un siglo solo disponíamos de alguna lámpara eléctrica hoy es de gran importancia el uso de ella. Sin embargo el estudio de la electricidad tiene una larga historia.

La electricidad es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, la electricidad es la base de este trabajo de investigación, el cual a su vez es la base del funcionamiento de muchas máquinas eléctricas, desde pequeños electrodomésticos, plantas de emergencia, Generadores, motores eléctricos, hasta sistemas de gran potencia como los trenes de alta velocidad, UPS, Hidroeléctricas, Subestaciones, etc. y asimismo de todos los dispositivos electrónicos.

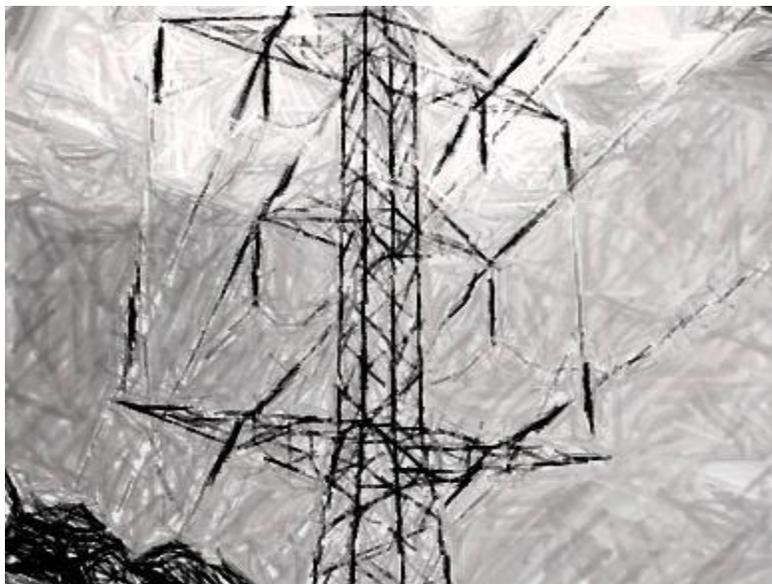


Figura 1.1 Torre de trasportación de la electricidad.

Estos aparatos eléctricos-electrónicos han sido de gran importancia tanto para el desarrollo de las comunicaciones en México y en otros países como para la vida de las personas diaria.

Es de importancia también saber como esta energía es generada, distribuida y utilizada para nuestras necesidades, que en este caso es utilizada como fuente de luz y comunicaciones en este edificio.

La energía eléctrica que recibimos hoy en día en nuestras casas, Industrias, edificios, negocios, hospitales, etc es generada en las grandes centrales generadoras como son: hidroeléctricas, núcleo-eléctricas, termoeléctricas, entre otras. Esta energía es transportada desde la fuente de generación hasta nuestras ciudades mediante conductores eléctricos fabricados generalmente de cobre. Desde la generación de la energía eléctrica hasta nuestro consumo la energía pasa por varias secciones como podemos nombrar algunas, transformadores , subestaciones, torres de transportación , tableros, interruptores, etc, todo con el propósito de hacer el mejor uso de ella.

En esta instalación la energía es provista por CFE( Comisión Federal de Electricidad) y es transportada desde su generación por todos los dispositivos antes mencionados hasta su entrega en una subestación de reducción compacta para posteriormente ser aprovechada.

La energía de entrada de CFE es canalizada directamente a la subestación compacta del edificio con el propósito de reducir el voltaje y distribuirla de la mejor manera posible a los distintos tableros e interruptores, y posteriormente ser utilizada en computadoras, lámparas, fax, CCTV, SAI, etc. Esta energía de entrada usualmente llamada ACOMETIDA es la que se encarga de mantener en funcionamiento nuestros equipos y luces; lamentablemente esta energía llega a tener varios inconvenientes que pueden ser perjudiciales para nosotros y nuestros equipos.

Algunos inconvenientes que presenta el sistema eléctrico son:

- Corte repentino de energía
- Bajones de voltaje
- Sobretensiones
- Variaciones
- Armónicos
- Etc.

De estos tal vez el más perjudicial es el corte repentino de energía, el cual nos imposibilita para poder seguir trabajando o realizar algunas otras acciones hasta que la energía sea restablecida.

Es por eso que nuestro centro de trabajo, negocio, hospital, etc cuente con fuentes de energía de respaldo, que en este caso sería un generador de corriente eléctrica. Este generador eléctrico usualmente es accionado con un motor de combustión interna y al conjunto de estos dos se le conoce como grupo electrógeno o planta de emergencia.

Las plantas de emergencia se clasifican de muchas maneras la mas general sería en base a su combustible que pueden ser Diesel, gasolina o gas LP , de la cual podemos decir que para equipos de alta potencia son accionados en base a combustible diesel, siendo estos los mas comunes dentro de la industria.

Este equipo resulta ser muy importante en este edificio ya que de este depende que el trabajo no se vea interrumpido al existir un corte de energía por parte de CFE.

Los grupos electrógenos entran a funcionar en cuanto existe un problema en la red como son variaciones de voltaje, cortes repentinos, picos, etc. Desde el problema de red hasta la puesta en marcha y toma de carga de nuestro generador existe un lapso de tiempo que puede ser desde unos cuantos segundo hasta minutos , este tiempo es conocido como retardo de arranque y toma de carga en este lapso de tiempo nuestras cargas se encuentran totalmente fuera y desprotegidas; lamentablemente no todos los equipos pueden recuperarse y seguir trabajando sin ningún problema después del corte, esto quiere decir que muchos de los equipos son sensibles a variaciones de voltaje, cortes de energía y pueden dejar de funcionar así como perderse las comunicaciones dentro del país , por lo que estos equipos sensibles deben de ser conectados a un UPS ( sistema de energía ininterrumpida) el cual evita este lapso de tiempo hasta que los sistemas de emergencia tomen la carga.

Los UPS son equipos muy sofisticados que tienen el objetivo como se dijo anteriormente evitar el corte repentino de energía y solucionar casi todos los problemas eléctricos en la instalación y con esto daño a los equipos muy sensibles. Estos UPS son conectados directamente a la red de entrada y de ahí a las cargas, podemos decir que son un escalón entre las energía de CFE o planta de emergencia y las cargas a alimentar.

Los UPS y las planta de emergencia cumplen dentro de las instalaciones los sistemas de protección, ya que gracias a ellos nuestros equipos y el personal puede seguir laborando sin ninguna interrupción de la energía, es por ello que al elegirlos cumplan con todos los requerimientos que ofrecen así como de tener un control con respecto a sus mantenimientos e inspecciones.

En los capítulos posteriores se hablara de cada uno de ellos (planta de emergencia y UPS) así como la selección e instalación de los mismos dentro del edificio de las torre de telecomunicaciones y transportes ubicada en Eje Central 567, esq. con Cumbre de Acultzingo y Xola, Colonia Narvarte Poniente, Delegación Benito Juárez, Ciudad de México

## CAPITULO 1

### ANTECEDENTES HISTORICOS DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

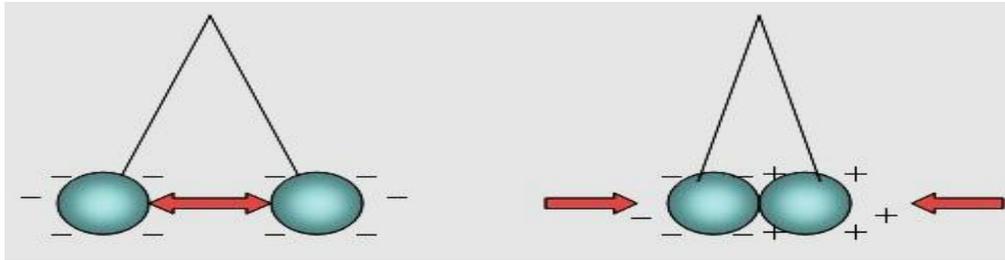
#### 1-1 ELECTRICIDAD

Desde tiempos inmemoriales el hombre se dio cuenta de que después de frotar con paño un tipo de resina llamada ámbar, ésta adquiría la capacidad de atraer algunos objetos ligeros, como trozos de papel. La historia registra a Tales de Mileto, filósofo y matemático griego, que vivió hace unos 2 600 años, como el primero que hizo experimentos de esta naturaleza, aunque es bastante probable que desde antes se conociese este tipo de fenómeno. En griego, ámbar se dice *elektron* y de esta palabra se deriva electricidad. Durante muchos siglos este tipo de experiencias no fueron sino meras curiosidades.

Entre 1729 y 1736 dos científicos ingleses, Stephen Gray (1696-1736) y Jean Desaguliers (1683-1744) dieron a conocer los resultados de una serie de experimentos eléctricos muy cuidadosos. Encontraron que si unían por medio de un alambre metálico un tubo de vidrio previamente frotado con un trozo de corcho, éste se electrificaba. Comprobaron que el corcho se electrificaba ya que al acercarle trozos de papel éstos eran atraídos por él. Este fenómeno persistía aun si el vidrio y el corcho se separaban a distancias de 300 metros. Si en lugar de efectuar la unión con un alambre metálico empleaban un hilo de seda, el corcho no se electrificaba. Además descubrieron que si la línea de transmisión hacía contacto con el suelo, o sea con la tierra, el corcho dejaba de electrificarse.

Con todos estos experimentos llegaron a la conclusión de que la electrificación era un efecto que se presentaba en la superficie de los cuerpos, en donde aparecía lo que llamaron una "virtud" o "fluido" eléctrico al que en la actualidad se le llama carga eléctrica. Encontraron que la carga eléctrica podía moverse libremente de un cuerpo a otro a través de ciertos materiales que llamaron conductores (el cuerpo humano, los metales, el aire húmedo, etc.). También existen materiales que no conducen electricidad, a los que se llama aisladores o no-conductores (la madera, la seda, la cerámica, plásticos, etcétera).

Un científico francés, François du Fay (1698-1739), hizo otro tipo de experimentos que reportó entre 1733 y 1734. Frotó con tela de seda dos tubos de vidrio iguales. Al acercar los tubos vio que siempre se repelían. Así concluyó que dos materiales idénticos se repelen cuando se electrifican en formas idénticas. Como cada uno de los tubos adquiere el mismo tipo de carga se puede afirmar que cargas iguales se repelen.



Igual signo: Se repelen

Distinto Signo: Se atraen

Figura 1.2

El mismo François du Fay hizo muchos otros experimentos con diferentes materiales y llegó a la conclusión de que existen dos tipos de electricidad; a una la llamó vitrosa (la que aparece cuando se frota con seda el vidrio) y a la otra resinosa (la que aparece cuando se frota al hule con piel).

Durante la siguiente década, Benjamín Franklin (1706-1790) realizó estos mismos descubrimientos en Estados Unidos, sin conocer los trabajos del francés. Según él, el vidrio electrificado había adquirido un exceso de fluido (carga) eléctrico, y le llamó a este estado positivo. Al estado de la seda con la que frotó el vidrio lo llamó negativo, pues consideraba que había tenido una deficiencia de fluido (carga) eléctrico. Esta terminología de Franklin es la que se utiliza hasta hoy en día, aunque no se acepten las ideas con que la concibió este científico.

En resumen, existen en la naturaleza dos tipos de cargas eléctricas: positiva y negativa. Además, se puede concluir de una multitud de resultados experimentales que dos cargas eléctricas del mismo tipo (negativa-negativa o positiva-positiva) se repelen, mientras que dos cargas de tipos distintos (positiva-negativa) se atraen.

No fue sino hasta fines del siglo XVIII, en 1785, que el ingeniero militar francés Charles Auguste Coulomb (1736-1806) pudo medir con bastante precisión las características de las fuerzas entre partículas eléctricamente cargadas. Para ello utilizó un péndulo de torsión (Figura 1.3) que consiste en una barra *AB* que está sujeta por medio de un alambre vertical. Cuando uno de los extremos experimenta una fuerza, la barra gira y hace que el alambre se tuerza. Midiendo el ángulo que gira el alambre se puede determinar la magnitud de la fuerza que experimentó el extremo de la barra. Coulomb colocó en el extremo *A* de su péndulo una carga y acercó otra carga *C*. Cambiando los valores de las cargas y manteniendo la distancia entre *A* y *C* fija, encontró que mientras más grande es cada una de las cargas, mayor es la magnitud de la fuerza entre ellas (ya sea de atracción si las cargas son opuestas, o de repulsión si son iguales). De hecho, si una las cargas aumenta al doble, la fuerza aumenta al doble, si la carga aumenta al triple, la fuerza aumenta al triple y así sucesivamente. Además, mientras más separadas estén las cargas, menor será la fuerza. Así si la distancia entre *A* y *C* aumenta al doble, la fuerza disminuye a la cuarta parte; si la distancia aumenta al triple, la fuerza disminuye a la novena parte, etc. Este conjunto de resultados recibe el nombre de **ley de Coulomb**.

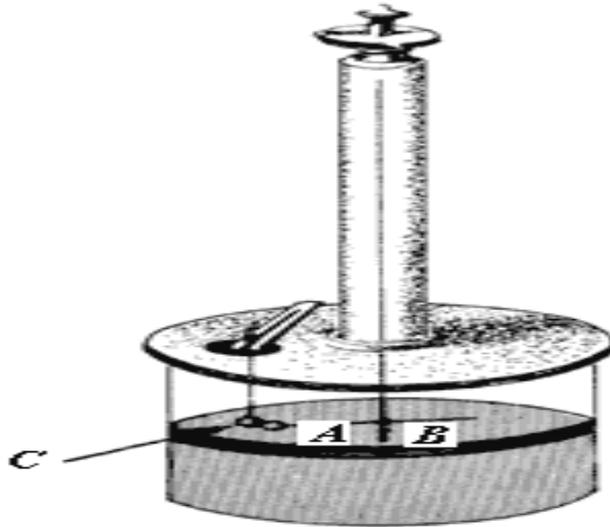


Figura 1.3 Balanza de torsión diseñado por Coulomb para medir la fuerza entre cargas eléctricas.

Hacia 1746 Pieter van Musschenbroek, en Leiden, Holanda, construyó el primer dispositivo para almacenar cargas eléctricas. Se trataba de una botella de vidrio que estaba recubierta, tanto en sus paredes interiores como exteriores, de una capa muy delgada de estaño. En esta famosa botella de Leiden se pudieron almacenar considerables cantidades de carga eléctrica, producidas por las máquinas de fricción. Posteriormente se diseñaron otros dispositivos más prácticos y cómodos para almacenar carga eléctrica, a los cuales se llamó condensadores.

Hacia mediados del siglo XVIII, mientras efectuaba algunos experimentos, Benjamín Franklin se dio cuenta de que durante las tormentas había efectos eléctricos en la atmósfera, y descubrió que los rayos eran descargas eléctricas que partían de las nubes. Franklin logró juntar cargas eléctricas de la atmósfera por medio de varillas muy picudas. A la larga, esto dio lugar a la invención del pararrayos, que consistía en una varilla metálica picuda conectada a la tierra; las cargas eléctricas del rayo eran atraídas a la varilla y conducidas a la tierra. Con esto se evitaba que un rayo cayera sobre una casa, pues era conducido a tierra sin causar ningún daño. Posiblemente ésta fue la primera aplicación práctica de la investigación científica de la electricidad.



Figura 1.4 Aparta rayos.

Por otro lado, hacia la última parte del siglo XVIII un gran número de personas empleó animales para estudiar las descargas eléctricas y utilizó como fuentes máquinas generadoras y botellas de Leiden. Una de estas personas fue Luigi Galvani (1737-1798), profesor de anatomía en la Universidad de Bolonia, Italia. Sus discípulos se dieron cuenta de que cuando se sacaban chispas de un generador y se tocaban simultáneamente las patas de una rana con un bisturí, éstas se contraían. Galvani estudió con más detalle este curioso fenómeno. En primer lugar, unió una extremidad de la rana a un pararrayos y la otra la fijó a tierra por medio de un alambre metálico. Descubrió que los músculos se estremecían cuando había tormenta, pues las cargas que recogía el pararrayos se transportaban a través del músculo hasta la tierra. La conexión la realizó de la siguiente manera: en un extremo de la pata conectó un alambre de cobre, mientras que en el otro extremo conectó uno de hierro. En cierto momento, y de manera accidental, juntó los alambres y se dio cuenta de que la pata se contraía. De sus experiencias anteriores sabía que esta contracción ocurría solamente cuando una carga eléctrica pasaba por la pata, pero ¿no había conectado ningún extremo a ninguna fuente de carga eléctrica! Así llegó a la conclusión de que si se formaba un circuito cerrado entre dos metales que pasara por la pata, se generaba una corriente eléctrica que circulaba por el circuito.

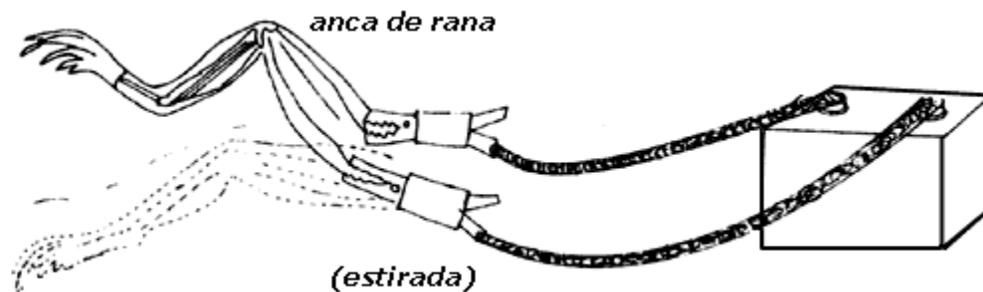


Figura 1.5 Experimento realizado por Galvani

Sin embargo, Galvani no estaba en lo cierto, ya que creyó que la fuente de la electricidad estaba en lo que llamó "electricidad animal". Galvani se dedicó a hacer experimentos con diferentes animales creyendo que había descubierto y confirmado la veracidad de la electricidad animal. Con el tiempo se comprobó que sus hipótesis no eran correctas.

Alejandro Volta (1745-1827), profesor de la Universidad de Pavia, Italia, se enteró de los experimentos de Galvani y los volvió a hacer, usando lo que llamó ranas "galvanizadas". Sin embargo, no aceptó la explicación de Galvani. Volta se dio cuenta de que para lograr el efecto descubierto por Galvani se necesitaba cobre, hierro y el líquido del tejido muscular. Hizo una serie de experimentos muy cuidadosos, utilizando alambres de diferentes materiales; así descubrió que si usaba estaño y cobre lograba una corriente relativamente fuerte, mientras que si usaba hierro y plata el efecto era poco intenso. Siguiendo esta línea de pensamiento dejó de usar ranas y puso su propia lengua entre los metales, logrando el mismo efecto; en seguida probó con diferentes líquidos entre los metales y siempre encontró el mismo efecto. El caso más satisfactorio fue cuando usó placas de zinc y cobre en un ácido líquido. De esta manera llegó a la conclusión de que el efecto descubierto por Galvani no tenía nada que ver

con la "electricidad animal" sino que se debía a una acción química entre el líquido, llamado electrolito, y los dos metales. Es así como Volta construyó lo que posteriormente se llamó una pila voltaica, que fue el primer dispositivo electroquímico que sirvió como fuente de electricidad.

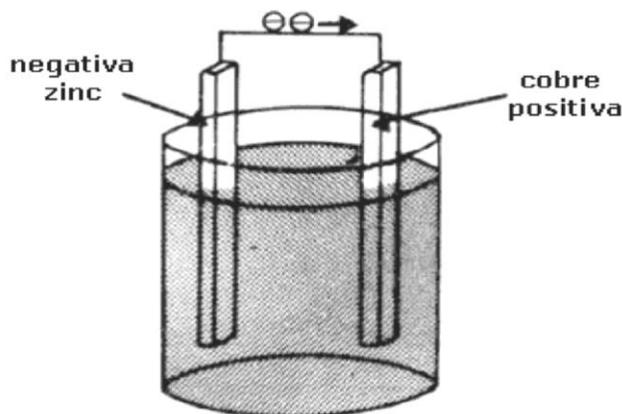


Figura 1.6 Esquema de una de las primeras baterías eléctricas de Volta.

Entre los extremos de los metales, fuera del electrolito, se genera una diferencia de potencial, o voltaje, que puede dar lugar a una corriente eléctrica. En la pila de la figura 1.6 el zinc adquiere carga negativa, mientras que el cobre adquiere cargas positivas. Al zinc se le llama cátodo y el cobre recibe el nombre de ánodo. Así se tiene una fuente de electricidad distinta a la generada por fricción. Con este medio químico para obtener electricidad se abrieron nuevas posibilidades de aplicación práctica y experimental.

La explicación de las reacciones químicas que ocurren en la pila o celda voltaica se dio muchos años después, ya que en la época de Volta la química apenas empezaba a desarrollarse como ciencia moderna. Solamente diremos que, por un lado, el zinc adquiere un exceso de electrones, mientras que por el otro, el ácido con el cobre da lugar a cargas eléctricas positivas. Al unir el cobre con el zinc por medio de un alambre conductor, los electrones del zinc se mueven a través del alambre, atraídos por las cargas del cobre y al llegar a ellas se les unen formando hidrógeno.

Desde entonces se han construido diferentes tipos de pilas o baterías. Un avance importante fue la pila con el electrolito sólido, o sea, la llamada pila seca, como las que usamos hoy en día en los aparatos eléctricos portátiles.

El descubrimiento de Volta se expandió como reguero de pólvora. Muy pronto en muchos países europeos se construyeron pilas voltaicas de diferentes tipos, que fueron un acicate para los estudios de las propiedades y efectos electroquímicos, térmicos, magnéticos, etc., de la electricidad.

Volta recibió en vida muchos premios y agasajos. En 1881 el Congreso Internacional de Electricistas decidió honrarlo dando su nombre a la unidad de **diferencia de potencial**: el volt, a la que se suele también llamar de manera más familiar, voltaje.

La posibilidad práctica de construir pilas voltaicas produjo una revolución en el estudio de la electricidad. Hemos de mencionar que en muchos laboratorios era muy poco factible construir las máquinas de electricidad por fricción, ya que eran bastante caras; sin embargo, las pilas

eran relativamente baratas. Permitieron el avance de la ciencia química ya que estaban al alcance de muchos laboratorios; de otra manera no se hubieran podido realizar muchas investigaciones científicas. Gran parte de los primeros descubrimientos electroquímicos fueron hechos precisamente con pilas voltaicas. Poco después de haber recibido una carta de Volta en la que explicaba cómo construir una pila, William Nicholson (1753-1825) y Anthony Carlisle (1768- 1840) construyeron en Londres uno de estos dispositivos, y con el fin de conseguir una mejor conexión eléctrica, conectaron cada una de las terminales de la pila a un recipiente con agua. Se dieron cuenta de que en una de las terminales aparecía hidrógeno y en la otra, oxígeno. Fue así como descubrieron el fenómeno de la electrólisis, en el que, por medio de una corriente eléctrica, se separan los átomos que componen la molécula del agua. Humphry Davy (1778-1829), también en Inglaterra, descompuso por medio de la electrólisis otras sustancias, y así descubrió los metales sodio y potasio al descomponer electroquímicamente diferentes sales minerales, como la potasa cáustica, la soda fundida, etc.

## 1-2 MAGNETISMO

En el caso del magnetismo, al igual que en el de la electricidad, desde tiempos remotos el hombre se dio cuenta de que el mineral magnetita o imán (un óxido de hierro) tenía la propiedad peculiar de atraer el hierro convirtiéndose así en las primeras fuentes conocidas del imanes permanentes.

En el año 1600 el inglés William Gilbert (1544-1603), médico de la reina Isabel I, publicó un famoso tratado, *De magnete*, en el que compendió el conocimiento que se tenía en su época sobre los fenómenos magnéticos. Analizó las diferentes posiciones de la brújula y propuso que la Tierra es un enorme imán (Figura 1.7), lo que constituyó su gran contribución.

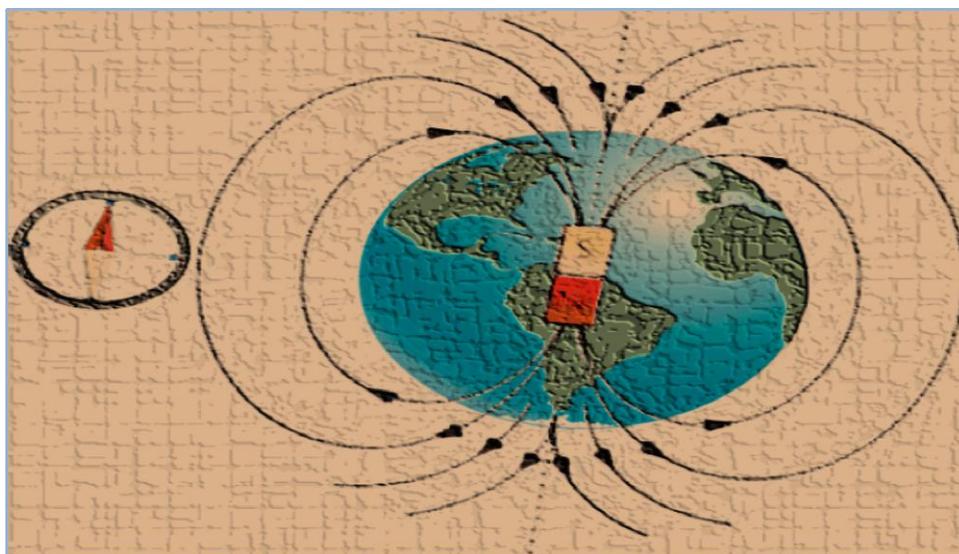


Figura 1.7

De esta forma pudo explicar la atracción que ejerce el polo norte sobre el extremo de una aguja imantada. Asimismo, Gilbert se dio cuenta de que cada imán tiene dos polos, el norte (N) y el sur (S), que se dirigen hacia los respectivos polos terrestres. Descubrió que polos iguales se repelen, mientras que polos distintos se atraen, y que si un imán se calienta pierde sus propiedades magnéticas, las cuales vuelve a recuperar si se le enfría a la temperatura ambiente.

El científico francés Coulomb, el que había medido las fuerzas entre cargas eléctricas, midió con su balanza las fuerzas entre los polos de dos imanes. Descubrió que la magnitud de esta fuerza varía con la distancia entre los polos. Mientras mayor sea la distancia, menor es la fuerza: si la distancia aumenta al doble, la fuerza disminuye a la cuarta parte; si la distancia aumenta al triple, la fuerza disminuye a la novena parte y así sucesivamente, ¡igual que en el caso de las cargas eléctricas que él mismo había descubierto!

### **1-3 ELECTROMAGNETISMO**

Desde principios del siglo XVIII se inició la búsqueda de una posible relación entre electricidad y magnetismo. Benjamin Franklin sabía que cuando caía una tormenta había efectos eléctricos en la atmósfera, trató infructuosamente de magnetizar una aguja de hierro en una tormenta.

Por otro lado, en el año de 1774 la Academia Electoral de Baviera, en Alemania, ofreció un premio para la persona que resolviera la siguiente cuestión: ¿Hay una analogía real y física entre las fuerzas eléctricas y magnéticas? En vano se trató de encontrar una respuesta afirmativa. Incluso Coulomb, que había medido las fuerzas entre cargas eléctricas por un lado y entre polos de imanes, por el otro, en la década de 1780 afirmó que estas fuerzas eran de naturalezas físicas distintas, a pesar de que sus magnitudes dependían de la distancia de la misma forma.

No fue sino hasta 1820 cuando Hans Christian Oersted (1777-1851) un profesor de filosofía natural de la Universidad de Copenhague durante una clase en que estaba presentando a sus alumnos ciertos experimentos eléctricos, encontró que una corriente eléctrica sí tiene un efecto sobre un imán.

La experiencia de Oersted fue la siguiente:

Colocó un alambre por el que circulaba corriente eléctrica encima de una brújula y observó que la aguja se desviaba hacia el oeste, en seguida colocó este alambre debajo de la brújula y vio que la aguja también se desviaba, pero ahora, hacia el este.

Oersted entonces concluyó que para que la aguja imantada de la brújula se pudiera mover tuvo que experimentar una fuerza magnética, y que la corriente eléctrica del alambre tuvo que generarla. Por lo tanto, una corriente eléctrica produce un efecto magnético. Ahora bien, este efecto magnético de la corriente eléctrica no puede quedar confinado dentro del alambre

conductor, sino que tiene que estar esparcido en todo el espacio a su alrededor, para que llegue, por así decirlo, hasta donde está la aguja (Figura 1.8).



Figura 1.8 Campo magnético

Esta fue la primera vez que alguien mencionó la idea de que el efecto magnético debe estar disperso en todo el espacio, y el cual constituye la idea básica del **campo magnético**.

Un mes después de que Oersted anunciase su descubrimiento, Jean Baptiste Biot y Felix Savart describieron sus resultados de su medida de la fuerza que actúa sobre un imán próximo a un conductor largo por el que circula corriente y analizaron estos resultados en función del campo magnético producido por cada elemento de la corriente. André Marie Ampere amplió estos experimentos y demostró que los propios elementos de corriente experimentan una fuerza en presencia de un campo magnético: en particular demostró que dos corrientes ejercen fuerzas entre sí, y encontró cómo calcular la fuerza electromagnética entre dos conductores de electricidad que tuvieran posiciones y formas arbitrarias. Esto se ha llamado la **ley de Ampère** y es una de las leyes fundamentales del electromagnetismo. Así como encontró el verdadero efecto que tenía la corriente eléctrica sobre la aguja imantada: ésta siempre se alinea en una dirección perpendicular a la dirección de la corriente eléctrica.

Este descubrimiento de Ampere ha tenido una repercusión muy importante, este efecto es la base del funcionamiento de los motores eléctricos.

La ley de Ampere y la ley de Biot & Savart posteriormente fueron integradas en las que se conocieron como las ecuaciones de Maxwell, quien cimentó todas las bases del electromagnetismo en sus ecuaciones.

#### 1-4 INDUCCION ELECTROMAGNÉTICA

Los trabajos de Ampere se difundieron rápidamente en todos los centros activos de investigación de la época, causando gran sensación. Un joven investigador inglés, Michael Faraday (1791-1867) se empezó a interesar en los fenómenos eléctricos y repitió en su

laboratorio los experimentos tanto de Oersted como de Ampere. Una vez que entendió cabalmente el fondo físico de estos fenómenos, se planteó la siguiente cuestión: de acuerdo con los descubrimientos de Oersted y Ampere se puede obtener magnetismo de la electricidad, ¿será posible que se obtenga electricidad del magnetismo? De inmediato inició una serie de experimentos para dar respuesta a esta pregunta

Pero no fue sino hasta en 1831 que pudo dar con la respuesta a esta pregunta, el experimento que realizó fue el siguiente:

Enrolló un alambre conductor alrededor de un núcleo cilíndrico de madera y conectó sus extremos a un galvanómetro *G*; ésta es la bobina *A* de la figura 1.9. En seguida enrolló otro alambre conductor encima de la bobina anterior. Los extremos de la segunda bobina *B* en la figura los conectó a una batería. La argumentación de Faraday fue la siguiente: al cerrar el contacto *C* de la batería empieza a circular una corriente eléctrica a lo largo de la bobina *B*. De los resultados de Oersted y Ampere, se sabe que esta corriente genera un efecto magnético a su alrededor. Este efecto magnético cruza la bobina *A*, y si el magnetismo produce electricidad, entonces por la bobina *A* debería empezar a circular una corriente eléctrica que debería poder detectarse por medio del galvanómetro.

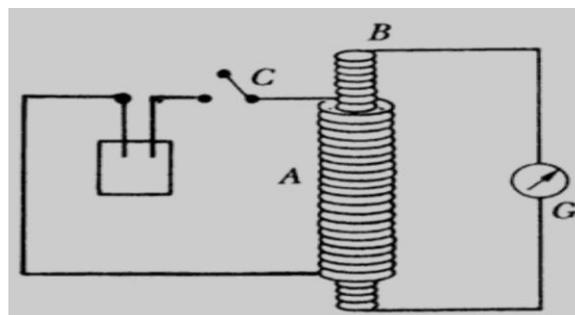


Figura 1.9

Faraday noto que la aguja del galvanómetro solo se movía cuando conectaba y desconectaba la pila lo cual implicaba que el campo magnético tenía que ser variable para producir una corriente eléctrica, con este descubrimiento pudo dar respuesta a la pregunta antes planteada

Después de muchos experimentos adicionales definió el termino de **flujo magnético** a través de una superficie y se dio cuenta que para que se induzca una corriente eléctrica lo que realmente tiene que cambiar es la dirección del flujo magnético a través de dicha superficie.

Una forma de hacerlo es ponerlo a girar sobre su propio eje y que esta superficie cruce las líneas de flujo magnético.

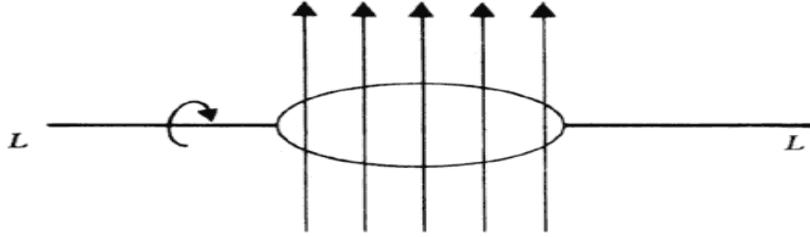


Figura 1.1

Este descubrimiento lleva el nombre de ley de inducción de Faraday y es uno de los resultados más importantes de la teoría electromagnética así como la base de los generadores eléctricos que en cuyo caso es uno de los temas principales de este trabajo.

La ley de inducción de Faraday y la ley de Ampere sirvieron para que en el año de 1865 James Clerk Maxwell publicara sus ecuaciones con el mismo nombre en las cuales se describen por completo los fenómenos electromagnéticos, las ecuaciones de Maxwell son en resumen cuatro ecuaciones siendo estas:

Ley de Gauss:

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

Ley de Faraday – Lenz:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Ley de Gauss para campo magnético:

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

Ley de Ampere:

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{S} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d}{dt} \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

Estas en su forma integrable.

Estas ecuaciones de Maxwell son la base de mas del 90 % de la electrónica ya que nos describen el campo eléctrico, el campo magnético, el flujo eléctrico, el flujo magnético o también conocido como inducción magnética, la fuerza electromotriz, así como muchos fenómenos que no habían podido ser explicados anteriormente.

Las ecuaciones de Maxwell fueron y serán las bases de muchos aparatos electrónicos que usamos en nuestras vidas. Un ejemplo que podemos citar es el Generador eléctrico.

## 1-5 GENERADOR ELECTRICO

Definición: Es una maquina eléctrica capaz de convertir la energía mecánica en energía eléctrica manteniendo una diferencia de potencial entre dos de sus puntos comúnmente llamados polos, bornes o terminales, su funcionamiento esta basado en la ley de inducción de Faraday.

Su clasificación general son:

-Generador de corriente directa CD

-Generador de corriente alterna CA

En la practica el generador de corriente directa se encuentra su uso reducido debido a que presentaba grandes perdidas de potencia por efecto joule cuando se suministraban energía a largas distancias, esto implicaba un aumento en la capacidad del generador y con ello mayores dimensiones para este, por lo que su uso es casi obsoleto en pequeñas industrias, lo podemos encontrar en las grandes centrales hidroeléctricas como generadoras.

El generador de corriente alterna puede transportar a largas distancias tensiones muy elevadas y corrientes bajas con muy pocas pérdidas por efecto joule. Siendo este el de uso cotidiano en una planta de emergencia.

La corriente alterna se genera fácilmente mediante inducción magnética en los generadores de ca, diseñados para producir una **fem** sinusoidal. Cuando la salida de un generador es sinusoidal la corriente también lo es en el inductor, un condensador, una resistencia, aunque generalmente no esté en fase con la **fem** del generador.

En su forma más simple, un generador de corriente alterna se diferencia de uno de corriente continua en sólo dos aspectos: los extremos de la bobina de su armadura están sacados a los anillos colectores sólidos sin segmentos del árbol del generador en lugar de los conmutadores, y las bobinas de campo se excitan mediante una fuente externa de corriente continua más que con el generador en sí.

La corriente que se genera en un generadores de corriente alterna crece hasta un pico positivo, cae hasta cero, desciende hasta un pico negativo y repite esto varias veces por segundo, dependiendo de la frecuencia de la maquina.

La siguiente figura muestra este ejemplo:



Figura 1.11 Representación de una onda sinusoidal

## 1-6 CORRIENTE TRIFASICA

Como se menciona antes podemos representar a la corriente alterna con una grafica del tipo sinusoidal, este tipo de corriente se conoce como corriente alterna monofásica. En un generador de un grupo electrógeno encontramos que la corriente generada es trifásica, esta la podemos obtener con un arreglo de tres bobinas de armadura desfasadas 120 grados entre si, pero también podemos tener arreglos de dos bobinas, montadas a 90° una de otra, y con conexiones externas separadas, se producirán dos ondas de corriente, una de las cuales estará en su máximo cuando la otra sea cero. Este tipo de corriente se denomina corriente alterna bifásica, y al arreglo de tres bobinas se le conoce como corriente trifásica, como se muestra en la Figura 1.12.

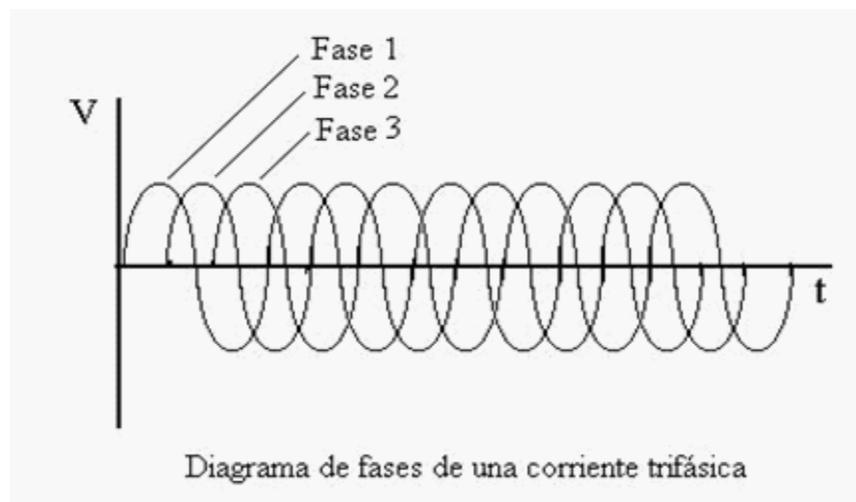


Figura 1.12 Representación de las ondas para una corriente trifásica

## 1-7 VENTAJAS EN LA LINEA TRIFASICAS

Como ventajas podemos nombrar:

- Potencia magnética constante y no pulsada como en la línea monofásica.
- En la transmisión de la energía los hilos o cables son mas delgados que con un sistema monofásico.
- Reducción del tamaño de los equipos.
- Potencias mayores que en los equipos monofásicos.

## 1-8 CAIDA DE VOLTAJE

Desde la generación de la corriente eléctrica hasta donde se encuentra la carga existe una distancia que en algunos casos puede ser de hasta varios kilómetros, ocasionando con esto una pérdida de potencia.

Una forma de combatir esto es aumentando la sección de los conductores, debido a que a menor diámetro de conductores la corriente eléctrica ofrece mayor resistencia y a mayor diámetro ofrece menor resistencia, es decir al aumentar nuestro calibre de conductor existen menos pérdidas y con esto mejoramos la eficiencia de los equipos.

Conociendo esto y las normas mexicanas de electricidad (NOM-001-SEDE-2005) tenemos que la caída de tensión no debe de ser mayor a 3 % en alimentadores principales, esto quiere decir que nuestro voltaje no debe de bajar más del 3 % de su valor nominal para evitar algún daño a los equipos.

Para el cálculo de la sección transversal o calibre de un conductor en corriente trifásica se hace mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \sqrt{3} LI}{V_f e\%} \quad \text{Formula 1-1}$$

En donde:

S= Sección transversal del conductor en milímetros cuadrados

L= longitud en metros desde la generación hasta donde están situadas las cargas.

I = Corriente en Amperios

$V_f$  = Voltaje entre fases en Volts

$e\%$  = Caída de tensión en porcentaje.

**NOTA:** En este caso la caída de tensión permisible en alimentadores principales es de 3%.

Esta fórmula junto con las del apéndice 3 nos es de gran utilidad a la hora de calcular el calibre del conductor.

En el siguiente capítulo se hablara de la planta de emergencia la cual nos provee de energía de respaldo a la presencia de un corte de energía por parte de la compañía suministradora y la importancia que tiene con los sistema de energía ininterrumpida para evitar las pérdidas de datos, ruptura de hardware, o en su dado caso salvar vidas como en los hospitales.

Estos equipos generalmente son trifásicos, aunque los podemos encontrar también monofásicos y bifásicos dependiendo de la potencia instalada.

## CAPITULO 2

### PLANTA DE EMERGENCIA

#### 2-1 Descripción de una planta de emergencia

##### 2-1-1 ¿Qué es una planta de emergencia?

Una planta de emergencia o también conocido como grupo electrógeno es una maquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna con el propósito de suministrar energía eléctrica alternativa o de emergencia cuando existe una falla o falta de energía por parte de la compañía suministradora que pueden afectar a los equipos eléctricos/electrónicos.

Las plantas de emergencia están constituidas principalmente por un grupo motor-generador; El motor generalmente de combustión interna y el generador de corriente alterna trifásica.

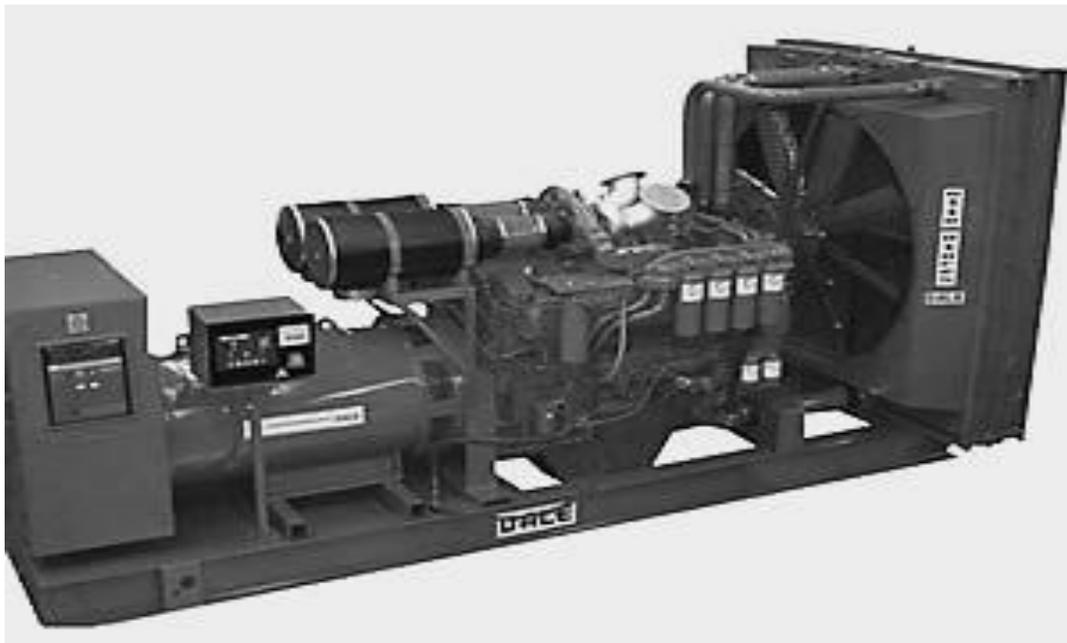


Figura 2.1 Planta de Emergencia

### **2-1-2 ¿Dónde las utilizamos?**

Una planta de emergencia la utilizamos en donde se requiere que exista una continuidad en la energía eléctrica o sea que no exista una interrupción de esta como pueden ser:

- ❖ Hospitales
- ❖ Aeropuertos
- ❖ Centros comerciales
- ❖ Hoteles
- ❖ Teatros
- ❖ Edificios gubernamentales y particulares
- ❖ Industrias
- ❖ Bancos
- ❖ Estadios deportivos
- ❖ CCTV
- ❖ Alumbrado de emergencia.
- ❖ Etc.

Por lo general las plantas de eléctricas de emergencia (a diesel o gasolina) pueden ser para uso de hasta durante ocho horas con carga continua; y admitir en forma eventual, sobrecargas por lapsos de 1/2 hora a 1 Hora, siempre y cuando no excedan el 10% o 20% de su capacidad.

### **2-2 Clasificación:**

Los grupos electrógenos con motores de combustión interna se clasifican como sigue:

a) De acuerdo al tipo de combustible:

- Con motor a gas (LP) natural. (Turbina de Gas)
- Con motor a gasolina. (Motor en base al ciclo Otto)
- Con motor a Diesel. (Motor en base al ciclo Diesel)
- Sistema Bifuel (diesel/gas).

b) De acuerdo a su instalación:

- Estacionarias (Figura 2.2)

- Móviles. (Figura 2.3)

c) Por su operación:

- Manual.
- Automática.

d) Por su aplicación:

- Emergencia
- Continua

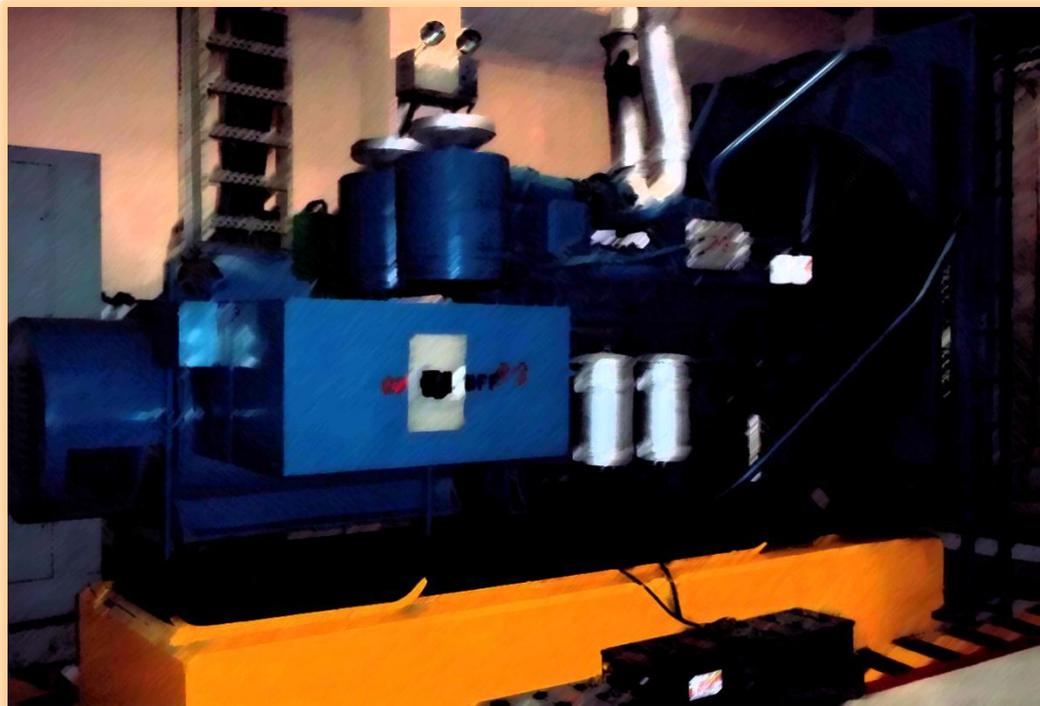


Figura 2.2 Planta de emergencia estacionaria de 500KW



Figura. 2.3 Planta de emergencia móvil de 30KW con caseta acústica

Los grupos electrógenos de baja potencia son accionados por motores a gasolina (motores en base al ciclo Otto) mientras que los de potencias superiores a 15 KVA se suelen equipar con motores a Diesel, reservándose el uso de los de turbinas de gas para grupos de mayores potencias, así como para instalaciones donde así lo requieran.

En este trabajo de investigación se hablara de los grupos electrógenos en base al ciclo diesel; al ser las de mayor utilización en la industria por sus características. Estos motores deben de tener un sistema de control de velocidad de rotación ( rpm) de manera que en caso de variación de la carga no se produzcan variaciones importantes en la frecuencia.

**Nota:** Por norma se ha establecido que la frecuencia en México sea de 60 Hz, por lo que los generadores están diseñados para operar a esta frecuencia pudiendo girar a 1200 rpm o 1800 rpm dependiendo el número de polos en el generador, en otros países podemos encontrar otros valores de frecuencia.

### 2-3 Principales Características de una Planta de Emergencia

De acuerdo a su operación que pueden ser manual o Automática se pueden citar las siguientes:

- ❖ Un motor de combustión interna
- ❖ Un generador eléctrico de corriente alterna

- ❖ Una unidad de transferencia
- ❖ Un circuito de control de arranque y paro
- ❖ Instrumentos de medición
- ❖ Control electrónico basado en un microprocesador
- ❖ Tanque de combustible
- ❖ Silenciador

## 2- 4 MOTOR DE COMBUSTION INTERNA

El motor de combustión interna puede ser de inyección mecánica o electrónica, los ahí desde 4 cilindros hasta 20 cilindros con capacidades desde unos cuantos cientos de watts hasta 3000 KW, y están compuesto por varios sistemas que son:

- a) Sistema de combustible.
- b) Sistema de admisión de aire.
- c) Sistema de enfriamiento
- d) Sistema de lubricación
- e) Sistema eléctrico
- f) Sistema de arranque
- g) Sistema de protección

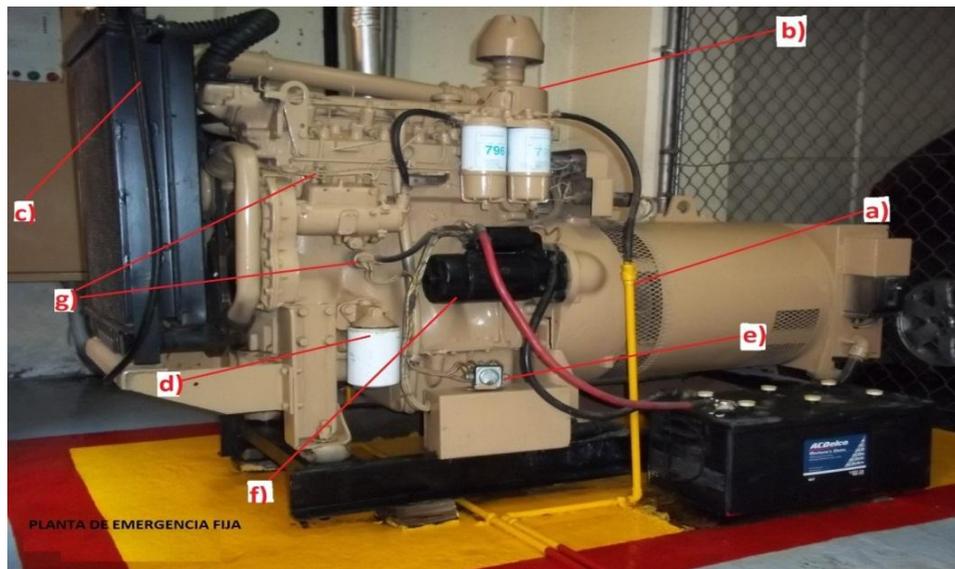


Figura 2.3 Ubicación de los distintos sistemas dentro de una Planta de Emergencia

### Descripción:

- a) **El sistema de combustible** debe ser capaz de suministrar combustible limpio y continuo y debe de estar respaldado por un deposito de combustible de acuerdo a la potencia del grupo, este deposito debe de ser fabricado de hierro negro o acero, así como las líneas de suministro del deposito a la planta de emergencia deben de ser del mismo material o en su caso mangueras diseñadas para tolerar el

combustible a usar. Así mismo se recomienda la instalación de filtros primarios, filtros separadores de agua para prolongar la vida y óptimo funcionamiento del motor.



Figura 2.4 Tanque de almacenamiento para Diesel

- b) Sistema de admisión de aire.** El aire admitido por el motor debe de ser limpio y fresco, este debe de pasar por un filtro diseñado para atrapar partículas de polvo y suciedad que puedan llegar a la cámara de combustión y afectar el rendimiento del motor.

Es de importancia saber cuando se tiene que cambiar este filtro, el cual depende del número de horas de operación o de un tiempo determinado que especifique el proveedor.



Figura 2.5 Filtro de aire

### c) El sistema de enfriamiento

El sistema de enfriamiento consta de un radiador, un termostato y un ventilador, el radiador funciona como un intercambiador de calor por el cual circula el líquido refrigerante, el ventilador es el que ase pasar aire forzado a través de él y mandarlo al motor para enfriarlo, y el termostato es el que se encarga de que el motor trabaje en un rango de temperatura optima para un buen desempeño abriendo y cerrando, según rangos de temperatura.

### d) Sistema de Lubricación

Para la lubricación se utiliza aceite, este se va a encargar de mantener en buen funcionamiento todas las partes móviles del motor, su función es crear una película de aceite lubricante entre las partes móviles, evitando el contacto metal con metal, así mismo sirve de medio de refrigerante.

Consta básicamente de:

- ❖ Bomba de Aceite
- ❖ Regulador de presión
- ❖ Filtro de aceite
- ❖ Conductos externos e internos por donde circula el aceite.



Figura 2.6 Filtro de aceite

**NORMAS:** El aceite lubricante recomendado para motores diesel de aspiración natural o turbo alimentados debe de ser de clase API (Instituto Norteamericano del Petróleo) el cual cumple

con el contenido máximo de cenizas sulfatas que satisfacen las recomendaciones del fabricante del motor y que cumple con los requerimientos de **viscosidad multigrado**.

**Normas:** API CJ-4 para camiones de servicio pesado y también la ya existente API CI-4 PLUS y categorías anteriores.

### e) Sistema Eléctrico

Consta de:

- Baterías que puede ser de 12 o 24 volts de corriente continua. Con el negativo a masa y dependiendo del tamaño o especificaciones del grupo este puede contener uno o dos motores de arranque.



Figura 2.7 Batería 12/24 Volts

- Alternador: Este va montado en el mismo cuerpo del motor y es accionado por el cigüeñal a través de una transmisión flexible (banda-polea). Su función es la de cargar la batería, sus principales componentes son:

- Rotor (piezas polares)
- Estator (inducido)

- Carcaza
- Puente rectificador (puente de diodos)

## PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO A BATERIA(S) DE PLANTA DE EMERGENCIA.

El mantenimiento a la(s) batería(s) de una planta de emergencia consiste básicamente en checar las condiciones de la(s) batería(s). Los grupos electrógenos cuentan con una batería hasta 4 baterías conectadas a la marcha dependiendo la capacidad del motor. El mantenimiento que se le da a estas baterías comúnmente llamados acumuladores es el siguiente.

- 1) Verificación de estado físico de la batería, que no se encuentre dañada o abierta
- 2) Limpieza de batería con agua y trapo húmedo en las conexiones y bornes, principalmente en el borne positivo que es donde regularmente se llenan de sulfato .
- 3) Revisión y limpieza de conexiones entre baterías (para el caso donde existan mas de una batería conectada al motor)
- 4) Revisión del estado del electrolito en la batería así como su densidad relativa que se mide con un densímetro de pipeta, en caso de falta de electrolito se agrega el faltante o también se puede agregar agua destilada hasta dejarla al nivel.
- 5) Medición de voltaje de batería en vacío y con carga.
- 6) Reapriete de conexión en borne de batería(s)
- 7) En caso de ser necesario medición del voltaje de la batería con resistencia

Este mantenimiento así como la inspección de los distintos componentes que conforman el sistema de arranque de nuestro generador se debe de hacer periódico para evitarnos algún problema por falla de arranque.

### **f) Sistema de Arranque**

Para arrancar un motor de combustión interna generalmente se usa un motor eléctrico de corriente continua (C.C), este tiene la característica de poseer un gran par de arranque y el poder regular la velocidad desde vacío a plena carga. Por lo que el sistema en este caso consta de un motor de c.c. también conocido como marcha, este se alimenta de los acumuladores del grupo electrógeno, y puede ser de 12 o 24 Volts.

El par del motor se origina cuando es activado el solenoide de arranque:



Figura 2.8 Marcha de corriente directa

#### **h) Sistema de protección**

Generalmente los grupos electrógenos constan de varios tipos de protección para brindar una mayor seguridad al operador, tenemos los siguientes:

- ❖ Protección por presión de aceite.
  - Manómetro con contactos
  - Sensor de presión de aceite
  
- ❖ Protección por alta temperatura del refrigerante
  - Medidor de temperatura análogo (con contactos)
  - Sensor de temperatura
  
- ❖ Protección por sobre velocidad
  - Bomba de combustible (para equipos manuales)

-Circuito de protección por sobre velocidad (equipos manuales con control basado en microprocesador).

**Algunas marcas de motores para grupos electrógenos son:**

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| -Perkins        | - John Deere |
| -Detroit diesel | - DEUTZ      |
| -Cummins        | -Caterpillar |

**2-5 GENERADOR ELECTRICO DE CORRIENTE ALTERNA**

Como se menciona antes los generadores de CA son usados en aplicaciones de transmisión de potencia a largas distancias debido a las pocas perdidas, los podemos encontrar al igual que los motores de combustión interna de varias potencias desde unos cuantos VA (Volt-Ampere) hasta miles de VA .

Sus principales componentes son:

- a) Inductor principal
- b) Inducido principal
- c) Inductor de la excitatriz
- d) Inducido de la excitatriz
- e) Puente rectificador trifásico rotativo
- f) Regulador de voltaje estático
- g) Caja de conexiones
- h) Interruptor termo magnético.

En las siguientes figuras podemos observar las principales partes del generador de CA.

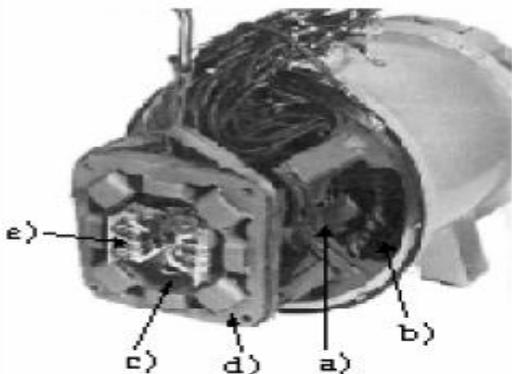


Figura 2.9 Partes de un generador de CA

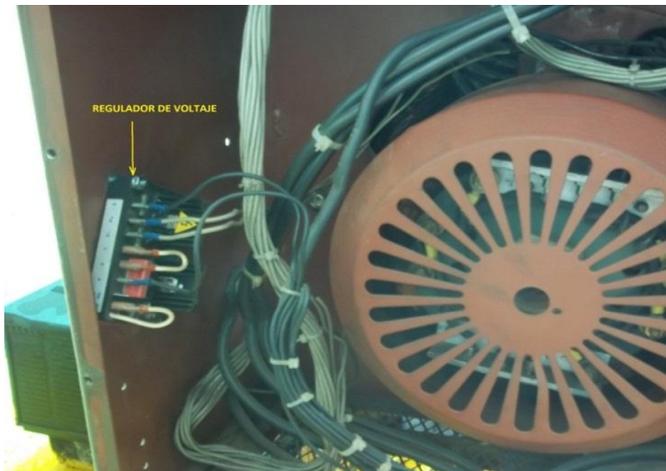


Figura 2.10 Partes de un generador de CA

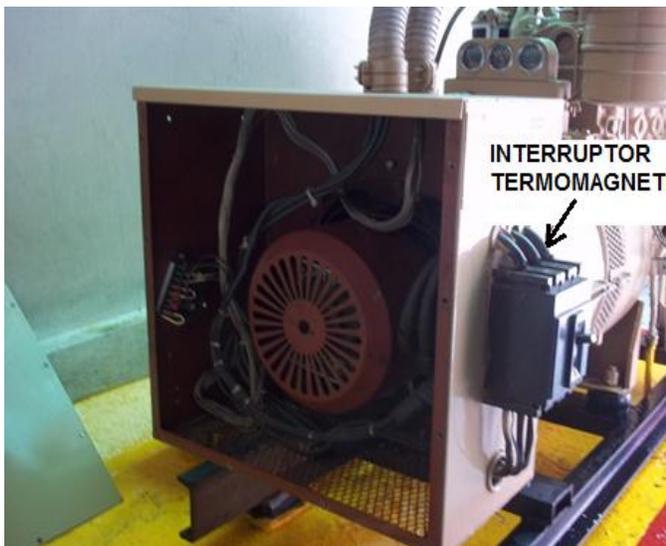


Figura 2.11 Partes de un generador de CA

La variación del flujo magnético en los generadores se da por: El inductor, que es el que crea el campo magnético y el inducido que es el conductor el cual es atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo.

En general un generador funciona bajo el mismo principio que un alternador, excepto que en el campo magnético (en lugar de los conductores de la armadura) está en movimiento. Por lo que se puede hacer una analogía con este, a continuación se muestra un dibujo de un alternador simple y su funcionamiento:

## 2-6 ALTERNADOR DE 4 POLOS

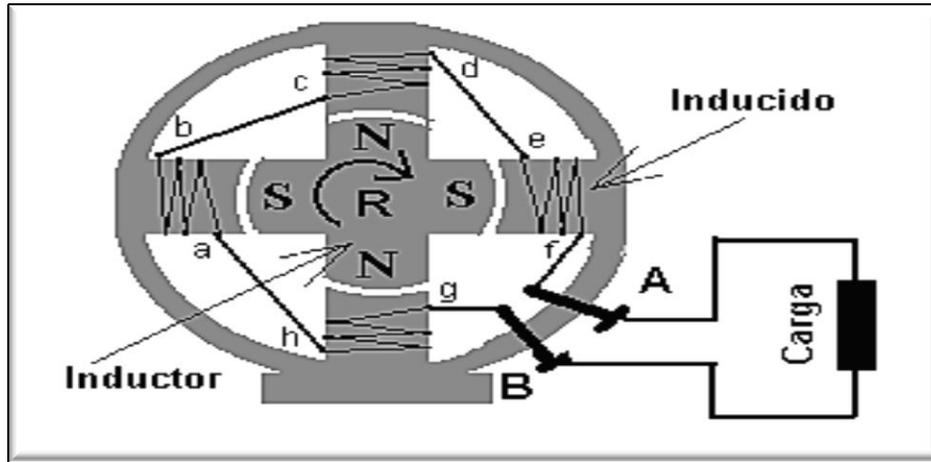


Figura 2.12. Disposición de elementos en un alternador simple

Tenemos que el inductor está constituido por el rotor R, dotado de cuatro piezas magnéticas cuya polaridad se indica. Estas piezas pueden estar imantadas de forma permanente o ser electroimanes. En las grandes máquinas el inductor siempre está constituido por electroimanes, cuya corriente de alimentación o excitación proviene de un generador de corriente continua auxiliar o de la propia corriente alterna generada por el alternador convenientemente rectificadas.

El inducido está constituido por las cuatro bobinas a-b, c-d, e-f y g-h, enrolladas sobre piezas de hierro que se magnetizan bajo la acción de los imanes o electroimanes del inductor. Dado que el inductor está girando, el campo magnético que actúa sobre las cuatro piezas de hierro cambia de sentido cuando el rotor gira  $90^\circ$ , y su intensidad pasa de un máximo, cuando están las piezas enfrentadas como en la figura, a un mínimo cuando los polos N y S están equidistantes de las piezas de hierro.

Son estas variaciones de sentido y de intensidad del campo magnético las que inducirán en las cuatro bobinas una diferencia de potencial que cambia de valor y de polaridad siguiendo el ritmo del campo. Este es el principio de inducción de Faraday o sea la variación del flujo magnético.

### 2-6-1 LOCALIZACION DEL ALTERNADOR EN EL GRUPO ELECTROGENO

Este va montado en el mismo cuerpo del motor de combustión interna (ver figura 2.13) y es accionado, por el cigüeñal a través de una transmisión flexible (banda-polea), teniendo como finalidad (junto con el cargador de baterías) de recargar las baterías cuando el grupo electrógeno se encuentra en operación, sus principales componentes son:

- a) Rotor ( piezas polares)
- b) Estator ( inducido)
- c) Carcaza
- d) Puente rectificador ( puente de diodos)



Figura 2.13 Localización del alternador en planta de emergencia.

## 2-7 Características de los Generadores de CA

Los generadores de C.A. se encuentran acoplados al motor de combustión interna generalmente por medio de una flecha diseñada para este caso, que acopla a cada uno mediante un sistema de engranaje.

Para mover un generador o ponerlo a rotar sobre su eje el motor de combustión interna debe de romper la inercia de este, por lo que la potencia del motor debe ser lo suficientemente alta para hacerlo.

Es de gran importancia conocer la potencia del motor adecuada para cada generador ya que una mala elección de esta puede traer problemas desde bajas revoluciones en el generador, sobrecarga en el motor, hasta el no poder poner en movimiento al generador.

En la siguiente tabla se muestran los valores típicos de potencias en el motor en caballos de fuerza (**Hp**) y las potencias máximas en **KW/KVA** en el generador

POTENCIA DEL GENERADOR KW	POTENCIA DEL MOTOR Hp	VELOCIDAD RPM	P.M.E.	CILINDRADA LITROS,KG/ cm2	Numero de cilindros
75	112	1800	7	8.1	4
100	155	1800	6.4	12.17	6
125	202	1800	8	12.17	6
150	235	1800	10	12.17	8
200	315	1800	10	16.2	8
250	505	1800	17	14.6	6
350	660	1800	17	19.5	8
400	790	1200	18	32.2	8
600	1190	1200	18	48.3	12
900	1570	1200	18	64.5	16

Tabla 1 Algunos tamaños comerciales de motores de combustión, para generadores en plantas de emergencia (DIESEL)

Donde:

**P.M.E.** : Presión media efectiva. Es un valor ficticio de presión obtenido igualando el trabajo del ciclo a un trabajo equivalente, en otras palabras es el trabajo neto del ciclo dividido entre el volumen desplazado del embolo.

$$P_m = W_{\text{neto}} / \text{Volumen desplazado}$$

**NOTA:** Tanto mayor sea la presión media efectiva, tanto mayor será también la fuerza embolar por ciclo

**Cilindrada:** Que es el volumen útil de todos los cilindros de un motor alternativo, partiendo desde el punto muerto inferior (PMI) al punto muerto superior (PMS).

## 2-8 VOLTAJES EN UN GENERADOR DE CA

Es importante conocer el voltaje al que hay que suministrar la energía, ya que de esto depende el arreglo en que se conecten los taps (derivaciones del generador). Los voltajes comunes que podemos encontrar en plantas de emergencia para la industria son: 220, 240, 440, 480, aunque en algunos casos podemos encontrar hasta de varios miles de volts.

Generalmente el voltaje generado en las plantas de emergencia en México es trifásico, por lo que existen tres líneas cada una Línea –Neutro o sea 4 hilos, y 3 líneas entre fases con línea – Línea con valores aproximados de 127 volts para línea -neutro y 220/440 Volts entre fases. La forma de medir los voltajes en una planta de emergencia es de la siguiente forma:

L1-N = 127Volts

L2-N=127Volts

L3-N =127Volts

(Valores aproximados)

y entre fases o entre líneas:

L1-L2 = 220 Volts

L2-L3 = 220 Volts

L1-L3 = 220 Volts

(Valores aproximados)

## 2-9 ARREGLOS DE CONEXIONES EN UN GENERADOR

Los arreglos en un generador son generalmente:

Estrella- Delta o Delta- Estrella

En la siguiente figura se muestra el diagrama de conexiones de un generador de 20KW / 27.5KVA, en la que podemos ver los diferentes arreglos en la conexión.

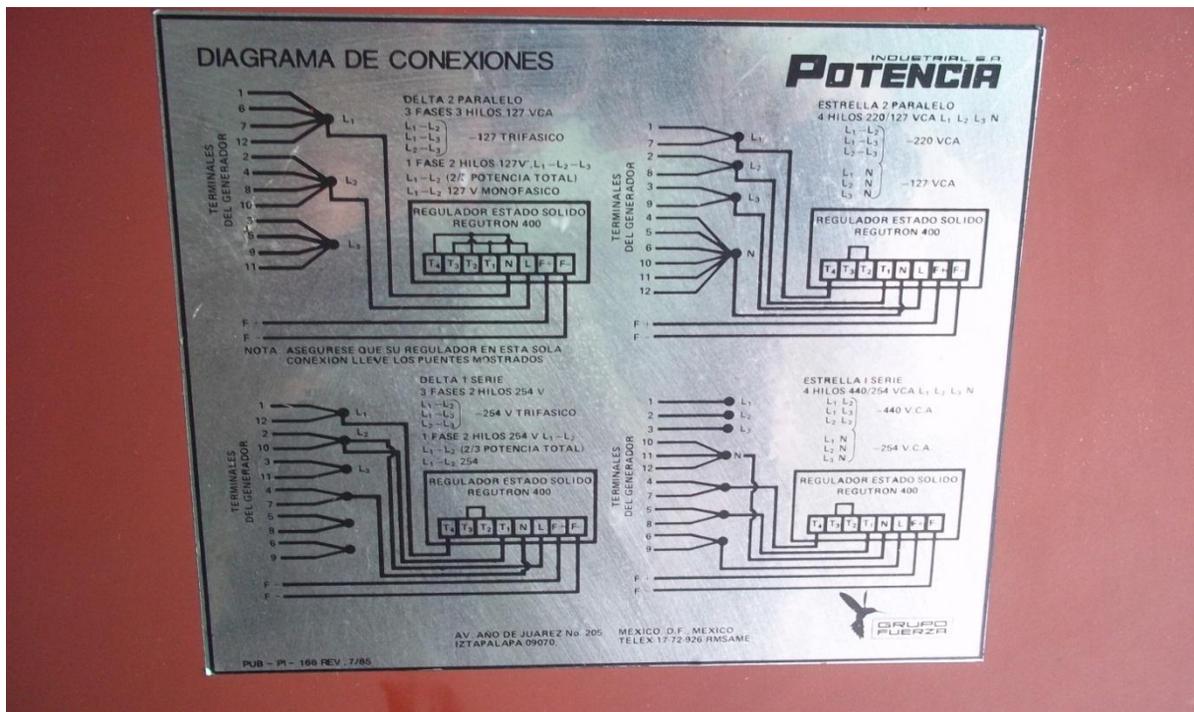


Figura 2.14 Arreglos de conexiones dentro de la tapa de un generador de CA

## 2.10 ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE UN GRUPO ELECTROGENO

Para seleccionar la potencia del grupo electrógeno es necesario considerar varios aspectos como son:

- Potencia absorbida por los receptores a alimentar durante la falla de energía de red. Este valor se debe de multiplicar por un factor de simultaneidad así como el prever de un aumento de consumo de potencia en el futuro.
- Si el grupo debe de instalarse a la intemperie o bajo techo.
- Si hay disponibilidad de abastecimiento de combustible y agua de refrigeración (Anticongelante).
- El nivel de ruido admisible.
- Las normas de calidad de los gases de escape.
- La temperatura y humedad del ambiente.

**NOTA:** Es de importancia también conocer las características y las marcas de los diferentes modelos de generadores:

### Algunas marcas de generadores conocidos son:

- |            |           |
|------------|-----------|
| -Potencia  | -Marathon |
| - Stamford | -Volvo    |
| - Weg      | -Honda    |

A continuación se dan algunas características de algunos generadores utilizados comúnmente en la industria:

### Características del Generador (Planta John Deere)

- Las plantas IGSA entregan excelentes respuestas de voltaje y una capacidad en corto circuito usando un generador de excitador magnético permanente
- Los generadores cuentan con un rango amplio de reconectabilidad.

- Las plantas eléctricas cumplen con los estándares de NEMA MG1, IEEE, y ANSI, respecto a los aumentos de temperatura y arranque del motor
- **Corto Circuito** sostenido por arriba de 300% del valor actual en más de 10 segundos.
- El corto circuito sostenido permite bajar suavemente los interruptores del circuito para evitar un daño en el campo del generador.
- El generador es Auto ventilado y a prueba de goteo.
- Los embobinados de los generadores cuentan barniz epóxico para una mayor durabilidad y confiabilidad.

### **Características del Generador: VOLVO**

- ❖ El generador magnético permanente y la excitatriz generan una capacidad de corto circuito superior
  -
- ❖ Los generadores cuentan con un rango amplio de reconectabilidad.
  -
- ❖ Las plantas eléctricas cumplen con los estándares de NEMA MG1, IEEE, y ANSI, respecto a los aumentos de temperatura y arranque del motor
  -
- ❖ Corto Circuito sostenido por arriba de 300% del valor actual en mas de 10 segundos.
  -
- ❖ El corto circuito sostenido permite bajar suavemente los interruptores del circuito para evitar un daño en el campo del generador.
  -
- ❖ El generador es Auto ventilado y a prueba de goteo.
  -
- ❖ El generador cuenta con un regulador de voltaje de +/- 0.25%, ajusta con carga nula a carga completa.

Un gobernador electrónico asíncrono que permite regular con precisión la frecuencia del motor.

### **Características del Generador: Mitsubishi**

El generador magnético permanente y la excitatriz generan una capacidad de corto circuito superior

- Los generadores cuentan con un rango amplio de reconectabilidad.
- Las plantas eléctricas cumplen con los estándares de NEMA MG1, IEEE, y ANSI, respecto

a los aumentos de temperatura y arranque del motor

- ❑ Corto Circuito sostenido por arriba de 300% del valor actual en mas de 10 segundos.
- ❑ El corto circuito sostenido permite bajar suavemente los interruptores del circuito para evitar un daño en el campo del generador.
- ❑ El generador es Auto ventilado y a prueba de goteo.
- ❑ El generador cuenta con un regulador de voltaje de +/- 0.25%, ajusta con carga nula a carga completa.

## 2-11 UNIDAD DE TRANSFERENCIA

### ¿Qué es la transferencia?

La unidad de transferencia básicamente son contactores o interruptores acoplados mediante una barra y conectados entre si mediante un puente (puente de barra de cobre o cable conductor de cobre). Generalmente se encuentran dentro de un gabinete hecho de lámina negra para su protección. Figura 2.15



Figura. 2.15 Unida de Transferencia de contactores con puente

## ¿Cuál es su función?

La función de la transferencia es hacer el cambio de energía cuando existe un problema en la compañía suministradora ya sea por variaciones de voltaje, caída de alguna(s) de las fases o simplemente corte de corriente y pasar a energía de planta de emergencia. Esto los hace mediante sus contactores o interruptores instalados dentro de un gabinete. Figura 2.16



Figura 2.16 Gabinetes de transferencia

### 2-11-1 Clasificación

La unidad de transferencia pueden ser dependiendo la capacidad y operación del grupo electrógeno:

- a) Contactores electromagnéticos Figura 2.17 a)
- b) Interruptores termo magnéticos Figura 2.17 b)
- c) Interruptores electromagnéticos Figura 2.17 c)

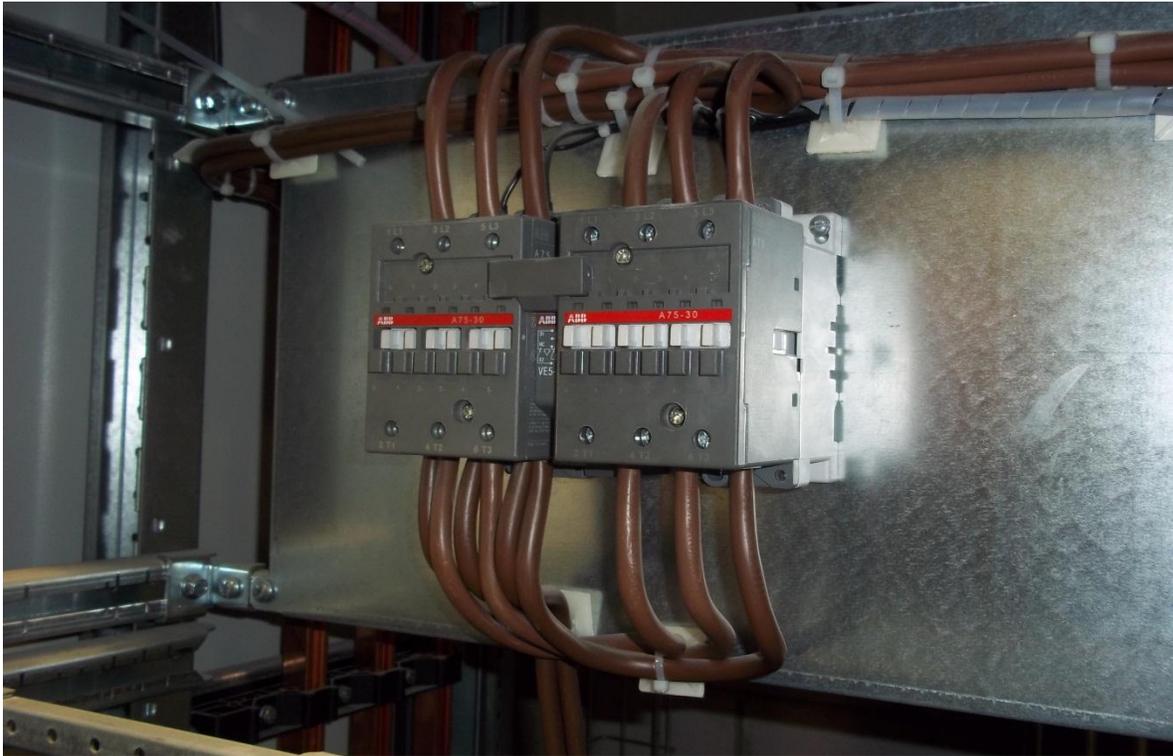


Figura 2.17 a)



Figura 2.17 b)

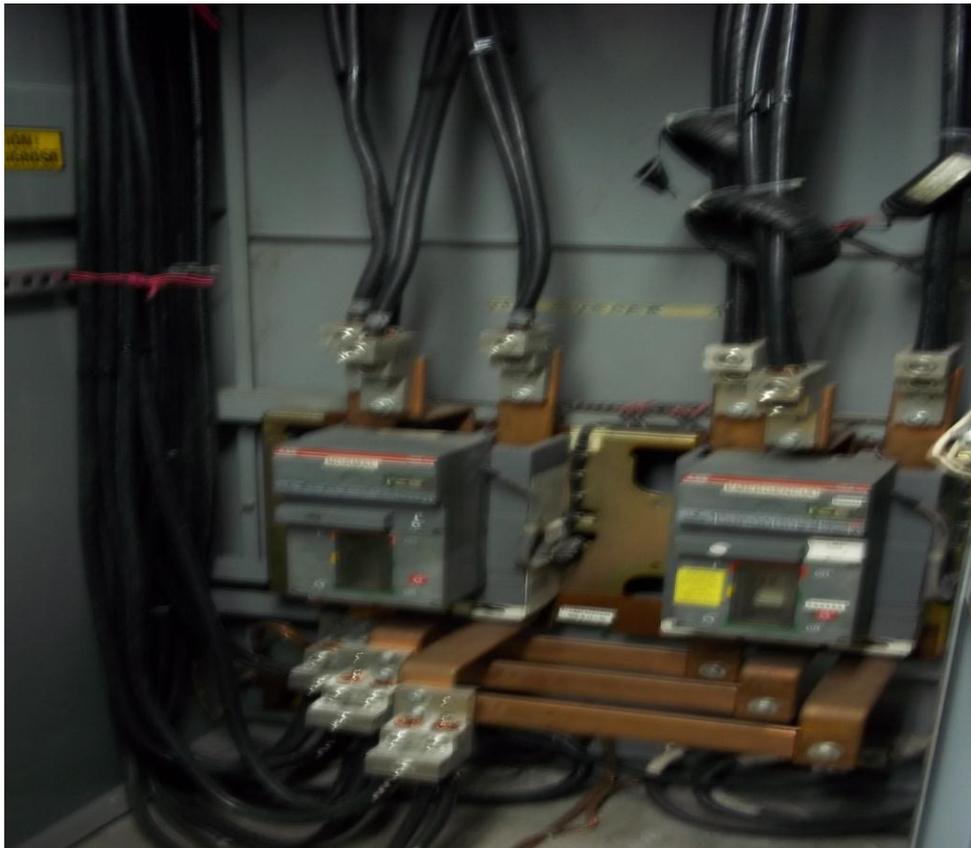


Figura 2.17 c)

## 2-11-2 Partes de una transferencia

La unidad de interruptores de transferencia consta de:

- a) Interruptor de alimentación normal
- b) Interruptor de alimentación de emergencia
- c) Con indicadores de posición
- d) Mecanismo de operación manual \*

Solamente en unidad de transferencia tipo termo magnéticos.

Dentro del gabinete de transferencia podemos encontrar:

- a) Interruptores o contactores de Normal y emergencia ( Figura contactores)

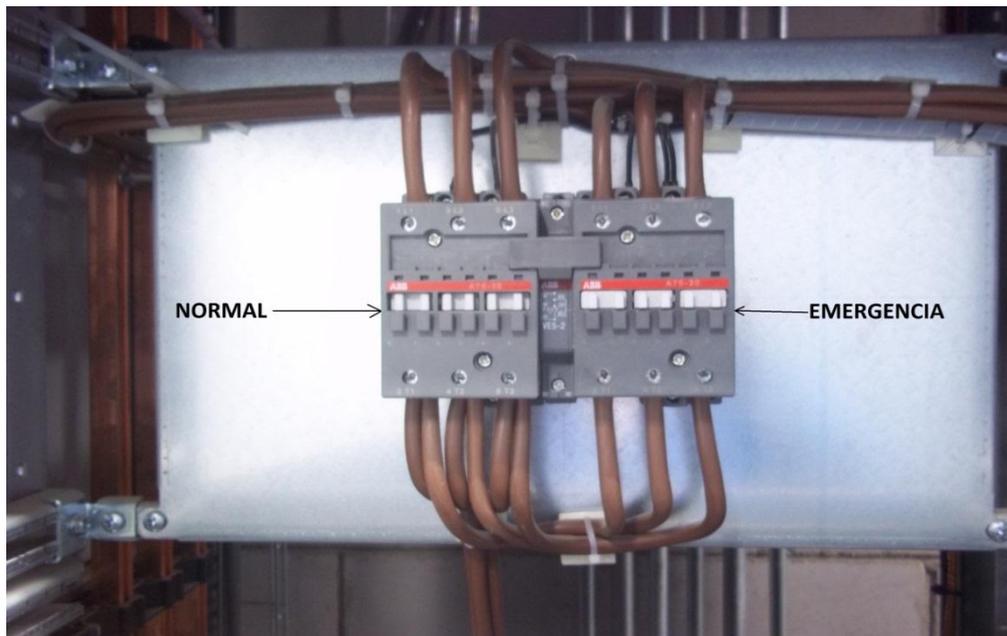


Figura 2.18

En la siguiente figura 2.19 podemos ver un diagrama simplificado de cómo están conectados los interruptores dentro de la transferencia:

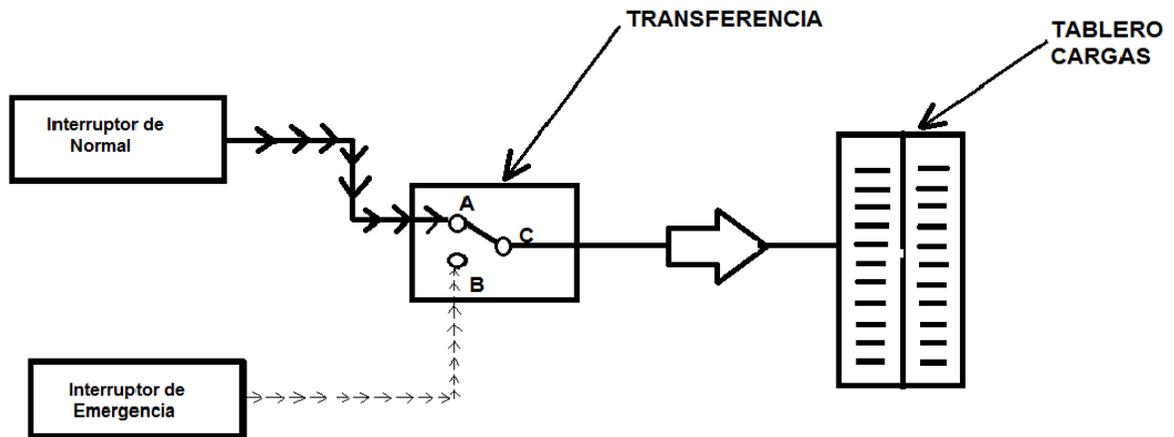


Figura 2.19

Normalmente el interruptor se encuentra en la posición A como se muestra en la figura por lo que existe un voltaje en AC, al existir una falla por parte de CFE automáticamente el interruptor se abre y se cierra el interruptor de emergencia o sea el lado B, por lo que el voltaje pasa de BC a través de la línea punteada. Esto ocurre dentro de la transferencia y a la salida de esta se conecta a un tablero de distribución.

**NOTA:** Las transferencias generalmente cuentan con bloqueos pudiendo ser mecánico y/o eléctrico con el propósito de evitar un choque de corriente, es muy importante tener una rutina de mantenimiento para detectar posibles fallas en el futuro.

b) Circuito de control de transferencia (Figura 2.20)



Figura 2.20 Control electrónico basado en microprocesadores

Mas adelante se hablara del circuito de control de transferencia.

### C) Cargador de baterías Figura 2.21



Figura 2.21 Cargador de Baterías

El propósito del cargador de baterías automático es como su nombre lo dice mantener en óptimas condiciones las baterías así como un voltaje mínimo en ellas para evitar que con el paso del tiempo se descarguen, haciendo que la planta no arranque.

### d) Interruptores o pastillas de protección (Figura 2.22)



Figura 2.22 Interruptores termo magnéticos de protección.

e) Relevadores de protección y sobrecarga ( Figura 2.23)

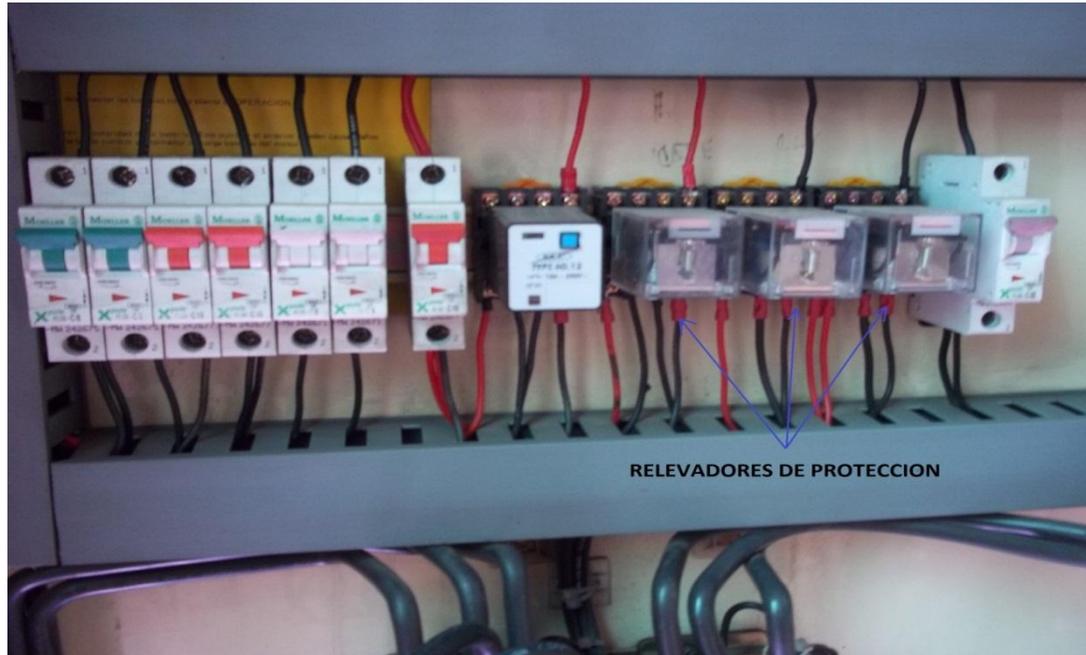


Figura 2.23 Relevadores de protección y sobrecarga

f) Botón de paro de emergencia (Figura 2.24)



Figura 2.24 Botón de paro de emergencia

## 2-12 BOTON DE PARO DE EMERGENCIA

La función de este botón es la de cómo su nombre lo dice parar la planta por algún problema que pueda suscitarse y por la cual pueda dañarse nuestro equipo u o equipos. Este botón al ser oprimido manda una señal al control el cual manda parar la planta, una vez oprimido el botón la planta no arrancara hasta que este sea botado.

### g) 2-13 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Los instrumentos de medición son varios:

-Bulbo y/o sensor de temperatura Figura 2.25



Figura 2.25 Bulbo de temperatura

Este bulbo o sensor va directamente al monoblock del motor su función como dice es la de medir la temperatura a la que se encuentra el motor, este sensor es un termistor que registra las temperaturas modificando las resistencias de sus terminales y en dado caso que esta exceda de un limite manda una señal al control para parar la maquina.

-Bulbo y/o sensor de presión de aceite Figura 2.26



Figura 2.26 Bulbo de presión de aceite

Es un elemento piezoeléctrico que registra los cambios de presión en el aceite dentro del motor, al igual que el bulbo de temperatura este va directamente al mono block y cuando existe una caída de presión o un aumento manda la señal al control y para la planta.

-Sensor de velocidad

Este sensor pocas maquinas lo traen ya que generalmente la velocidad esta controlada por el control, solo lo encontramos en las equipos manuales, su función es como dice sensor la velocidad en R.P.M. y que no sobrepase estas, en su caso que las sobrepase manda parar la maquina.

h) Bornera de mediciones

Las podemos encontrar para varias conexiones encontrándose dentro de la tapa del generador, a un costado, en los tableros de transferencia y más de una bornera.

Su función es la de hacer un puente o escalón para conectar todos los dispositivos que van de la planta a la unidad de transferencia y de esta al control.



Figura 2.27 Bornera De Mediciones.

## 2-14 CIRCUITO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA

El circuito de control de transferencia es básicamente un circuito que nos permite arrancar, parar, o hacer pruebas de arranque y paro a la planta de emergencia automáticamente o manual según sea nuestra necesidad. Esto lo puede realizar por medio de un microprocesador, con el cual el operador puede programar la planta dependiendo sus necesidades.

Por medio de programación se implementan las funciones de transferencia (tiempos, configuraciones de operación) y ajustes como sean necesarios para cada caso.

Las siguientes figuras muestran algunos de los controles comerciales en grupos electrógenos automatizados:



Figura 2.28 a) Control Dale 2100



Figura 2.28 b) Control Planelec



Figura 2.28 c) Control Deep 5220



Figura 2.28 d) Control IntelliLite AMF 20



Figura 2.28 e) Control GP

En las fotografías se pueden observar que los controles cuentan con selector para FUERA/ AUTOMÁTICO/ MANUAL, estas opciones están disponibles en la mayoría de los controles de transferencia comerciales de hoy en día, ya que combinan versatilidad con rapidez de manejo

Cabe aclarar que el circuito de control de transferencia solo puede ser usada en la operación de plantas automáticas y semiautomáticas, ya que al existir un corte de energía por CFE, el control de la transferencia lo detecta y automáticamente manda una señal para encender la planta.

### 2-14-1 OBJETIVO DEL CONTROL

El control para interruptor de transferencia automática, tiene como objetivo:

1. Censar o detectar el estado del voltaje del suministro normal.
2. Dar orden para que el arrancador automático o mando de arranque y par de la planta de emergencia, haga funcionar la planta en caso de falla por: Bajo voltaje, Alto voltaje, Falta de fase e Inversión de la secuencia de fases.
3. Dar orden para que el sistema sea desconectado del servicio normal y transferido al sistema de emergencia, una vez la planta se encuentre generando normalmente.
4. Pasar de nuevo la carga al suministro normal, una vez se restablezca el servicio normal.
5. Permitir que la planta de emergencia trabaje un rato en vacío con el fin de que se enfríe.

## 2-14-2 Partes con las que consta el circuito de control de transferencia

Básicamente consta de:

- Sensores de voltaje en los contactores de Normal y Emergencia
- **Ajuste para tiempo de:**
- Transferencia
- Re transferencia
- Enfriamiento de maquina
- Sincronía
- Tiempo de sincronía
- Relevadores auxiliares
- Relevadores de sobrecarga
- Tres modos de operación (manual, fuera y automático).

## 2-15 SILENCIADOR Y ESCAPE

El silenciador para una planta de emergencia es simplemente un dispositivo cilíndrico de metal con la finalidad de eliminar los ruidos fuertes procedente del motor, Funciona bajo el mismo principio de un silenciador automotriz.

El escape es un tubo cilíndrico por el que los gases de escape del motor son liberados a la atmosfera.



Figura 2.29 Silenciador y escape de planta de 400KW

## 2-16 Normas para Plantas de Emergencia de corriente alterna

-Las plantas de emergencia están fabricadas para operar a la frecuencia en México que es de 60 Hz, esto es en base a las normas mexicanas.

-Las plantas de emergencia cumplen con las normas:

- ISO 9001:2000
- ISO 8528-5 Clase G2
- Las plantas deben de cumplir con las normas de protección ambiental en México que es la EPA, esta es de acuerdo a la regulación de las emisiones para los motores Tier 1,2

## 2-17 DIAGRAMA DE UNA INSTALACION BÁSICA DE UNA GRUPO ELECTROGENO.

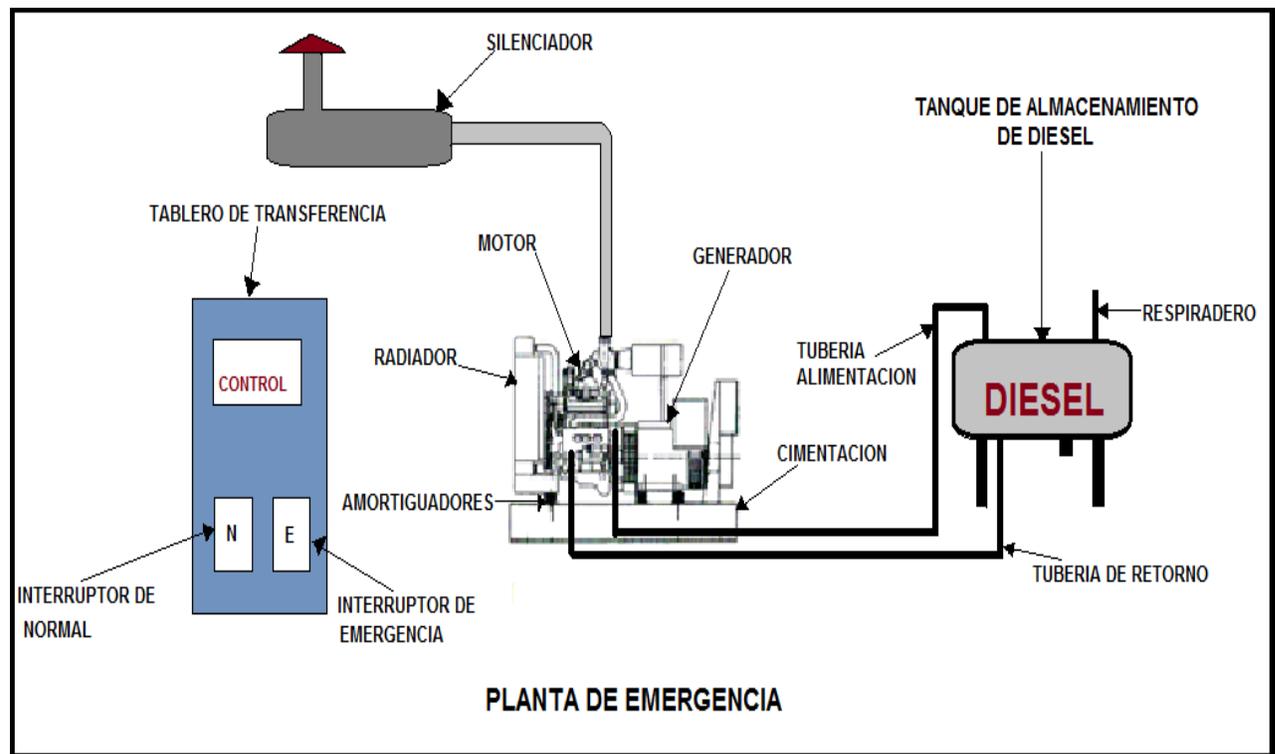


Figura 2-30 Conexión típica de un grupo electrógeno

## 2-18 DIFERENCIAS ENTRE KW Y KVA

En la práctica sabemos que cada maquina que convierte la energía en otro tipo de energía posee una potencia dada para hacerlo ya sea un generador, transformador, motor, turbina, etc. Esta potencia normalmente viene asentada en algún lugar de nuestro equipo ya sea en una tapa, en un lado, en un placa, en su manual que nos proporciona el proveedor. En un grupo electrógeno la potencia dada viene en KW y/o KVA asentada generalmente en la placa del generador, esta potencia nos dice la capacidad de nuestro generador, los KW se refiere a la potencia útil o también llamada potencia activa, esta potencia es la que realmente tenemos para ser utilizada. Los KVA se refieren a la potencia aparente o también llamada potencia reactiva la cual generalmente es mayor a los KW (solo iguales en circuitos resistivos) debido a que esta potencia toma en cuenta las perdidas de potencia por campos magnéticos.

La formula para calcular los KVA y los KW es:

$$\text{KVA} = \text{KW} + \text{Perdidas por potencias en Campos magnéticos}$$

Las pérdidas de potencia por campos magnéticos generalmente se miden en KVAR que significan volts-ampere-reactivo, por lo que sustituyendo en la formula anterior:

$$(\text{KVA})^2 = (\text{KW})^2 + (\text{KVAR})^2$$

Los KVAR son potencias negativas para nuestra instalación, es muy importante tener su valor lo más bajo posible para evitar altos costos, una forma de hacerlo es mediante el uso de banco de capacitores.

## 2-19 FACTOR DE POTENCIA

Estas potencias se pueden combinar mediante el factor de potencia, expresado como un número no mayor a la unidad o en porcentaje, la fórmula para el factor de potencia es la siguiente:

$$\text{F.P} = \frac{\text{KW}}{\text{KVA}}$$

Formula 1-3

Donde:

KW = Potencia activa

F.P = Factor de potencia

KVA = Potencia Aparente

El factor de potencia también lo podemos representar mediante la siguiente figura 2.31:

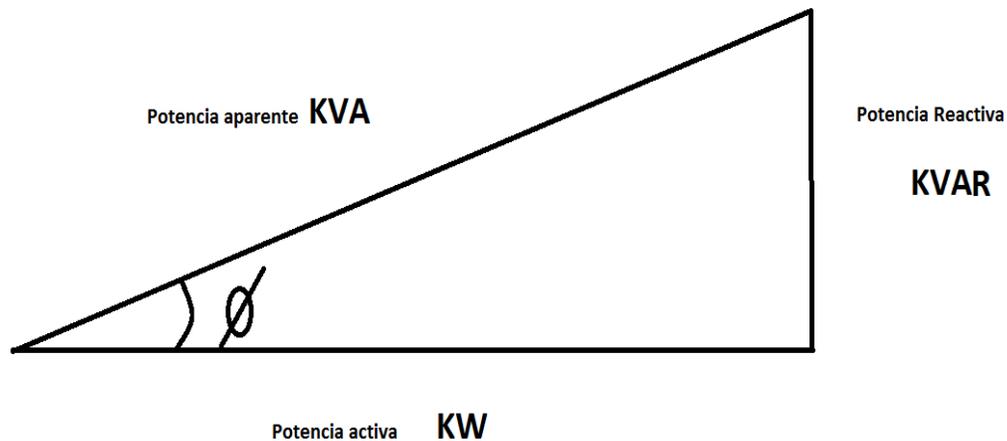


Figura 2.31 TRIANGULO DE POTENCIAS

Siempre y cuando la onda sea sinusoidal.

El factor de potencia es muy utilizado en circuitos inductivos en donde se tenga presencia de campos magnéticos como los mencionados anteriormente, por lo que es de gran importancia saber su valor en estos aparatos, generalmente son asentados en las placas de las maquinas o en sus manuales de operación.

En el siguiente capítulo se hablara de este factor el cual es de gran importancia en la selección de una planta de emergencia así como en la de los UPS (sistema de energía ininterrumpida).

Solo se dirá que entre más cercano a la unidad sea nuestro factor de potencia, mayor será la eficiencia en nuestros equipos.

## CAPITULO 3

# UPS (SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUMPIDA)

### 3-1 INTRODUCCIÓN:

¿Que es una UPS?, ¿Para que nos sirve? , ¿Cuántos tipos existen?

Estas son algunas de las preguntas que se resolverán durante este capitulo. También se vera la importancia que estas tienen junto con las plantas de emergencia y que al combinarlas podemos tener una fuente de energía ininterrumpida para nuestro consumo.

#### 3-1-1 ¿Qué es una UPS?

Los ups (por sus siglas en ingles) conocidos también como SAI (sistemas de energía ininterrumpida) son dispositivos electrónicos con la finalidad de suministrar potencia o energía de respaldo frente a alguna interrupción de lo que sería el suministro normal de la misma.



Figura 3.1 UPS EMERSON 6.5 KVA

### 3-1-2 ¿Para que nos sirve?

La ups además de ayudarnos en la protección contra un corte de energía eléctrica suministrando energía de respaldo proveniente de sus baterías tiene otras funciones como son:

- Protección contra voltajes fuera de norma
- Eliminación de ruidos EMI / RFI
- Regulador de voltaje
- Filtrado de la energía entrante
- Distribución de la energía
- Corrección de la forma de onda
- Corrección de la frecuencia de línea
- Aislación de la fuente de energía de eléctrica normal



Figura 3.2 UPS 15 KVA

Los ups nos brinda una protección confiable a nuestros equipos conectados a el como pueden ser: computadoras, racks, impresoras, fax, escáneres, estaciones de trabajo, telecomunicaciones, centro de datos, o algún otro dispositivo que

pueda dañarse por alguna falla de energía o equipos que se requiera que siempre estén en comunicación.



Figura 3.3 UPS 225 KVA

Generalmente una ups nos brinda protección contra caídas de voltajes y el otro tan común en México voltajes fuera de normas pero no lo ase al 100 %.

Esto quiere decir que una ups nos protegerá de las caídas de tensión pero no de todas, para ser mas claro, una caída de tensión tiene parámetros que la identifican:

-a) La profundidad de la misma.

Que no es otra cosa que la disminución de nuestro voltaje en base al especificado en las normas.

-b) Tiempo de duración de esta pudiendo ser de unos cuantos milisegundos hasta varios segundos.

Un ejemplo: Una caída de voltaje puede llegar por ejemplo hasta 172 voltios, pero puede durar 4 segundos o 4 milésimas de segundos, de acuerdo al tipo de UPS que estemos usando tendremos distintas respuestas.

Por lo que se puede afirmar que una UPS soluciona un porcentaje muy importante de los problemas eléctricos que se presentan, fundamentalmente los cortes repentinos, los voltajes fuera de rango, las caídas de voltaje, en gran medida las sobre-tensiones, casi totalmente los ruidos EMI/RFI.

### ¿Qué son los ruidos EMI y los RFI?

Los ruidos EMI son las Interferencias electromagnéticas, que es el ruido que proviene de fuentes cercanas como motores y luces.

Los RFI son las Interferencias de radiofrecuencia, que es el ruido de otras señales que se están transmitiendo en las proximidades.

Estas ondas pueden llegar a interferir con el funcionamiento de nuestros equipos asiendo que fallen o que se pierda comunicación, por lo que una buena ups los soluciona.



Figura 3.4 Tarjeta del filtro para ruidos EMI

### 3-3 CARACTERISTICAS DE LOS UPS

El tiempo de protección eléctrica que brinda un UPS se expresa en **VA**. Generalmente, para contar con protección eléctrica durante un corte de electricidad de 10 minutos, es necesario un UPS con una capacidad equivalente a la alimentación de todos los materiales conectados al UPS multiplicada por 1,6.

-Al escoger un UPS, también es importante verificar la cantidad de sockets (tomas de alimentación) que posee.

En algunos casos, los UPS tienen conectores (USB, de red, paralelos, etc.) que permiten conectarlos al CPU para que éste se apague automáticamente si se produce un corte de electricidad durante un tiempo prolongado y para realizar copias de seguridad de todo el trabajo no terminado.

Debe tenerse en cuenta que los UPS no protegen conexiones telefónicas. Por consiguiente, un ordenador conectado a un UPS al mismo tiempo que a un módem puede aún dañarse si la descarga de rayo tiene impacto sobre la línea telefónica.

Podemos encontrar UPS con conexiones monofásicos (una fase), bifásicos (dos fases) y trifásicos (tres fases), dependiendo la capacidad de este será el número de fases, así por ejemplo: Para equipos de cómputo personales tenemos los llamados NOBREAK los cuales son UPS monofásicos. Equipos bifásicos los encontramos en servidores, redes, equipos de telecomunicaciones, bancos, etc, reservándose los equipos trifásicos para mayores potencias.

### 3-4 DIAGRAMA DE BLOQUE DE LOCALIZACION DE UNA UPS



Figura 3.5 Diagrama de flujo de localización de un UPS

La localización de una ups viene a ser a la salida de la acometida y antes de la entrada a la carga.

Generalmente los ups tienen un respaldo de 10 a 15 minutos pudiendo extenderse hasta varios minutos dependiendo la carga conectada, por lo que para alargar el tiempo de respaldo es necesario instalar una fuente de energía externa que alimente al ups cuando la energía de red falla, es aquí en donde entra nuestro grupo electrógeno.

Los grupos electrógenos son conectados paralelamente a la ACOMETIDA o CFE mediante los interruptores de transferencia (descritos anteriormente). Al existir un corte de energía por CFE el interruptor de NORMAL (automáticamente y mediante el control) hace el cambio al interruptor de EMERGENCIA, pro viendo de esta manera energía al UPS y con esto aumentando el tiempo de respaldo.

EL siguiente diagrama muestra la conexión unifilar de la planta de emergencia al UPS, así como de la ACOMETIDA.

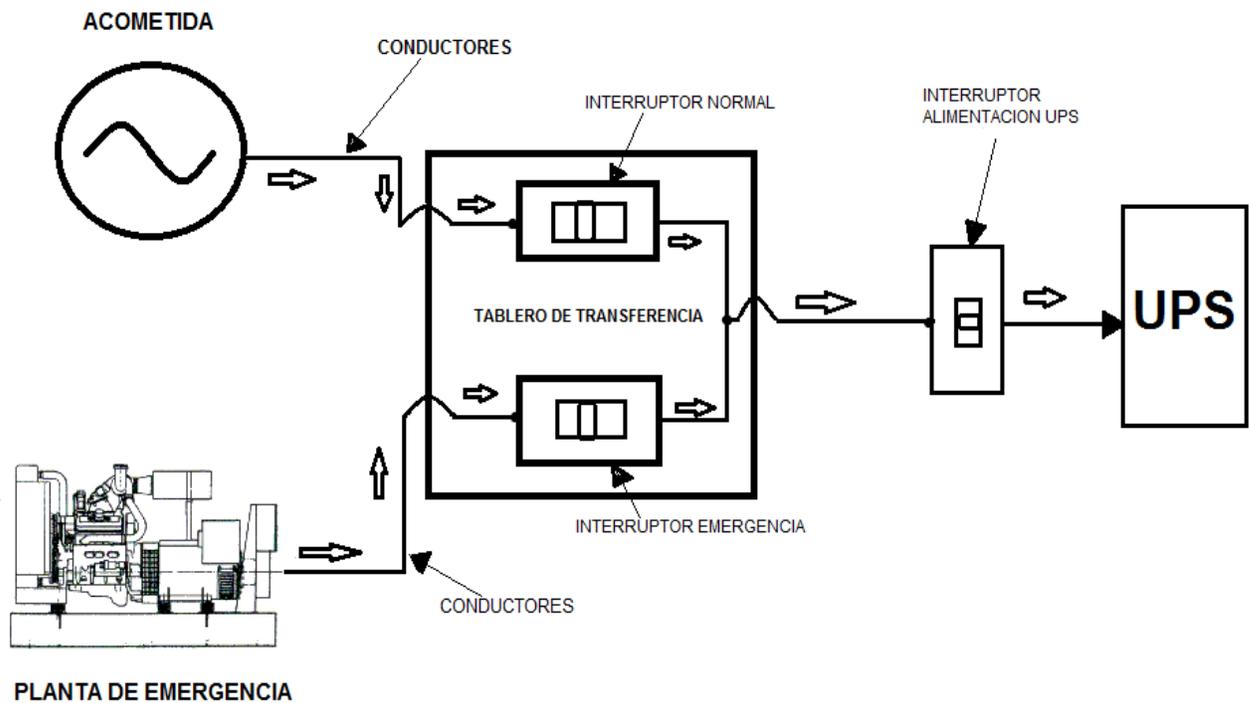


Figura 3.6 DIAGRAMA DE CONEXIÓN PARALELA DE PLANTA DE EMERGENCIA CON ACOMETIDA A TRANSFERENCIA Y ENTRADA DE UPS.

### 3-5 PARTES PRINCIPALES DE UNA UPS

- RECTIFICADOR
- BATERIAS
- CARGADOR DE BATERIAS
- INVERSOR
- TRANSFORMADOR
- CONMUTADOR

### 3-6 FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES PRINCIPALES DENTRO DEL UPS

#### 3-6-1 RECTIFICADOR

Como se sabe un rectificador es un elemento semiconductor comúnmente llamado diodo, constituido por materiales como silicio y germanio, su función es la de convertir la corriente alterna en corriente directa.

La representación grafica de un diodo es:

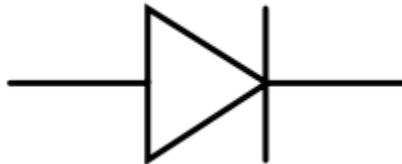


Figura 3.7 Representación de un Diodo

La punta de la flecha nos indica la dirección de la corriente convencional, la línea paralela nos indica la barrera de potencial.

Los diodos al tener la cualidad de solo dejar pasar la corriente en un solo sentido son altamente utilizados en circuitos como por ejemplo: eliminadores, cargadores de baterías, radios, televisiones y en nuestro caso en los ups, en los cuales tienen como función de convertir la corriente alterna que viene de la acometida en corriente directa con el propósito de cargar las baterías.

Generalmente en una ups se utilizan los diodos y transistores así como de un transformador para cumplir con este objetivo:

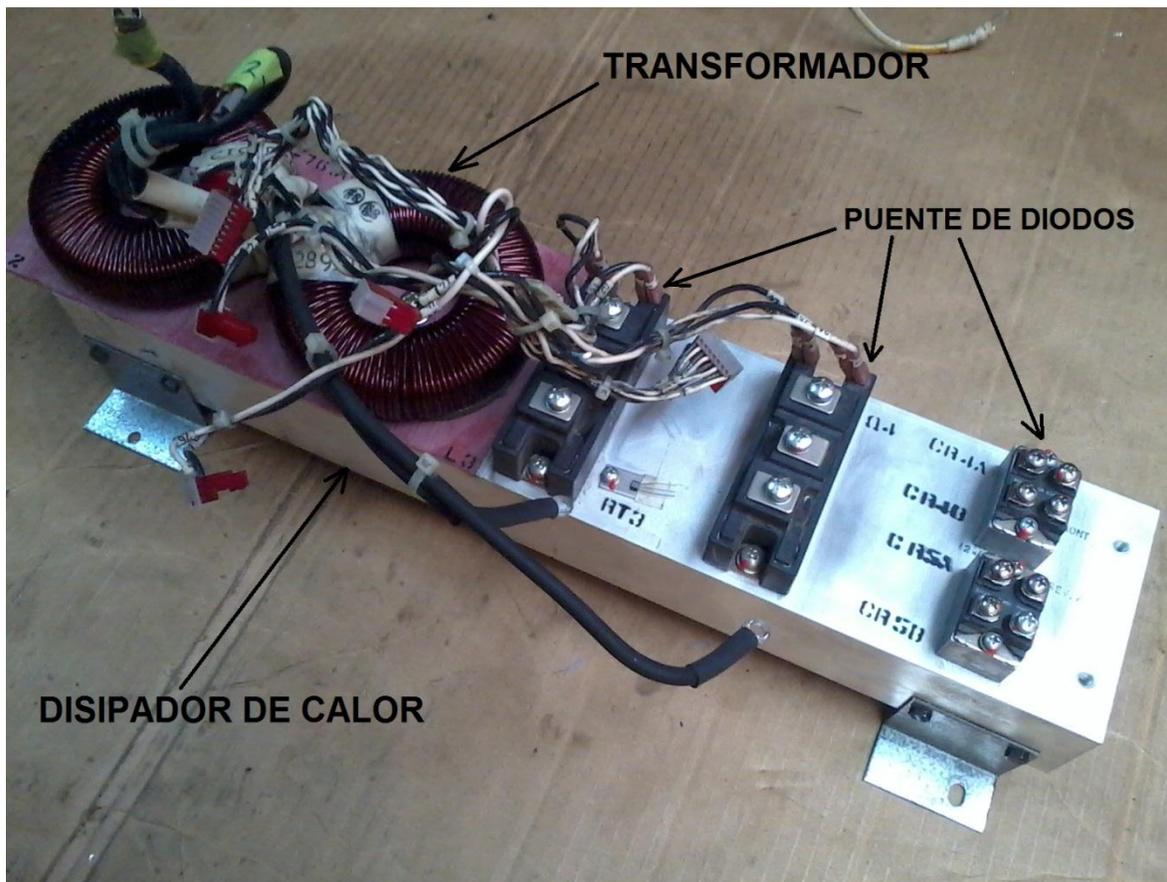


Figura 3.8 Circuito rectificador

La representación de un rectificador en una ups es como se muestra en la figura 3.9:



Figura 3.9 RECTIFICADOR DE CA

### 3-6-2 BATERÍAS

Con el propósito de que nuestro equipo pueda protegernos de un fallo de energía, es necesario que tenga una fuente de respaldo segura y rápida, esta función la hacen las baterías:



Figura 3.10 Figura Banco de baterías

Las baterías dan la potencia necesaria a nuestro ups para que la carga no se vea afectada por la falla de energía, es decir las baterías permiten que los equipos conectados a la ups no sean perturbados por alguna falla de energía, en otras palabras evita el corte repentino de luz y con esto daños a ellos mismo.

Es de importancia conocer las características de las baterías como son su tiempo de respaldo, sus amperes hora, el voltaje pudiendo ser 6V,12V,13V,**voltaje de flotación**, etc., así como su tiempo de respaldo.

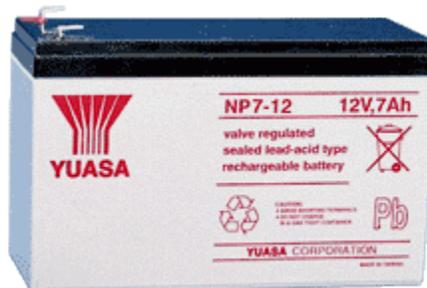


Figura 3.11 Batería sellada de 12V

## TIPOS DE BATERÍAS

- **Electrolito liquido-** Totalmente cerradas sin mantenimiento.
- **Electrolito absorbido-** Son Herméticas y de mayor costo

Eventualmente con baterías externas de gran capacidad, se requiere un cargador adicional al del UPS para recargar a las baterías en un tiempo que no supere las 10 horas, para recuperar carga antes de que se presente otro corte de energía.

El siguiente diagrama muestra una conexión típica de baterías en una UPS

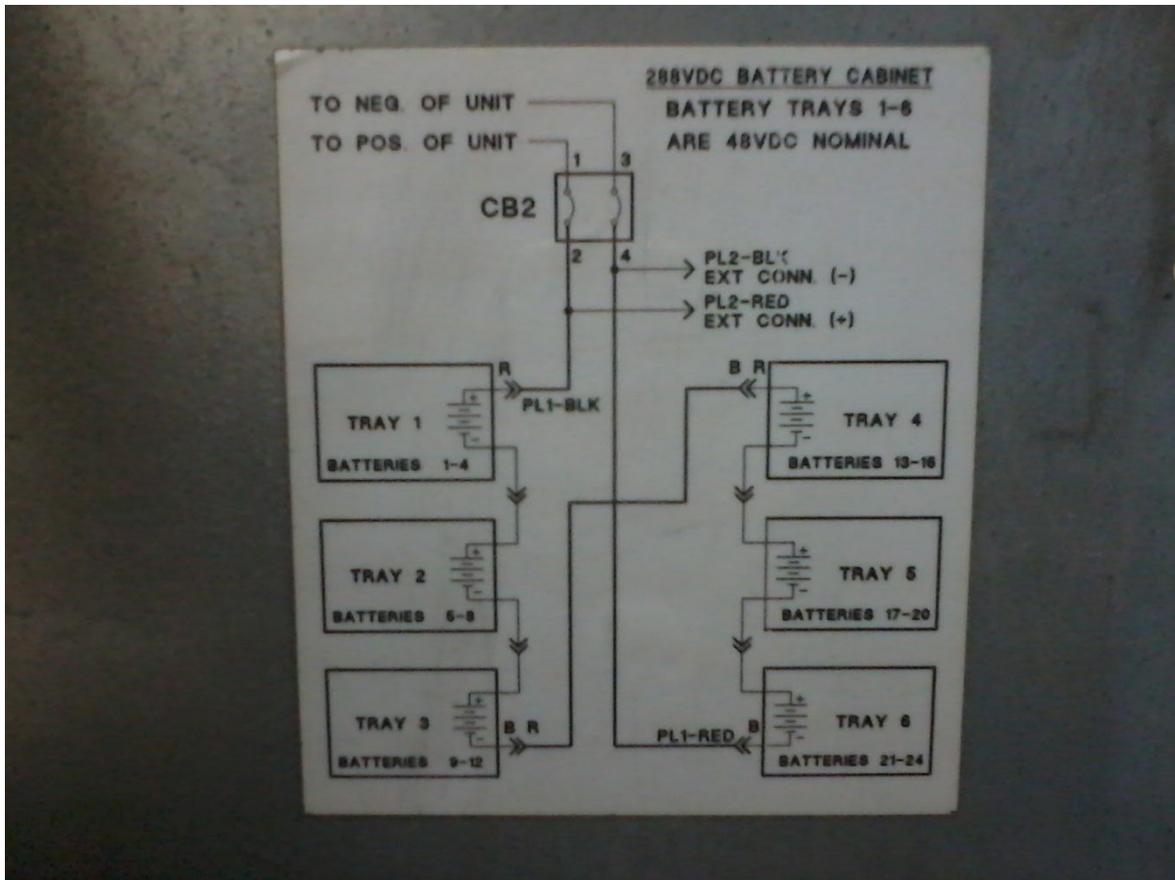


Figura 3.12 Conexión en serie de baterías dentro de una UPS

### 3-6-3 CARGADOR DE BATERIAS

Con el propósito de que nuestras baterías tengan la suficiente energía para respaldar nuestros equipos, es necesario tener un dispositivo que las mantenga en su óptimo desempeño, este dispositivo es el cargador de baterías.

¿Que es un cargador de baterías?

El cargador de baterías es una fuente de voltaje que tendrá dos funciones:

- 1.- Dar a la batería el **voltaje de flotación** necesario para asegurar que la batería está cargada al 100%.
- 2.- Recargar la batería después que fue utilizada al haber un corte de energía.

Es decir, al regresar la energía comercial, el cargador de baterías aplicará el mismo voltaje de flotación y la batería se empezará a recargar; una vez que la batería esté recargada completamente la corriente que fluya del cargador de baterías hacia la batería será mínima.

Además de estas funciones existen cargadores de baterías que encienden y apagan a intervalos y de esta manera logran aumentar la vida útil de la batería.

Físicamente el cargador de baterías consiste en un devanado adicional del transformador de salida además de un puente de diodos para convertir la CA en CD y un **Mosfet** el cual conecta y desconecta la “Carga” a las baterías y esto comandado por la tarjeta de Control. El mosfet generalmente tiene disipador de calor.



Figura 3.13 a) Circuito cargador de baterías de una ups de 6.5 KVA

En un acercamiento podemos verlo:

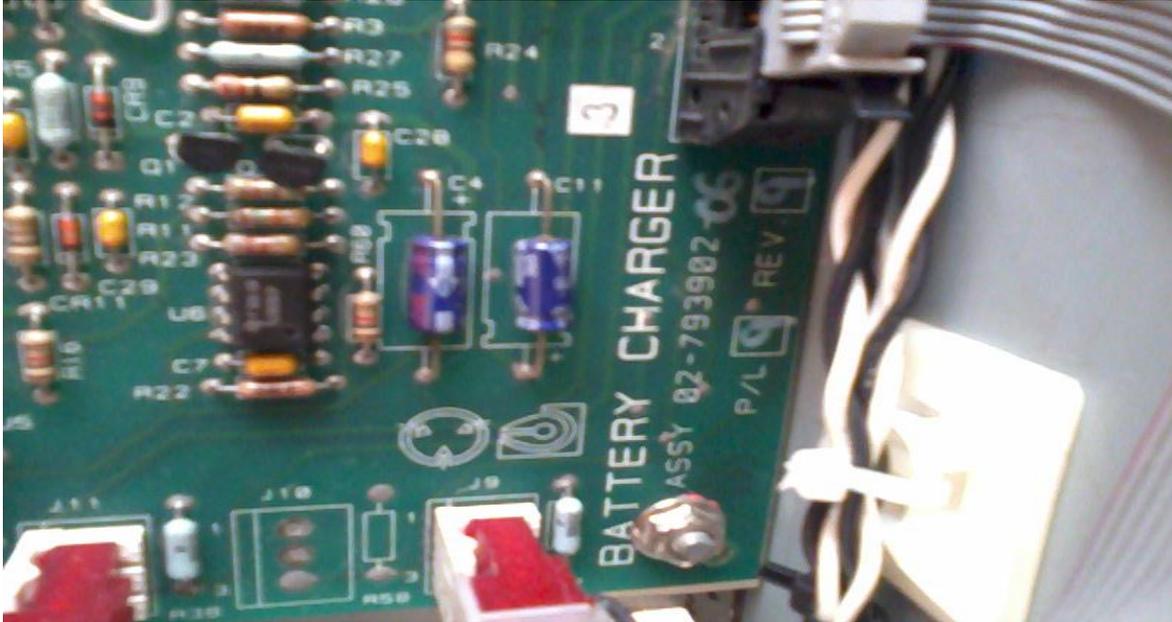


Figura 3.13 b) Acercamiento del circuito cargador de baterías

Cuando estamos tomando corriente a la batería, se dice que la estamos descargando. El mínimo voltaje en la batería cuando la descargamos es de 10.5 volts para baterías de 12 volts.

Si descargamos la batería a un valor menor a 10.5 volts, hay peligro de que la batería ya no se pueda recargar y se daña, teniendo que reemplazarla.

Por tal razón la lógica del UPS debe cuidar de desconectar la batería cuando llegue a 10.5 volts.

Para hacer esto existen pruebas de baterías, la mas común usada es la de prueba por resistencia, la cual consiste simplemente en conectar una resistencia a la batería y con un multímetro registrar la caída de tensión en ella, si esta supera el 10% del voltaje de la batería debe de ser sustituida.



Figura 3.14 Prueba por resistencia a baterías

### **PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO A BANCO DE BATERIAS DE UPS**

El mantenimiento a los bancos de baterías de un UPS es de gran importancia ya que de estas depende que el equipo respalde de manera segura y rápida a la carga conectada, por ello es de importancia contar con un programa de inspección y mantenimiento a las mismas, así como de personal capacitado para realizar el mantenimiento y para hacer el uso del equipo.

Para la realización del mantenimiento a los bancos de baterías el personal debe de cubrir con ciertos requerimientos de protección personal como son:

- Guantes de Goma
- Zapato de seguridad Dieléctrico
- Ropa de seguridad (Anti flama o de algodón)
- Protección Facial como son googles y cubre bocas en algunos casos
- Evitar fumar, utilizar fuego abierto, o emplear herramientas que producen chispas en la proximidad de las baterías

Una vez que el personal cubre estos requisitos debe de percatarse que el área donde se va a trabajar cumple con:

- Señalamientos suficientes en caso de alguna emergencia
- Buena ventilación al banco de baterías
- El buen funcionamiento de las protecciones.

Una vez terminado lo anterior se procede a la realización de mantenimiento con el siguiente orden:

- 1) Inspección visual de banco de baterías en busca de algún desperfecto o daño visible a las baterías
- 2) Medición de voltaje total del banco mediante control en el UPS
- 3) Checar acontecimientos en el UPS como pueden ser fallas de red, modo inversor apagado, modo by-pass, modo baterías, etc.
- 4) Una vez realizado esto se procede a mandar el equipo a su modo by-pass esto con el fin de no dañar al inversor en caso de que exista un fallo en la red y las baterías no se encuentran conectadas a el.
- 5) Se procede a des energizar el interruptor que va del banco de baterías al UPS.
- 6) Una vez que el interruptor se encuentra fuera del camino al inversor se checan las baterías y se les da limpieza con un trapo humedecido en agua para retirar suciedad y/o polvo en las baterías, borneras, conectores y/o cables, o en dado caso de que se encuentren sulfatadas se limpia con agua destilada y una brocha aislada.
- 7) Se verifica el nivel de tensión por batería así como reapriete de ser necesario de las borneras y/o conexiones de las baterías. Los valores de tensión para batería de 12 Volts deben de ser 11.5 Volts como mínimo y 14.5 Volts como máximo.
- 8) Se toma el valor total de tensión del banco o bancos de baterías
- 9) De ser necesario se puede checar cada batería con resistencia, esto se hace debido a que muchas veces los voltajes reflejados en el multímetro son falsos y al ser sometida la batería a la carga esta falla, haciendo que las demás le sigan posteriormente.

10) En caso de detectar una/s baterías dañadas, es requerida su cambio de inmediato.

11) Una vez realizado la limpieza, reapriete de conexiones, toma de voltajes de las baterías se procede a subir nuevamente el interruptor hacia el UPS y nuevamente cambiar el modo de UPS a su modo ON-LINE.

12) Si el cliente lo permite es aconsejable realizar una prueba de respaldo del UPS y un TEST en el programa del UPS para checar alguna posible falla.

Este protocolo se debe de tomar como base en un mantenimiento a banco de baterías de UPS.

Para terminar se puede decir que existen en el mercado UPS con un sensor de voltaje de baterías, el cual detecta variaciones de voltajes en baterías y cuando una falla automáticamente la desconecta para evitar daños a la ups.

### 3-6-4 INVERSOR

El inversor es un conjunto de dispositivos electrónicos cuya función es convertir la corriente directa de una batería (acumulador), en corriente alterna, tal como la recibimos de la empresa proveedora de energía eléctrica.

Su representación grafica en una ups la podemos ver como:

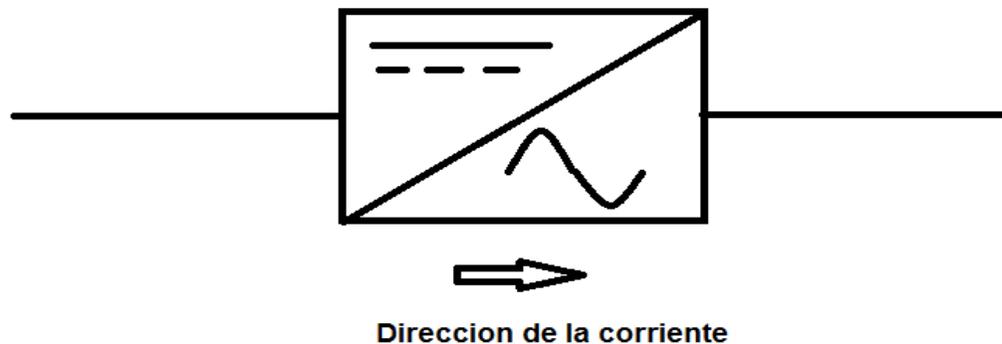


Figura 3.15 INVERSOR DE CA

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El circuito del inversor consta de un oscilador (parte 2) que controlan unos transistores (parte 3), los cuales conmutan o switchean la corriente proveniente de la baterías (parte 1), generando una onda cuadrada, esta onda alimenta un transformador (parte 4) que eleva el voltaje y suaviza la forma de onda para que parezca una onda sinusoidal a la salida (parte 5)

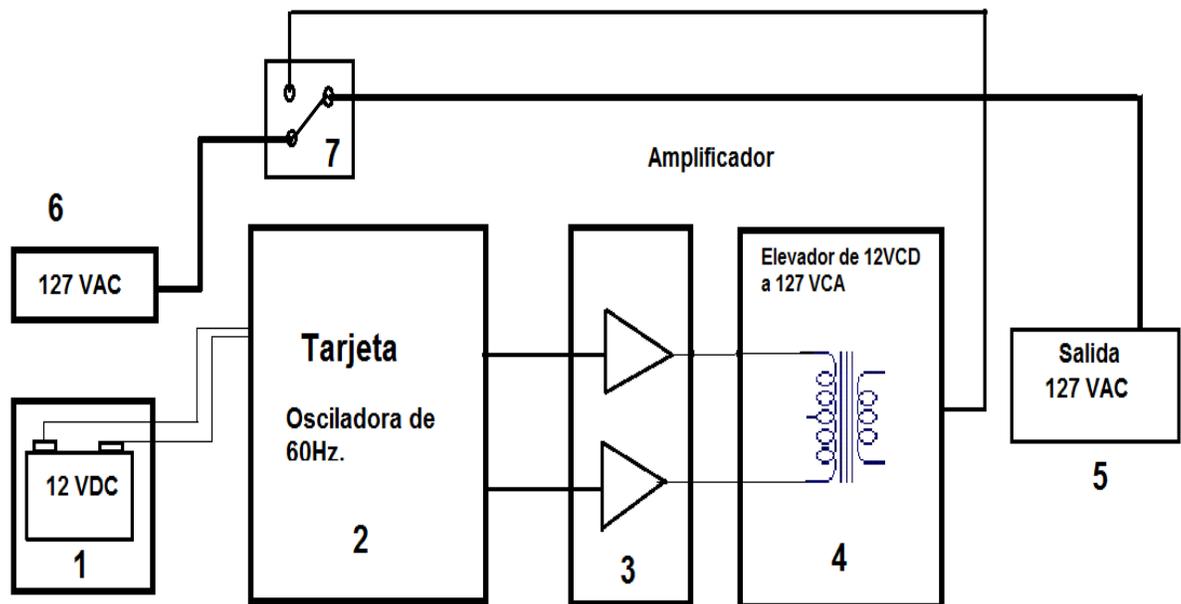


Figura. 3.16 Diagrama de partes de un inversor

Las partes del número 6 y 7 corresponden al modo bypass así como al conmutador, el cual ase la función de un interruptor que deja pasar la corriente.

Un inversor también lo llamamos convertidor de 12 VDC a 120 VAC automático, y consta de varias secciones:

1. Sección osciladora
2. Sección amplificadora
3. Sección elevadora de voltaje
4. Sección proveedora de corriente directa
5. Sección proveedora de corriente alterna

### **Sección osciladora**

Esta se encarga de generar los pulsos o ciclos necesarios para que la corriente alterna que provea el inversor sea igual a la corriente alterna que provee la empresa del servicio eléctrico, para unos países es de 50 ciclos y en otros 60 ciclos.

### **Sección amplificadora**

La función de esta sección es la de amplificar los pulsos para excitar a la sección elevadora de voltaje.

### **Sección elevadora de voltaje:**

Esta se encarga de elevar el voltaje a 120 o 220, según sea el caso, función que está a cargo de un transformador, que cuando hay energía externa, se encarga de cargar la batería, apoyada por un circuito electrónico que al estar completamente cargada la batería, se desconecta automáticamente. Al faltar el suministro de energía público, el cargador invierte su función y se encarga de elevar el voltaje.

**Nota:** Los inversores más modernos han comenzado a utilizar formas más avanzadas de transistores o dispositivos similares, como los tiristores, los triac's o losIGBT's.

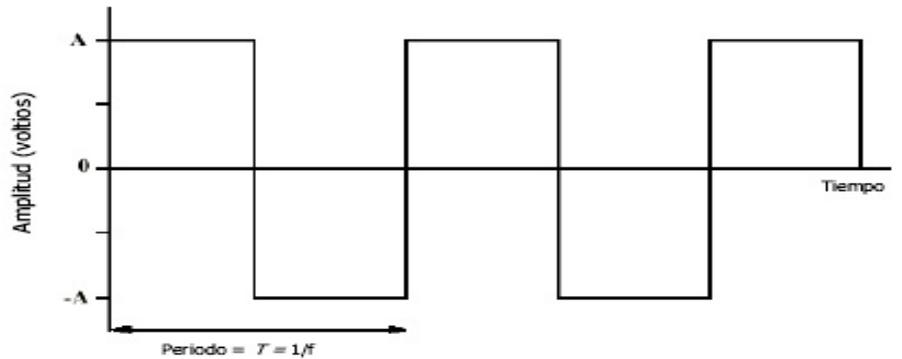
### **Sección proveedora de corriente directa:**

Esta no es otra cosa que la batería propiamente dicha.

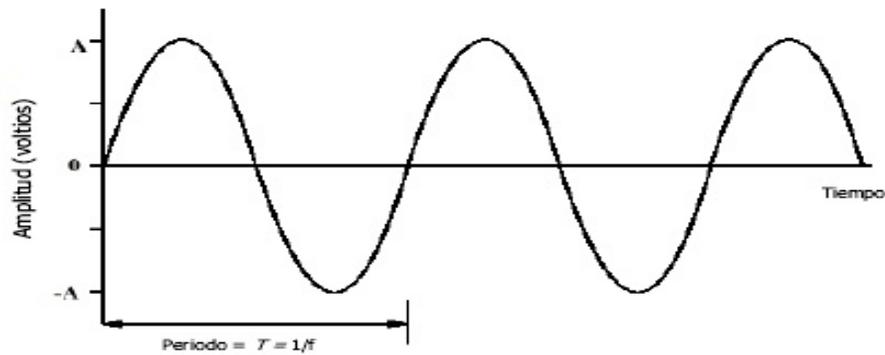
### **Sección proveedora de corriente alterna**

Es la que recibimos de la empresa encargada de prestar el servicio eléctrico.

La siguiente figura 3.17 muestra la onda cuasi sinusoidal (a) a la salida del punto 2 y 3 de un inversor, y la onda sinusoidal (b) al pasar por un transformador o un IGBT.



(a) Onda cuadrada



(b) Onda sinusoidal

Figura. 3.17 Dos tipos de ondas que se producen en los inversores.

NOTA: Los inversores de alta potencia, en lugar de transistores utilizan un dispositivo de conmutación llamado IGBT (Insulated Gate Bipolar transistor ó Transistor Bipolar de Puerta Aislada)

### 3-6-5 TRANSFORMADOR

Los transformadores como sabemos tienen la función de cambiar los voltajes y corrientes de entrada y salida para su utilización. Dentro de una UPS podemos encontrarlos en distintos lugares, tienen como objetivo principal el elevar el voltaje proveniente de la tarjeta osciladora y transistores del inversor para posteriormente entregarlo a un conmutador o switch y de esta forma distribuirlo.

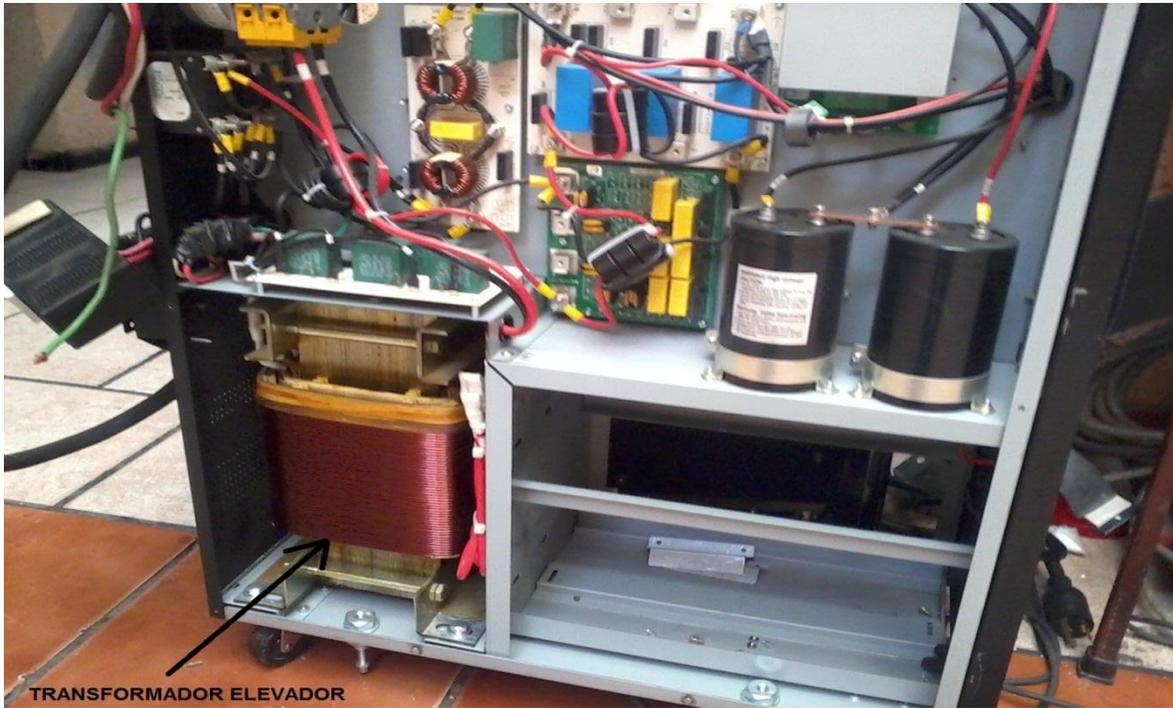


Figura. 3.18 Transformador de UPS 10 KVA

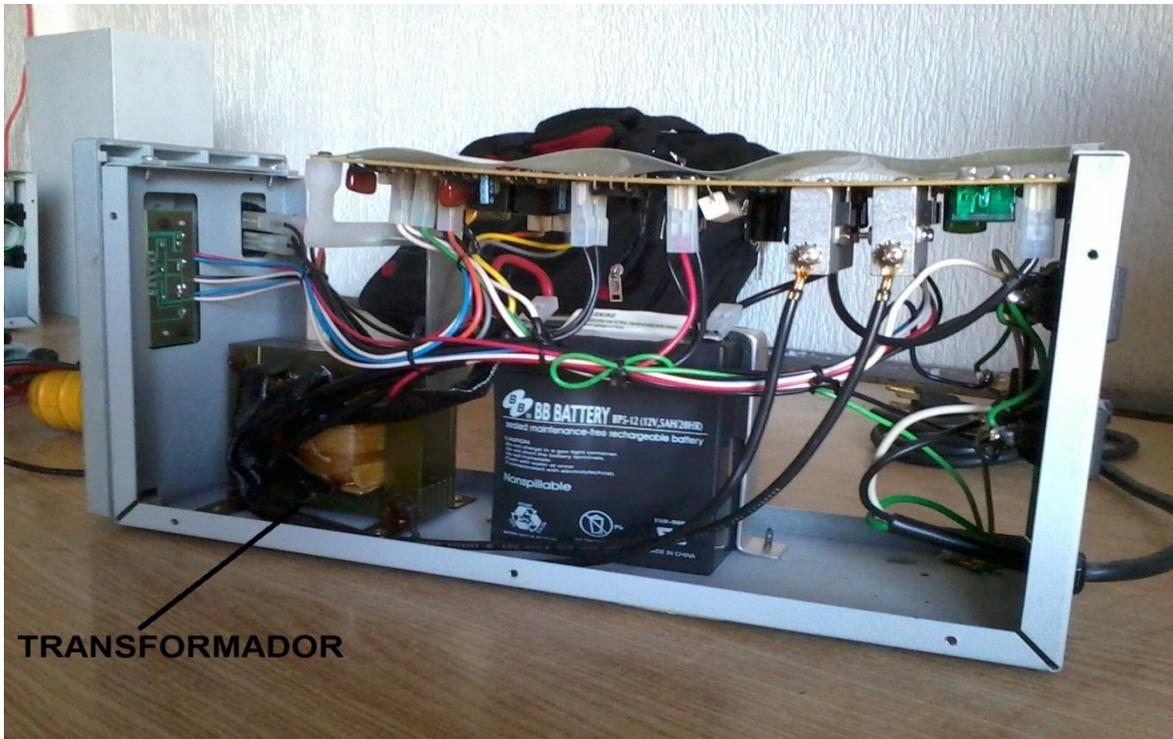


Figura. 3.19 Transformador elevador en una UPS de 1000 VA

Debido a su tamaño y a otros factores como son peso, costo, disipación de calor están siendo remplazados por dispositivos mas compactos y de menor costo como los **IGBT** ( insulated gate bipolar transistor) por su siglas en ingles que es un transistor bipolar de puerta aislada.

#### VENTAJAS:

- Conducción de alta corriente y bajo voltaje de saturación
- Altas velocidades de conmutación de hasta 20 KHz, al ser una buena fuente de conmutador

Algunas de las aplicaciones de los IGBT a parte de una UPS pueden ser en controlar motores eléctricos de corriente directa y de corriente alterna, y con potencias que excedan los 50 KW.

Físicamente un IGBT es como se muestra en la siguiente figura 3.20:



### **IGBT de UPS 5KVA**

Figura 3.20

Los transformadores en una UPS de gran capacidad son transformadores del tipo seco este tipo de transformadores es extraordinariamente amplio en todo tipo de aplicaciones comerciales, industriales y de servicios, son muy compactos, libres del riesgo de explosión o incendio, libres de mantenimiento y pueden instalarse a la intemperie o en redes eléctricas interiores. A solicitud del cliente, pueden o no incluir el gabinete metálico protector y se fabrican con devanados de Cobre o de Aluminio.

### 3-6-6 CONMUTADOR

El conmutador es básicamente un interruptor en su forma exterior que abre y sierra para el paso de corriente, la diferencia esta en que los conmutadoras a la vez que desconectan un circuito, conectan otro. Los podemos encontrar en varias partes dentro de una ups pero el mas importante es el que se encuentra a la salida de el inversor, el cual tiene la función de conmutar la corriente proveniente del inversor o del modo by-pass que va a alimentar nuestro tablero general, en su forma mas simple lo podemos ver en la figura 3.16 en la parte 6 y 7 que es la forma de by-pass e inversor de la ups.

La siguiente fotografía muestra el diagrama unifilar de una ups de la marca MGE, en las que se puede mostrar todos los puntos antes dichos (rectificador, cargador de baterías, inversor, modo by-pass y salidas).

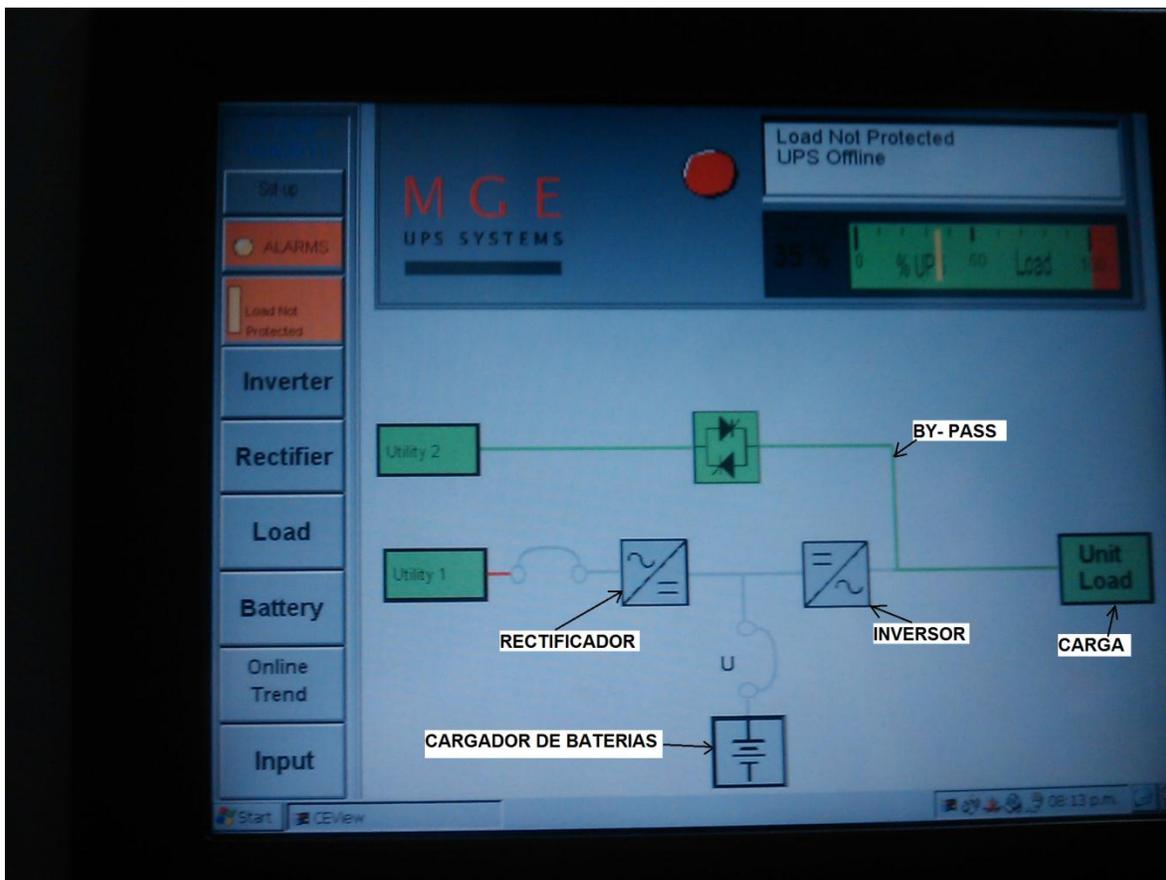


Figura 3.21 Display de una UPS mostrando las diferentes secciones que lo componen

### 3-7 CLASIFICACION DE LOS UPS

Los ups pueden clasificarse en su forma más simple como:

#### 3-7-1 UPS off –line (Stand-By)

Estas UPS son conocidas usualmente como ups stand-By o fuera de línea, son muy económicas ya que integran muy pocos componentes, el nivel de protección obtenido es muy limitado, son recomendables por su bajo costo para equipos de cómputo personales ya que su precio oscila entre los 50 y 100 dólares.

Su aplicación más común es en los llamados NO-BREAK, el cual es una ups de mucho menor tamaño y capacidad que otros tipos de ups.



FIGURA3.22 NO-BREAK

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

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En este tipo de UPS, el conmutador está normalmente conectado a la línea de entrada (modo BY-PASS), llevando la energía de la entrada directamente a la salida, generalmente a la entrada de la energía tenemos un estabilizador de tensión y filtro de línea. Cuando tenemos voltaje de red la UPS manda cargar la/s batería/s. Cuando supera/n cierto nivel máximo o se encuentran totalmente cargadas, un relevador o conmutador se abre y el voltaje se regenera mediante el uso de la energía almacenada en la/s batería/s, es decir si existe un corte en la tensión de entrada, el conmutador conecta a la salida del inversor, el cual comienza a funcionar instantáneamente, alimentando a la salida desde las baterías.

## TIEMPO DE CONMUTACIÓN

Debido al tiempo que se necesita para que el conmutador abra y cierra, este tipo de UPS no ofrece protección contra interferencias en la red eléctrica a equipos sofisticados como PLC. Desde que se realiza el corte de la línea de entrada o fuera de rango normal hasta que se repone la alimentación de 220 volts a la salida, pasa un tiempo del orden de 5 milisegundos que sería  $\frac{1}{4}$  de ciclo, que es generalmente imperceptible para equipos de oficina como son computadoras, impresoras, fax, etc.

En el siguiente diagrama de bloques podemos ver el principio de funcionamiento de una UPS off-line

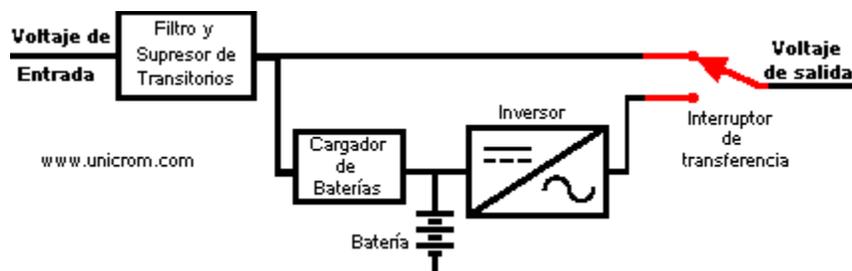


Figura 3.23 Diagrama de bloques de una ups off-line

Por otro lado, el Cargador provee solo la corriente para recargar y mantener cargada a la batería y no a la salida. Y el Inversor trabaja tomando energía desde la batería solo cuándo la línea de entrada está anormal.

Por ello, el dimensionamiento del **UPS STAND BY** es de menor tamaño y mucho más económico, pues tanto el Rectificador - Cargador y el Inversor son de menores dimensiones.



Figura 3.24 UPS Stand By de 5 KVA de la marca MATRIX 5000

## CONEXIÓN

Estos tipos de UPS al ser de baja potencia no requieren una instalación muy complicada, generalmente se conectan a la red de alimentación mediante una clavija y la salida del UPS a un tablero de distribución o directamente a las CP's.

### Diferencias entre UPS on- line y UPS Stand-by

- Tiempo de conmutación
- La entrada de la energía pasa a la salida en forma directa en forma estabilizada o filtrada
- No se puede cambiar la frecuencia, por lo cuál un UPS STAND BY no puede corregir ni estabilizar frecuencia.

## APLICACIONES

Los UPS STAND BY se pueden utilizar en PC's, grupos de PC's, pequeños servers, equipos electrónicos de todo tipo, equipos de audio y comunicaciones de voz y datos no críticos, etc.

## 3-7-2 UPS INTERACTIVAS

### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Este tipo de UPS es muy parecida a la UPS Stand By debido a que ambas tienen una entrada y una salida a la que está conectado el conmutador, por el cual la energía circula dejando la sección de inversor para problemas en la red como en un UPS Stand-by.

Estos equipos son diseñados usualmente para potencias menores de 6 KVA, teniendo una onda de salida sinusoidal y menor de 3 KVA una onda semi cuadrada (alto nivel de armónicos).



Figura 3.25 UPS INTERACTIVA marca APC de 3 KVA

El sistema recibe el nombre de UPS interactiva debido a que el inversor/cargador es bidireccional, es decir puede funcionar como inversor y también como cargador de baterías sin tener estos dos sistemas separados. Algunos modelos incluyen un regulador de tensión para la red de entrada al igual que los UPS Stand By.

En caso de una caída de voltaje leve o una interferencia en la red eléctrica, el UPS puede inyectar voltaje para compensar. Sin embargo, en los casos en que se produzca un corte total de electricidad, el UPS funcionará como un UPS fuera de línea.

El siguiente diagrama muestra el principio de funcionamiento de una UPS interactiva:

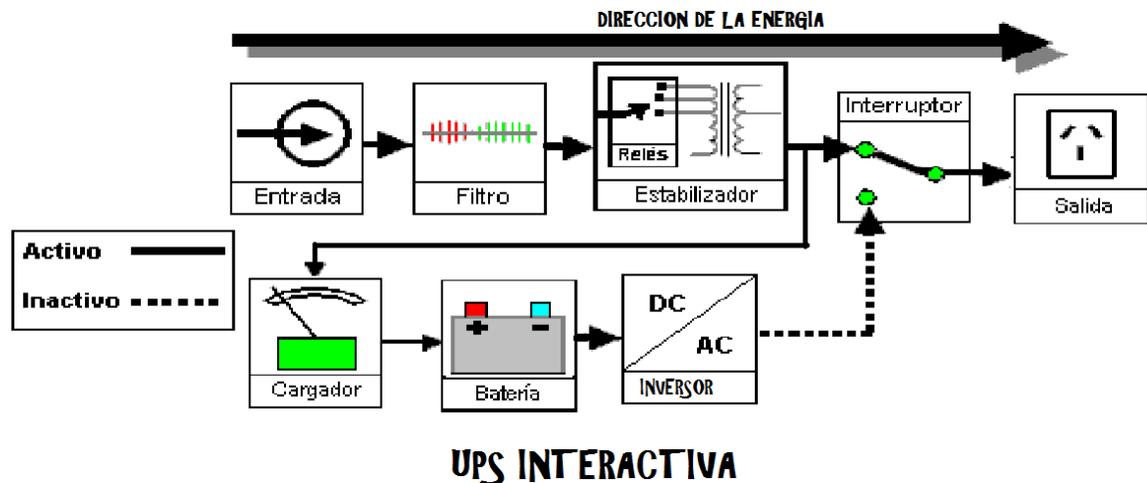


Figura 3.26 Diagrama de una UPS interactiva

## CARACTERISTICAS

El modo baterías es idéntica al de una UPS Stand By. El inversor se activa, el conmutador se activa, y la energía es provista por las batería/s.

En las UPS de baja potencia y costo, el transformador tiene solamente dos derivaciones, mientras que en equipos de mayor potencia y mejores prestaciones suelen tener tres ó cuatro, lo que permite obtener un mejor rango de regulación y precisión de la tensión de salida.

La salida varía conjuntamente con la entrada hasta que se produce un cambio de derivación en el transformador. Estos pequeños cambios en la tensión de salida no afectarán a la mayoría de las cargas.

## CONEXIÓN.

Estos UPS al ser igual de menor tamaño no requieren una instalación muy complicada, generalmente se conectan a la red de alimentación mediante un tablero general de alimentación de UPS y a la salida del UPS a un tablero de distribución, el tamaño de los conductores al igual que en la UPS stand by son mucho menores así como la canalización de los conductores.

- **APLICACIONES:**

- - Oficinas
- Copiadoras
- impresoras
- Servidores
- etc.

## 3-7-2 UPS ON-LINE (DOBLE CONVERSIÓN)



Figura 3.27 UPS ON LINE de 225 KVA

### CARACTERISTICAS

Este tipo de UPS es el mas costoso pero es el que nos ofrece una mejor protección, ya que cuenta además de los dispositivos de una UPS interactiva con distintos dispositivos como sistemas para corrección del factor de potencia, banco de baterías externo para mayores potencias, un inversor conectado directamente a las baterías, etc. La energía en este UPS pasa directamente al inversor por lo que la onda de salida es sinusoidal haciendo que la calidad de la energía sea muy superior a la de los otros UPS. Se llama doble conversión por que el rectificador esta directamente conectado al inversor, haciendo que la energía sea rectificadada e invertida en el UPS.

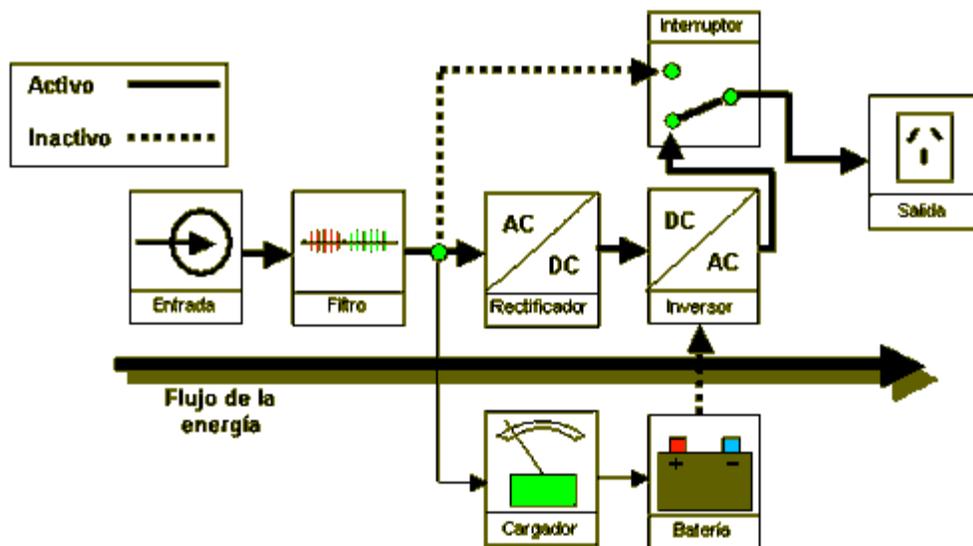
Estos UPS los encontramos desde unos cuantos KVAs hasta cientos de KVAs generalmente en equipos pequeños tienen una entrada común al modo By-pass pero en equipos de mayores tamaños la entrada es independiente

## CONEXIÓN

Este tipo de UPS son los más costosos ya que requieren de varios interruptores de protección, así como conductores de mayor tamaño, una canalización más resistente, además en algunos casos requieren de un banco externo de baterías

Tienen un tiempo de conmutación de apenas unos milisegundos lo que es perfecto para equipos muy delicados como PLC's los cuales no son alterados por una interrupción de energía por la compañía suministradora.

La siguiente figura muestra la conexión típica dentro de una UPS on line.



**UPS On-Line / Funcionamiento en modo línea normal**

**Figura 3.28 UPS ON-LINE**

## PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento del UPS on-line se basa en que el inversor se encuentra dentro de la línea principal de energía debido a que siempre se encuentra en funcionamiento.

La energía a la entrada del UPS es conducida a través de unos filtros EMI y RFI, estos tiene el objetivo de eliminar las frecuencias que puedan afectar a nuestros aparatos conectados, posteriormente es enviada al rectificador con el propósito de cargar las baterías y al inversor para que este sea conectado mediante los

conmutadores a la carga; como se muestra en la línea Activa del diagrama. Este tipo de UPS cuenta además de una sección de modo By-pass que es la sección inactiva con línea punteada, el funcionamiento del modo by-pass es el siguiente:

### **3-8 MODO BY-PASS**

#### **¿Qué es el modo By-pass?**

El by-pass es un modo de protección al UPS, podemos decir que es una alimentación auxiliar que va a permitir alimentar a la carga en dado caso de que exista una falla en el UPS o que pueda dañar la UPS.

#### **¿Cómo se conecta a la UPS?**

La forma de conectar el By-pass a la UPS puede ser:

- Directamente a la entrada común de la energía.
- Mediante una entrada independiente

La primera forma de conexión generalmente es usada en equipos pequeños, mientras que la forma de entrada independiente se usa en equipos de grandes capacidades.

#### **¿Qué problemas existen en el modo by-pass?**

El principal problema es que nuestro UPS no nos respaldara frente a alguna falla de red, es decir el UPS al estar en forma by-pass no está haciendo la función para la que fue diseñada la cual es proteger la carga contra todos los problemas eléctricos, como son ruidos, picos transitorios, variaciones de voltaje, y el mas importante un corte repentino de la energía.

#### **¿Cuáles son las causas principales por las que un UPS puede manda a forma de by-pass ?**

Los motivos para que la UPS mande la carga en el Inversor a modo By-pass son las siguientes:

- Hay un daño en el Inversor
- Hay una sobrecarga en el Inversor
- Hay sobre temperatura en el equipo.
- Mal estado de las baterías
- Hay un daño en la lógica del equipo

Todas las UPS On-Line incorporan la línea Bypass, cuando la UPS esta en modo Bypass el conmutador se encuentra abierto para desconectar el inversor de la carga y el conmutador de bypass esta cerrado para alimentar la carga directamente de la línea comercial.

### **¿Como una UPS manda a modo by-pass?**

Cuando la lógica del UPS detecta que por alguno/s de los motivos mencionados anteriormente el inversor no puede seguir alimentando la carga, transfiere la carga al modo Bypass de la siguiente manera:

- 1- Manda encender el conmutador (switch estático) del Bypass, el cual consiste de dos SCR en paralelo inverso para poder conducir la corriente alterna.
- 2- Manda cerrar el conmutador de Bypass (interruptor o contactor) operado por motor.
- 3- Manda apagar el conmutador del inversor
- 4- Manda abrir el conmutador del inversor (interruptor o contactor) operado por motor.

Con esto la carga se encuentra soportada por el contactor de Bypass y el contactor del inversor se encuentra desconectado.

Debido a que ambos conmutadores están en paralelo inverso la carga no tiene tiempo de ser interrumpida ya que existe voltaje en ambos antes de hacer la transferencia.

Es de importancia saber que siempre va a haber sólo un interruptor cerrado al mismo tiempo Bypass o Inversor con excepción de cuando se hace una transferencia. Cuando se requiere transferir a Bypass se necesita una gran velocidad y por ello se utiliza el Switch Estático el cual al ser electrónico es de muy alta velocidad.

El modo Bypass lo utiliza el UPS para evitar al máximo que el voltaje se vea interrumpido en la carga, por tal razón inmediatamente manda una alarma audible y/o luminosa para alertar que se está en modo Bypass y que la carga esta desprotegida incluso si hay corte de energía no habrá protección de Baterías en virtud de que la carga no está por el Inversor.

### **3-9 CUIDADOS DE UN UPS**

Generalmente las ups no requieren de grandes cuidados. Por lo que podemos citar algunos de ellos:

- Buena ventilación para el enfriamiento de la unidad.
- Mantenerlo libre de polvo, agua, humedad, etc.
- No poner nada encima que pueda dañar los componentes
- Tener un control con respecto a sus mantenimientos preventivos y mayores.
- Etc.

### **3-10 MANTENIMIENTOS A UN UPS**

Generalmente a los UPS se les hacen dos tipos de mantenimientos:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento mayor

El mantenimiento preventivo puede ser mensual o bimestral, A continuación se da un resumen de en que consiste:

- Revisión de estado de pantalla a menú (display)
- Revisión de ventiladores
- Limpiar el exceso de polvo
- Reapriete de conexiones eléctricas como son la de la fuente de alimentación y carga.
- Toma de valores de voltajes de entrada y salida de energía.
- Inspección visual de algún desperfecto por el técnico
- Revisión de estado de banco de baterías y toma de voltajes de baterías y limpieza de las mismas.
- Pruebas de respaldo.
- Limpieza de filtros de aire.
- Lecturas de factores de potencia de entrada y salida.
- Revisión de sistemas de tierras.
- ETC.

El mantenimiento mayor se hace al igual que en las plantas de emergencia por un lapso de tiempo de 6 meses o un determinado numero de horas, este consiste generalmente en:

- Desconectar el ups o ponerlo en su forma de BY-PASS
- Reapriete de conexiones eléctricas
- Limpieza interna de componentes e inspección visual de las mismas
- Cambio de filtros de aire.
- Pruebas de respaldo.

- Limpieza de baterías y medición de sus voltajes (que estén en su rango de operación), así como prueba de baterías con resistencia para detectar baterías en mal estado.
- Revisión del voltaje de flotación en baterías.
- Revisión de registros de operación en la bitácora.
- Además de todos los puntos antes dichos en el mantenimiento preventivo.

### **Algunas marcas de UPS tenemos:**

- Liebert
- Mitsubishi
- Power ware
- APC
- Koblenz
- Matrix
- MGE

### **3-11NORMAS PARA UPS**

Normas de diseño y fabricación IEE C62.41-B3, NEC FFCC Class A parts, UL 1778, IEEC 1000.

Además de las normas:

- IEC 62040-3 Que nos define los tres tipos de UPS
- Passive Standby (IEC 62040-3.2.20)
- Line-Interactive (IEC 62040-3.2.18)
- Double Conversión (IEC 62040-3.2.16)

### **3-12 Fallos comunes en el suministro de energía eléctrica**

Como se mencionó el papel del UPS es suministrar potencia eléctrica en ocasiones de fallo de suministro, en un intervalo de tiempo "corto" (si es un fallo en el suministro de la red, hasta que comiencen a funcionar los sistemas aislados de emergencia). Sin embargo, muchos sistemas de alimentación ininterrumpida son capaces de corregir otros fallos de suministro:

- Corte de energía. pérdida total de tensión de entrada.
- Sobre tensión: tiene lugar cuando la tensión supera el 110% del valor nominal.

- Caída de tensión: Cuando la tensión es inferior al 85-80% de la nominal.
- Picos de tensión.
- Ruido eléctrico: Inestabilidad en la frecuencia.
- Distorsión armónica, cuando la onda sinusoidal suministrada no tiene esa forma.

Habitualmente, los fabricantes de SAI clasifican los equipos en función de los fallos eléctricos que corrigen.

### ¿Por qué una UPS es mejor que un estabilizador?

Porque los estabilizadores protegen a los equipos en solamente un 7% a 10% de los problemas, mientras una UPS brinda protección casi al 100% de los problemas de alimentación eléctrica.

En la siguiente tabla se muestran los problemas eléctricos mas comunes en una instalación eléctrica:

Problemas eléctricos más comunes	
Picos	0.9%
Cortes	4.7%
Descargas	6.4%
Bajones	88.0%

### Picos (surges)

Incrementos de voltaje de corta duración, aproximadamente 5 centésimas de segundo. Si son de mayor duración se denomina sobre voltaje o sobretensión. Los picos son causados generalmente por desconexión o apagado de motores eléctricos de gran porte, como aire acondicionado central, compresores de aire, etc. Cuando suceden estos hechos, los picos se transmiten por la línea de alimentación.

Resultado: posibles problemas de datos en chips CMOS y otros chips tipo EPROM; errores de escritura en el disco, corrupción de archivos, daños en el disco.

### **Cortés (backout)**

Pérdida total de alimentación, causada por sobrecarga de la red de alimentación, tormentas, inundaciones, accidentes, fenómenos naturales, cortocircuito, etc.. Resultado: pérdida de los datos en proceso, frecuente corrupción de archivos y daños al sistema operativo, desconexión e interrupción de los servicios on-line.

### **Descargas (spikes)**

Incremento dramático y repentino de la tensión causado comúnmente por descargas atmosféricas o cuando la tensión es restablecida después de un corte.

Las descargas pueden hacerse presentes a través de la alimentación, red de datos y línea telefónica. Resultado: destrucción de la CPU, modem, placa de red, disco, e inclusive el monitor y algunos periféricos.

### **Bajones (sags)**

Son bajas de tensión, en general de poca duración, provocadas por alta demanda de energía, como ser arranques de motores eléctricos potentes. También ocasionado durante conmutación de líneas, donde alguna de ellas deba absorber la demanda de potencia de otra que sale de servicio. Resultado: oscilaciones en pantalla, raboteo del sistema, pérdida de datos y archivos corruptos, interrupción de transferencias de archivos.

### **Ruido (noise)**

Ruido electromagnético en la línea de alimentación, producido generalmente por motores universales, interferencia electromagnética y de radiofrecuencia, que ocasiona que la forma de la onda de la alimentación no sea perfectamente sinusoidal y pura. El ruido puede ser intermitente o crónico. Resultado: corrupción de datos, problemas en medios magnéticos, interferencia en la pantalla del monitor.

Como vimos un regulador de tensión es lo bastante económico como para satisfacer las necesidades de una casa habitación, un comercio, o una escuela, en las que no se requiere un estricto control de la energía como en el caso de una industria o sistemas de telecomunicaciones.

**NOTA** En la selección entre un UPS y un estabilizador de línea se tiene que tomar varios aspectos, ya que a pesar de que ambos nos protegen de variaciones de voltaje, una ups nos brinda más protecciones pero mayores costos.

## 3-13 CONDUCTORES

### 3-13-1 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR AISLAMIENTO

Es de gran importancia la selección de los conductores eléctricos ya que de estos depende que la potencia generada en nuestros equipos sea entregada de manera segura y eficiente, así como sea accesible y de fácil mantenimiento. Generalmente en una instalación eléctrica los conductores más usados son los hechos de cobre (Cu) y de aluminio (Al) que son comercialmente los materiales de mayor conductividad y con un costo lo suficientemente bajo como para que resulten económicos.

Los conductores empleados en esta instalación eléctrica están aislados con un recubrimiento del tipo termoplástico con distintas denominaciones comerciales según el tipo de fabricante, siendo los más conocidos por ser a prueba de agua entre otras propiedades los siguientes:

- Tipo TW
- Tipo THW
- Tipo THHW, THHW LS
- Vinanel 900
- Vinanel 2000
- Vinanel Nylon
- Vulcanel E.P. ( Etileno Propileno)
- Vulcanel XLP( Polietileno de cadena cruzada)

Entre otros, En la selección del aislamiento del conductor además tenemos que tomar en cuenta lo siguiente:

- **Agentes Mecánicos**
  - Presión mecánica
  - Abrasión
  - Elongación
  - Dobleces 180°
- **Agentes Químicos**
  - Agua o Humedad
  - Hidrocarburos
  - Ácidos
  - Alcalis
- **Agentes Eléctricos**

La habilidad de los conductores de baja tensión se mide por la **rigidez dieléctrica** del aislamiento expresada en KV /mm, que es la que

determina las condiciones de operación manteniendo la diferencia de potencial requerida dentro de los límites de seguridad, permite soportar sobre cargas transitorias e impulsos provocados por corto circuito.

Es de importancia el tener en cuenta estos agentes ya que al hacerse la canalización de los conductores estos juegan un papel importante, principalmente lo que son los agentes mecánicos y los químicos como la humedad.

En la tabla siguiente se indica algunas propiedades de aislamiento a la acción de los contaminantes más comunes.

TIPO COMERCIAL	ALCALIS	ACIDOS	HUMEDAD	HIDROCARBUROS
TW, THW, THHW	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Vinanel 900	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Vinanel Nylon	Muy bueno	Excelente	Excelente	Inerte
Vulcanel EP	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Regular
Vulcanel XLP	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Regular

Tabla 3.29 Capacidad de resistencia de los conductores de baja tensión al ataque de agentes químicos

Así como la tabla de las propiedades de los aislamientos para la selección de conductor ubicada en el apéndice 4.

### 3-14 CANALIZACIÓN

Se entenderá por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores de manera que estos queden protegidos en lo posible contra deterioro mecánico, contaminación y a su vez protejan a la instalación contra incendios por los arcos que se pueden presentar durante un corto circuito.

Los medios de canalización más comunes usados en las instalaciones eléctricas son los siguientes:

- 1) Tubo conduit
- 2) Ductos
- 3) Charolas

### **3-14-1 CARACTERISTICAS ESPECIALES:**

#### **1) Tubo conduit**

Existen una gran variedad de estos, los encontramos en tramos de 3.05m de largo con cuerdas en los extremos a excepción de plásticos y de pared delgada entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- Tubo de acero galvanizado de pared gruesa
- Tubo de acero galvanizado de pared delgada
- Tubo de acero esmaltado de pared gruesa
- Tubo de aluminio
- Tubo flexible
- Tubo de plástico flexible (PVC,POLIDUCTO DURADUCTO,ETC)
- Tubo corrugado

Cada uno tiene sus distintas características y aplicaciones consultando su catálogos.

#### **2) Ductos**

Los ductos consisten en canales de lamina de acero de sección cuadrada o rectangular con tapa, se usan solo en instalaciones visibles ya que no se pueden montar embutidos en pared o dentro de las lozas de concreto, razón por la que su aplicación se encuentra en industrias y laboratorios.

#### **VENTAJAS**

- Fácil de instalar
- Se surte en tramos de diferentes medidas lo que hace versátil su instalación
- Facilidad para la canalización de conductores dentro del ducto
- Los ductos son 100% recuperables al modificar las instalaciones.
- Fáciles de abrir y conectar derivaciones para alumbrado o fuerza.

**NOTA :** Es de uso común el ducto cuadrado que aventaja al tubo conduit cuando se trata de sistemas menores de distribución, en especial cuando se emplean circuitos múltiples, ofreciendo además la ventaja de ser fácil de alambrar, teniéndose una mejor aprovechamiento de la capacidad conductiva de los conductores al tener mejor disipación de calor.

En la siguiente tabla se muestra comparativamente la capacidad de conducción de corriente con respecto al tubo conduit.

Numero de conductores	Capacidad de corriente permitida en conduit en %	Capacidad de corriente Permitida de ductos en %
De 1 a 3	100	100
De 4 a 6	80	100
De 7 a 24	70	100
De 25 a 30	60	100
De 31 a 32	60	100
43 o más	50	100

Figura 3.30 Capacidad de corriente de conductores en tubo conduit y ductos

### 3) Charola

En el uso de charolas se tienen aplicaciones parecidas a las de los ductos con algunas limitantes propias de los lugares en que se hace la instalación:

En cuanto a la utilización de charolas se dan las siguientes recomendaciones.

- 1) Procurar alinear los conductores de manera que guarden siempre la misma posición relativa en todo el trayecto de la charola, especialmente los de grueso calibre.
- 2) En el caso de muchos conductores delgados es conveniente hacer amarres a intervalos de 1.5 a 2.0 m aproximadamente, procurando colocar etiquetas de identificación cuando se traten de conductores de varios circuitos, en el caso de conductores de calibre grueso los amarres se pueden hacer cada 2 o 3 metros.
- 3) En la fijación de conductores que vayan a través de charolas por trayectorias verticales muy largas es recomendable que los amarres se hagan con abrazaderas especiales en lugar de usar hilo de cáñamo o cinturones de seguridad de plástico

De acuerdo con el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, en ductos verticales ( también aplicable a charolas ) los conductores deberán estar sostenidos a intervalos no mayores que los indicados en la tabla siguiente:

CALIBRE	SEPARACION DE SOSTENES
Hasta calibre 1/0	30m
Hasta calibre 4/0	25m
Hasta calibre 350 MCM	18m
Hasta calibre 500 MCM	15m
Hasta calibre 750 MCM	12m

Figura 3.31

Las charolas están fabricadas de aluminio, metálicas y de mallas.

En el siguiente capítulo se hará la elección de una planta de emergencia y un sistema de energía ininterrumpible UPS basado en los capítulos anteriores así como la selección de los conductores, canalizaciones para su instalación con sus respectivos cálculos.

## CAPITULO 4

# SELECCIÓN DE PLANTA DE EMERGENCIA Y UPS

### 4-1 Planteamiento del problema

Se tiene el edificio de torre de telecomunicaciones y transportes ubicada en Eje Central Lázaro Cárdenas **Número 567**, con las siguientes cargas críticas:

CARGAS CRÍTICAS		POTENCIA EN WATTS		
EQUIPO	LOCALIZACION	CANTIDAD	Individual (WATTS)	TOTAL (Watts)
Computadora	1 - 17 piso	134	300	40200
Lampara vapor de mercurio más sustancias fluorecentes (bión fluorecentes)	SOTANO Y P.B	38	1000	38000
Alumbrado emergencia area estacionamiento	Estacionamiento	37	274	10138
Lampara vapor de mercurio(bion fluorecente)	1-17 Piso	130	90	11700
Contactos ( CCTV, Servidor, telefax,etc)	1-2 Piso	18	1300	23400
Contactos ( auxiliares)	1- 17 Piso	30	100	3000

#### Cuadro de cargas críticas.

**Total 126438Watts = 126.7 KW / 148.8 KVA, F.P. = 0.85**

El cual presenta problemas de perdida de datos e información, ruptura de hardware en computadoras, perdida de comunicación, debido a cortes repentinos de energía por parte de CFE (Comisión Federal de Electricidad).

Es requerido la instalación de una fuente de energía alterna que solucione este problema. Esta fuente es un UPS que nos respalde al momento de que exista un fallo de red y de una planta de emergencia que alimente de energía la UPS para que esta siga trabajando sin problemas hasta que el fallo sea restablecido.

El consumo de energía total del edificio es de aproximadamente de **1000 KVA** , por lo que nuestra planta de emergencia tendría que ser de por lo menos **850 KW**, lo que la llevaría a tener grandes dimensiones o en su dado caso dividir la carga entre dos o mas plantas de emergencia, y al igual que el UPS el cual tenemos de potencias máximas de 600 KVA tendríamos que dividir la carga entre dos o mas UPS.

Sabemos que las plantas de emergencia solo deben alimentar las secciones de emergencia o criticas, esto nos hace una reducción notable en la potencia que debe tener nuestra planta de emergencia y nuestro UPS. Por lo que considerando alimentar las cargas de emergencia tenemos un consumo total aproximado de potencia de **150KVA**. Es decir con nuestra planta de emergencia y UPS alimentaremos equipos de 4 pisos principales como son: equipos de cómputo, servidores, circuitos cerrados de televisión donde tenemos las cámaras de vigilancia, sistema de alarmas contra incendios y robos. De los pisos 5 al 17 se alimentaran algunas lámparas de pasillos, baños y escaleras que son necesarias. Los elevadores y las bombas de agua de 10Hp c/u para los hidroneumáticos y tableros de control, son equipos muy importantes dentro de un edificio pero no deben ser conectados al UPS debido a que estos consumen una gran cantidad de potencia pudiendo hacer que nuestro UPS falle, por lo que pueden ser conectados a otra planta de emergencia ajena a la conectada al UPS, al igual que las bombas de agua de 10 Hp.

El siguiente diagrama unifilar muestra el tablero de distribución que hay que alimentar con la UPS y estas alimentar los distintos alimentadores de los distintos pisos en donde se encuentran situadas las cargas.

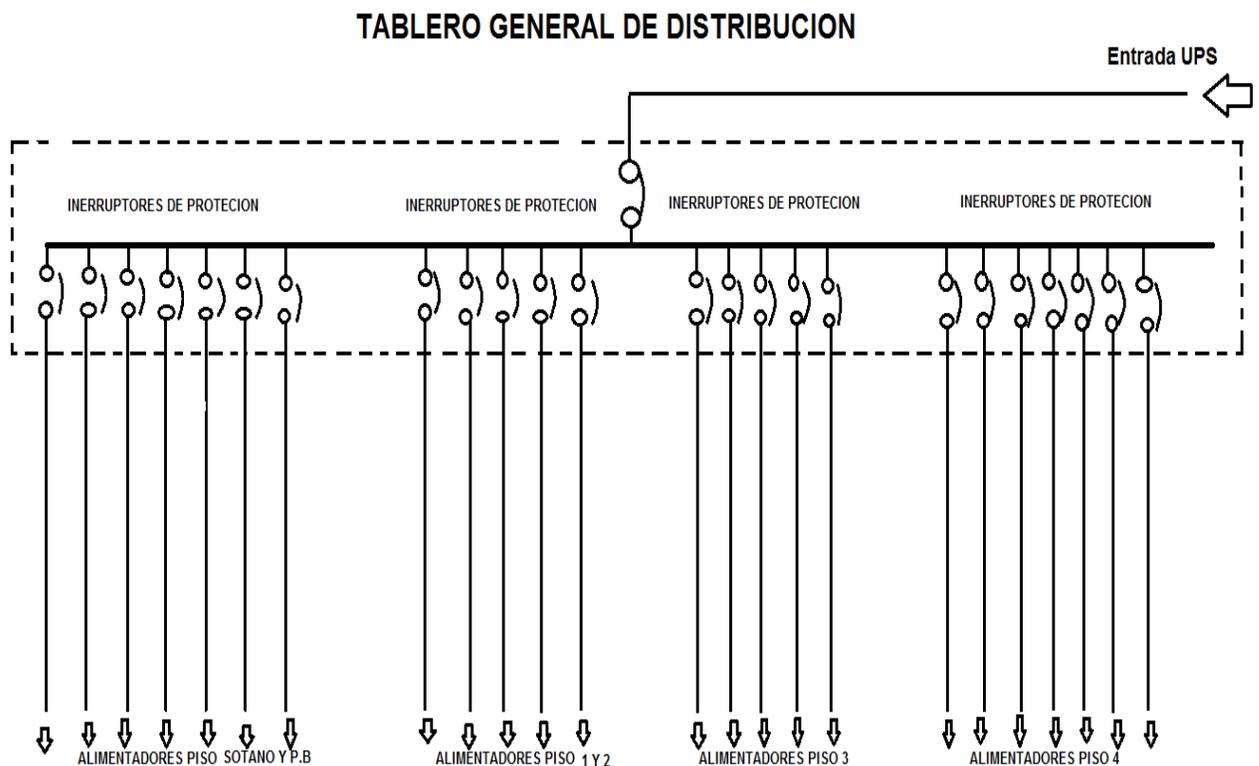


Figura 4.1 DIAGRAMA UNIFILAR DE LOS PISOS PRINCIPALES A ALIMENTAR (SOTANO, P.B PISO 1 al 4)

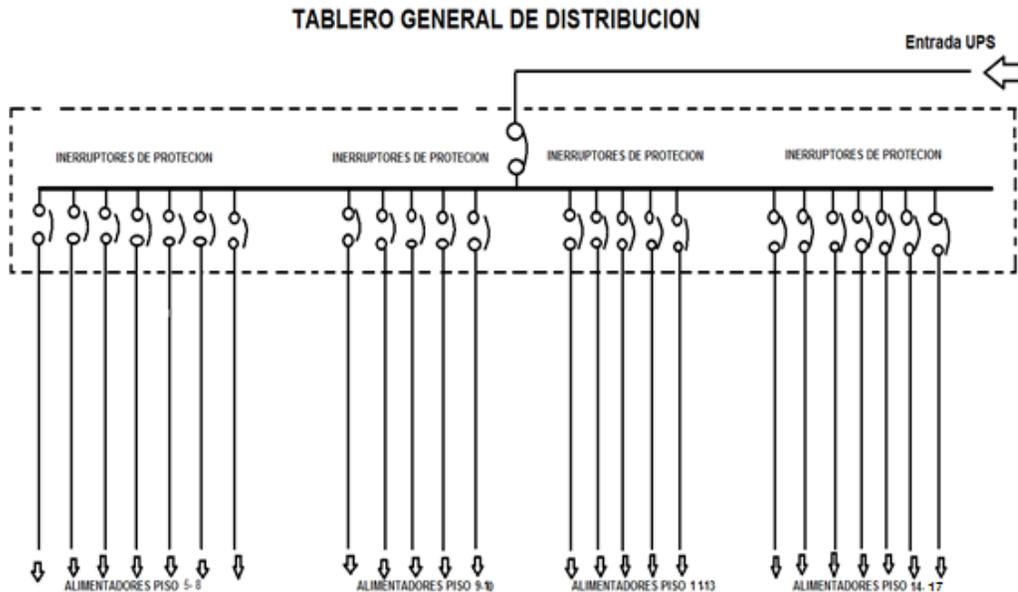


Figura 4.2 DIAGRAMA UNIFILAR DE PISOS SECUNDARIOS A ALIMENTAR CON UPS Y P.E.

Para la conexión de estos circuitos desde la salida de la corriente regulada proveniente del UPS hasta la entrada del interruptor general de alimentación de cada circuito deben de utilizarse los conductores apropiados.

Estos conductores al igual que los del UPS y planta de emergencia deben de ser calculados para evitar problemas en la red. El tema principal de esta tesis es la del cálculo y selección de UPS y planta de emergencia así como los conductores, canalizaciones y trayectorias que deben de seguir desde la generación hasta la conexión del tablero de distribución, por lo que solo se harán estos respectivos cálculos. Siguiendo estos pasos se pueden calcular de igual manera las trayectorias y conductores para la sección del tablero hasta donde se encuentran las cargas.

**NOTA:** Cada alimentador consta de dos secciones de corriente regulada de UPS, una que corresponde a iluminación y la otra a Fuerza, estos interruptores al igual que el de la UPS deben de ser calculados por la cantidad de corriente a circular en el.

## **4-2 DESARROLLO:**

Para alimentar estas cargas es necesario seleccionar:

- Planta de emergencia.
- UPS.
- Conductores por corriente y/o caída de tensión así como por su tipo de aislamiento.
- Canalización.

Para la selección de una planta de emergencia podemos citar los siguientes criterios a considerar:

## **4-3 CRITERIOS EN LA SELECCIÓN DE PLANTA DE EMERGENCIA**

- Marca y potencia de generador
- Tensión de salida
- Mantenimientos
- Factor de potencia
- Factor de Ruido admisible ( Con caseta acústica ó sin )
- Normas de cenizas
- Factor económico
- Sistemas de fijación y amortiguación.
- Tipo de transferencia y control de transferencia

### **4-3-1 UBICACION:**

Como se mencionó en el capítulo 2 , en el mercado existe una gran variedad de planta de emergencia, de los cuales podemos hacer una selección tomando en cuenta el lugar donde debe de ser instalado que en este caso es el sótano del edificio así como el criterio de uno mismo como se muestra:

### **4-3-2 ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN EN BASE A COMBUSTIBLE**

Para la selección del grupo electrógeno en base al tipo de combustible, tenemos que los grupos electrógenos con motor a gasolina generalmente son para potencias menores a 15 KVA por lo que quedan descartadas por poca potencia de entrega. Para grupos en base gas tenemos que son de muy altas dimensiones, y su costo resulta excesivo, por lo que los grupos electrógenos con motor a diesel son los que cumplen con la potencia necesaria y el costo relativamente bajo.

Con base en lo anterior podemos hacer la siguiente tabla, que muestra la selección de un grupo electrógeno con combustible a diesel, tomando en cuenta potencia y el costo aplicado al edificio:

GRUPO ELECTROGENO	POTENCIA	COSTO
Gasolina	MAL	BUENO
Gas LP	BUENO	MAL
Diesel	BUENO	BUENO

Figura 4.3

#### 4-4 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL GRUPO ELECTROGENO

Sabiendo que nuestro grupo electrógeno seleccionado es a combustible diesel se tienen que ver una lista de las diferentes marcas que hay en el mercado, generalmente las plantas de emergencia ya vienen acoplados a un generador de CA ensamblado por el distribuidor, por lo que se tienen que consultar los distintos catálogos que este ofrece así como sus características.

En base a la carga a alimentar tenemos que elegir un grupo electrógeno que puede sin ningún problema mantener esta carga y que pueda soportar sobre cargas hasta de 20% de su potencia entregada.

Las plantas de emergencia generalmente llevan acopladas al generador la placa de datos del mismo como son : número de serie, modelo, peso neto, tensión de salida, factor de potencia, potencia entregada en KW y en algunos casos en KVA, entre otros, de los cuales utilizaremos el factor de potencia, que generalmente es de 0.85 para los grupos electrógenos en base a combustible diesel.

Para saber la potencia en KW de nuestra planta a usar tenemos que convertir los KVA en KW de la siguiente manera:

La conversión de la carga de 150KVA requerida para nuestra instalación se hace de la siguiente manera:

Tenemos 150 KVA con un factor de potencia promedio para planta de emergencia de 0.85 de la formula 1-3

$$F.P = \frac{KW}{KVA}$$

Despejamos los KW y nos queda de la siguiente manera:

$$\mathbf{KW = KVA \times F.P}$$

Sustituimos valores, y nos da una potencia mínima de:

$$\mathbf{KW = 150 \times 0.85 = 127.5 \text{ KW}}$$

Este valor es el mínimo necesario (Trabajando al 100%) para que nuestro grupo electrógeno pueda mantener la carga, es decir si nuestro grupo electrógeno tuviese una potencia inferior a esta tendría problemas al trabajar e incluso podría ser el caso de quemar el generador, en nuestra selección tenemos que elegir una planta de emergencia que tenga una potencia muy superior a esta, esto para evitar posibles fallas debido a aumento de cargas en el futuro.

Una forma sencilla de obtener la potencia del generador es multiplicar el valor de la potencia obtenida por un factor de 1.2, que es la sobre carga del 20% de la capacidad del generador.

$$\mathbf{KW \text{ requeridos} = 127.5 \times 1.2 = 153 \text{ KW}}$$

Esta es la potencia real que es necesaria en la planta de emergencia para evitarnos algún problema de sobre carga de máximo 20% de su capacidad. Generalmente al seleccionar la planta de emergencia tenemos que seleccionar una de potencia mayor, como una de 160KW (trabajando casi al límite de la carga) ó de 200KW (trabajando a  $\frac{3}{4}$  partes de la carga de 100%) para posibles aumentos de cargas a futuro, se aconseja seleccionar la planta con una potencia mayor, debido a que será conectada a una UPS y la planta tiene que ser de la misma capacidad o mayor que la UPS. Por lo que se selecciona la planta de emergencia de 200 KW.

El interruptor de protección para el generador lo calculamos de la siguiente manera:

$$\mathbf{I = \frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times PF}}$$

Sustituyendo valores:

$$KW = 200$$

$$E = 220$$

$$P.F. = 0.85$$

$$I = 617.5 \text{ Amperes}$$

Por lo que nuestro interruptor debe de ser mayor a esta cantidad, se selecciona uno de 700 Amperes trifásico.

#### **4-5 SELECCIÓN DE LA POTENCIA DEL GENERADOR:**

Se selecciona una planta de una potencia de:

**POTENCIA = 200KW / 250 KVA**

**FP = 0.85**

**Interruptor de protección del generador de 700 Amperes**

NOTA:

Esta potencia calculada corresponde solamente a los circuitos de cómputo y alumbrado y fuerza así como a las cámaras y sistemas de alarma. Las bombas de agua deben de ser alimentadas por **otro grupo electrógeno** externo a la conectada al UPS.

Si quisiéramos hacer un cálculo de la capacidad del generador para alimentar las bombas de agua, sería como sigue:

#### **4-6 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL GENERADOR PARA LAS BOMBAS DE AGUA**

Son dos bombas de agua de 10 Hp, primero tenemos que convertir los Hp a KW.

Tomando la placa de datos de las bombas:

Tensión de entrada: 440 Volts

Frecuencia: 60 Hz a 3 Polos

Factor de potencia: 0.9

RPM: 3500

Para conocer la corriente, sabemos que las bombas de agua son trifásicas por lo que tenemos que consultar nuevamente las formulas de la tabla del apéndice 3 para la corriente trifásica:

$$I = \frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times PF}$$

Para la conversión de los Hp:

1Hp = 746Watts

Por lo que  $10\text{Hp} = 7460\text{Watts}$  ó  $7.46\text{KW}$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$I = \frac{7.46 \times 1000}{1.73 \times 440 \times 0.9}$$

**$I = 10.89$  Amperes.**

#### **CALCULO DE INTERRUPTOR DE PROTECCION DE LA BOMBA**

Esta es la corriente que circula en la bomba cuando esta trabajando a plena carga, normalmente las bombas y no solo ellas muchos equipos requieren una mayor cantidad de corriente al arranque que cuando están trabajando, hasta de 3 veces mayor, haciendo un calculo para la corriente de estas bombas tenemos:

$$I_{\text{arranque}} = 3 \times 10.89 = 32.67 \text{ Amperes}$$

Esta corriente solamente la tenemos presente al arranque de la bomba por lo que nuestro interruptor de protección debe de ser de 40 Amperes para cada una de las bombas.

La potencia del grupo electrógeno debe de ser:

$$(\text{Potencia Bomba 1} + \text{Potencia Bomba 2}) \times 1.2$$

$$(7.46 + 7.46) \times 1.2 = 17.904 \text{ KW}$$

El grupo electrógeno debe de ser de 20 KW / 25 KVA con interruptor de protección de 80 Amperes.

#### **4-7 RETOMANDO EL CALCULO DE PLANTA DE EMERGENCIA**

##### **4-7-1 SELECCIÓN DE LA TENSION DE SALIDA**

Los grupos electrógenos de estas capacidades generalmente son trifásicos, aprovechando las ventajas que estas tienen como se mencionó en el capítulo 1. Nuestros equipos a alimentar son monofásicos, bifásicos y trifásicos, por lo que nuestro grupo electrógeno deberá ser trifásico además que un UPS de esta capacidad es trifásico así como la unidad de la transferencia.



Figura 4.4 Termo magnético de Transferencia línea Trifásica L1,L2, y L3

En base a esto nuestro grupo electrógeno tendrá que ser de 200KW o 250 KVA (tomando el factor de potencia de 0.85), con alimentación trifásica que va de la planta de emergencia a la transferencia y de ahí al UPS.

Tenemos que la tensión de salida del UPS es trifásica y hacia las cargas monofásica y bifásicas 127/ 220, como nuestra carga son generalmente computadoras y sistemas de alumbrado estas requieren ser alimentada a 127 Volts del tablero de distribución.

#### **4-8 MARCAS DE GRUPOS ELECTROGENO Y SUS CARACTERISTICAS**

Alternativas de selección de grupos electrógenos de 250KVA / 200KW:

- Planta John Deere con generador Stanford
- Planta Cummins con generador Potencia
- Planta Detroit Diesel con generador Marathon

Cada grupo electrógeno cumple con los estándares de ruido admisible, gases de escape, y potencia entregada conforme a las normas:

#### **4-9 NORMAS PARA PLANTAS DE EMERGENCIA**

- **PROY-M1-NRF-091-PEMEX-2010**

Esta norma cancela a la NRF-091-PEMEX-2007. Establece las características, los requisitos técnicos que se deben cumplir en el diseño, fabricación, inspección y pruebas, almacenamiento y transporte, documentación y garantía para Grupo generador (Planta de emergencia) trifásico en baja tensión (480, 480Y/277 ó 220/127 V) de 30 kW (37,5 kVA) a 1500 kW (1875 kVA) de capacidad, tipo interior, a utilizarse en las instalaciones de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Otras normas de interés son:

- NOM-001-SEDE-2005.
- NMX-AA-009-1993-SCFI
- ISO 3046-1:2002.
- ISO 8528-1:2005.
- ISO 8528-2:2005.
- ISO 8528-3:2005.
- ISO 8528-4:2005.
- ISO 8528-5:2005.
- ISO 8528-6:2005.

-  
Así como con su respectivo manual de operación y de mantenimientos

#### 4-10 SELECCIÓN DE PLANTA DE EMERGENCIA

En base a sus características se selecciona la planta de emergencia de la marca Cummins con generador potencia con las siguientes características:

Potencia entregada: 200KW / 250KVA

Tensión de salida: 220 / 440

Factor de potencia: 0.85

Frecuencia: 60 Hz

RPM: 1800

Numero de fases: 4 hilos a 3 fases

Interruptor de generador de 700 Amperes

Tanque de Diesel diario de 200 Litros según la tabla del apéndice 9

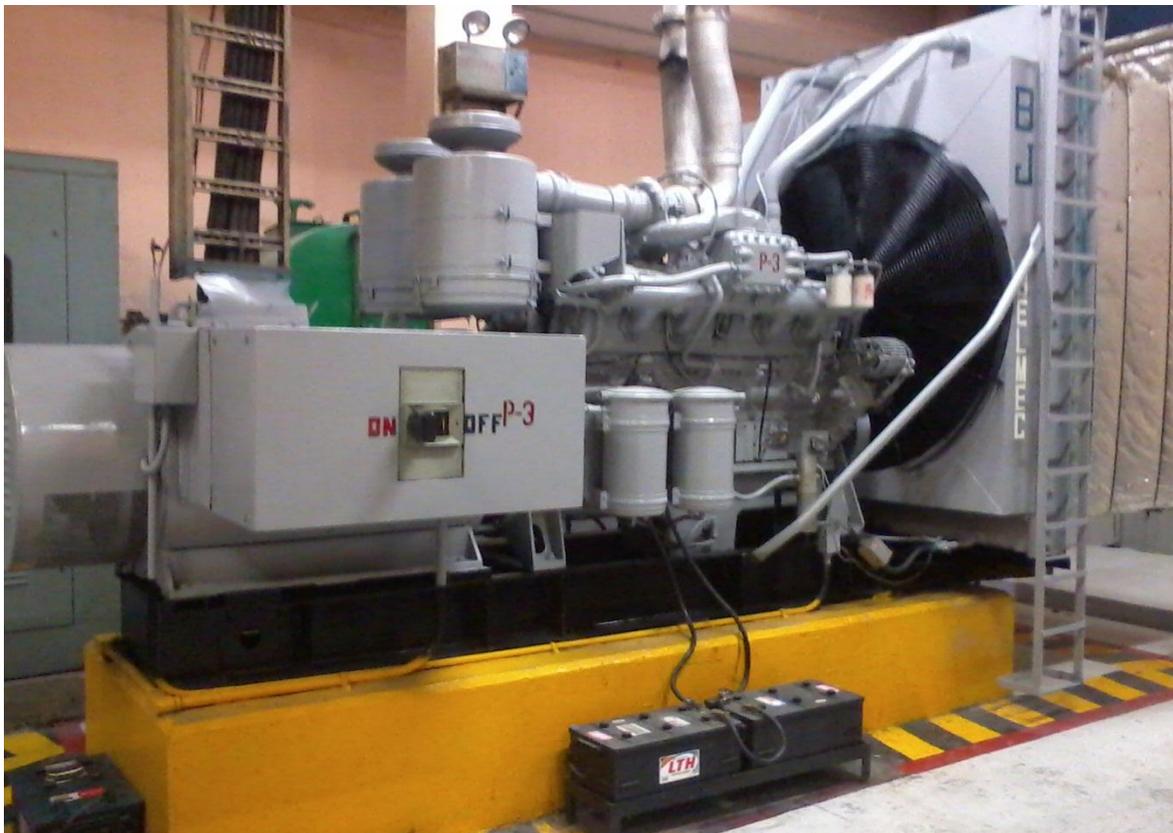


Figura 4.5 Planta de emergencia de 225 KVA/ 200 KW

Esta es montada en una base de concreto diseñada para este tipo de plantas y se le acopla unos sistemas de amortiguación del tipo resorte para evitar daños a la cimentación debido a las vibraciones generadas por el motor:



Figura 4.6 Sistemas de amortiguación de tipo resorte

Una vez seleccionada la planta de emergencia y la tensión de salida tenemos que consultar los distintos catálogos que los proveedores ofrecen para identificar la unidad de transferencia y su respectivo control.

#### **4-11 ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE TRANSFERENCIA**

Como se mencionó en el capítulo 2 existen una gran cantidad de tipos y marcas de transferencias en el mercado siendo las más comunes :

- TRANSFERENCIA ABB
- TRANSFERENCIA LOVATO
- TRANSFERENCIA MASTER PACK
- TRANSFERENCIA TELEMECANIQUE
- TRANSFERENCIA FEDERAL PACIFIC

Entre otras, generalmente los grupos electrógenos automáticos vienen con una unidad de transferencia ya seleccionada por el distribuidor, pero podemos hacer una selección de ella basándose en:

- Capacidad de corriente
- Facilidad de instalación
- Mantenimientos
- Costo de instalación

##### **Transferencia MASTER PACK**

Generalmente las transferencias de la marca Master pack son las más usadas al manejar cantidades de corriente altas, son muy confiables pero debido a su complicada conexión se requiere de una persona altamente calificada para hacerlo lo que resultaría un costo adicional para el cliente.

### Trasferencia del tipo LOVATO Y TELEMECANIQUE

Las transferencias del tipo lovato y telemecanique son sencillas de instalar, cuentan como casi todas las transferencia de dos tipos de bloqueos el mecánico y el eléctrico, tienen un fácil mantenimiento y son relativamente de menor costo que la transferencia master pack, generalmente son aplicables a cargas de 50 a 250 amperes pero podemos encontrarlas hasta de 1000 amperios.

### Transferencia FEDERAL PACIFIC

Este tipo de transferencia es al igual que la Transferencia master pack muy utilizada en equipos que requieren una gran cantidad de corriente, tiene una instalación relativamente sencilla una persona con conocimientos eléctricos y un diagrama puede hacerlo, su costos es menor al de la transferencia master pack

### Trasferencia ABB

Este tipo de transferencia las podemos encontrar casi en todas las capacidades desde unos cuantos amperios hasta de miles de amperios, su costo es muy accesible y su instalación es sencilla, los mantenimientos son relativamente sencillos.

En base a esto podemos hacer un cuadro con las distintas características de las transferencias aplicadas a esta carga:

TRANSFERENCIA	Capacidad de corriente	Instalación	Mantenimiento	Costo
Master Pack	BIEN	MAL	REGULAR	REGULAR
Lovato	REGULAR/BIEN	BIEN	BIEN	BIEN
Telemecanique	REGULAR/BIEN	BIEN	BIEN	BIEN
Federal Pacific	BIEN	REGULAR	BIEN	REGULAR
ABB	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN

Tabla de características de Transferencias.

## 4-12 SELECCIÓN DE TRANSFERENCIA

Como podemos ver las mejores opciones para esta instalación son una transferencia lovato, telemecanique o una ABB, en este caso se elegirá la transferencia marca ABB por ser la de mejores características y ser muy comercial, lo cual implica que existen refacciones en dado caso que nos falle en un futuro.

Para calcular la capacidad que deben tener nuestros interruptores de transferencia, debemos obtener la corriente que demandaran nuestras cargas como se muestra:

De la potencia del generador tenemos:

P= 200 KW

Nuevamente de la formula para la corriente tenemos:

$$I = \frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times PF}$$

Con :

PF = 0.85

E = 220

Sustituyendo valores:

I = 617.5Amperes, por lo que nuestros interruptores de transferencia deberán de ser de 700 Amperes trifásicos.

**NOTA:** Es recomendable que nuestro interruptor sea de una capacidad mayor debido a que en un futuro se puedan conectar mas cargas y pueda sin ningún problema mantenerlas sin dispararse, así como de que no exceda la capacidad de conducción de corriente de los conductores.



Figura 4.7 Interruptores de transferencia trifásicos de 700 Amperes

#### **4-13 ALTERNATIVAS EN CONTROL DE TRANSFERENCIA:**

Al igual que la transferencia, el control de transferencia ya viene seleccionado por el proveedor pero de igual manera se puede hacer una selección tomando en cuenta algunas marcas de controles así como sus características de operación.

Algunas marcas de controles comerciales son:

- Control Dale 2100
- Control Dakon
- Control Planelec
- Control Gencon
- Control Deep Sea 5220

Entre otros, haciendo un cuadro en las que las características a elegir son:

- Facilidad de manejo
- Costo del equipo e instalación
- Mantenimiento
- Versatilidad del control

Haciendo al igual un cuadro tenemos:

Control	Facilidad de manejo	Costo de instalación y equipo	Mantenimiento	Versatilidad
Dale 2100	BIEN	BIEN	REGULAR	REGULAR/BIEN
Planelec	REGULAR	BIEN	BIEN	REGULAR
Gencon	REGULAR	BIEN	BIEN	BIEN
Deep Sea	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN

Figura 4.8 Características de los tipos de controles

En esta tabla tenemos algunos de los controles mayormente utilizados en los grupos electrógenos, existen otras marcas que se han omitido por espacio, pero no por eso no implican que puedan aplicarse.

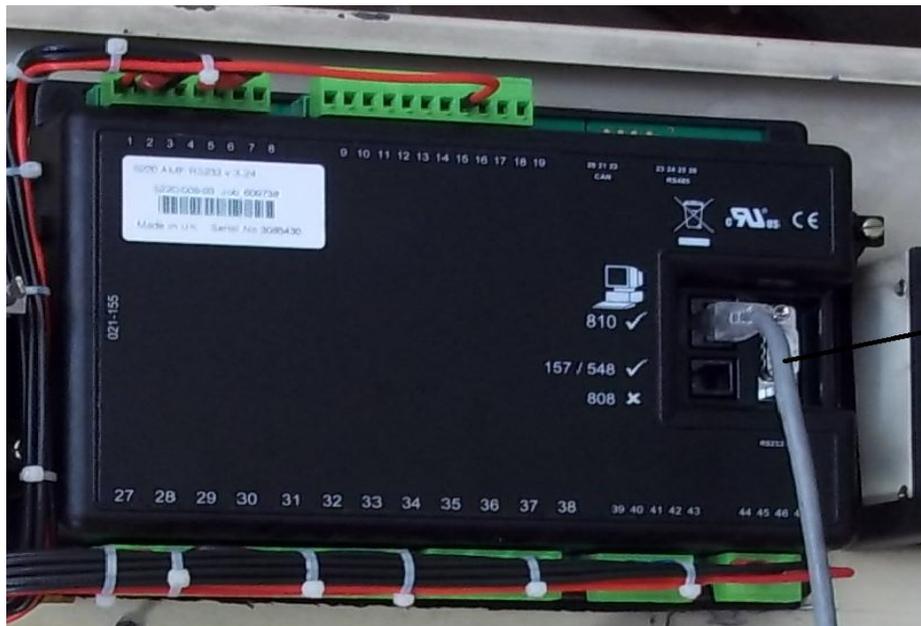
#### 4-14 SELECCIÓN DE CONTROL DE TRANSFERENCIA

Como vemos el control Deep Sea es el que tiene mejores resultados, podemos seleccionar el control Deep Sea 5220 ya que su instalación es sencilla de hacer, así como su manejo, cuenta con una conexión a computadora con la que podemos programar distintos parámetros a la planta de emergencia como son algunos:

- Sensor de temperatura
- Sensor de presión de aceite
- Voltaje
- RPM
- Tiempo y retardo de arranque
- Etc.



Figura 4.9 Parte frontal de control Deep Sea 5220



conexión  
computadora

Figura 4.10 Parte trasera de conexión de control Deep Sea 5220

## 4-15 SELECCIÓN DE UPS

Para la selección de la UPS se pueden citar los siguientes criterios:

### 4-15-1 CRITERIOS EN LA SELECCIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA ININTERRUMPIBLE (UPS)

- Tipo de UPS ( On-line, Stand By, Interactiva)
- Carga a conciderar
- Mantenimientos
- Tiempo de respaldo
- Tiempo de conmutación
- Calidad de la energía
- Factor economico
- Potencia entregada.
- Instalación
- Banco de baterías
- Costo del equipo y costo de instalación

### 4-16 POTENCIA DEL UPS

Para el calculo de potencia se recurre a las formula 1-3

Los UPS on-line como se mencionó tienen un factor de potencia muy cercano a la unidad ( 1), por lo que los KVA se pueden tomar iguales a los KW, es decir la potencia reactiva a la salida de un UPS on-line es muy baja y tiende a cero, asiendo que nuestra potencia instalada sea la de 150 KVA, tenemos que seleccionar un UPS que como se dijo anteriormente pueda soportar sobrecargas de hasta la mitad de su capacidad, esto quiere decir que la potencia de 150 KVA debe de ser no mayor a  $\frac{3}{4}$  partes de la potencia total del UPS.

Haciendo un cálculo con 150 KVA a la  $\frac{3}{4}$  partes tenemos que la potencia máxima del UPS debe de ser de:

$$P= 200 \text{ KVA}$$

En el mercado tenemos UPS de 225 KVA, por lo que se selecciona este UPS el cual cuenta con todas las características antes mencionadas y con las normas mencionadas:

**Nota:** Generalmente nunca se llega a la potencia máxima instalada en este caso los 200 KVA debido a que nunca se conectan todos los equipos al mismo tiempo, por lo que la UPS regularmente queda sobrada en las instalaciones.

**NOTA:** Se menciona en el capítulo 3 que al multiplicando por un factor de 1.6 se obtiene una potencia en el UPS que puede mantener la carga por un periodo de 10 a 15 minutos suficiente para guardar y apagar equipos conectados a el, este caso solo lo aplicamos en donde nuestra

instalación preside de una planta de emergencia, pero como en este caso tenemos una planta de emergencia la cual tiene un tiempo de arranque y toma de carga de aproximadamente 15 a 30 segundos, no es necesario tomar este factor.

#### **4-17 ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN EN EL TIPO DE UPS**

Como se menciona en el capítulo 3 existen tres tipos de UPS de los cuales podemos elegir el que más nos convenga para esta instalación, tomando los siguientes criterios:

##### **4-17-1 SELECCIÓN DE UPS EN BASE A POTENCIA INSTALADA:**

##### **4-17-2 ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

- UPS STAND BY

La potencia es limitada generalmente son para equipos de computo de oficinas, su costo es relativamente bajo ya que no ofrecen las protecciones que una ups on-line.

- UPS INTERACTIVA

Estos equipos son diseñados usualmente para potencias menores de 6 KVA, teniendo una onda de salida sinusoidal y menor de 3 KVA una onda semi-cuadrada.

- UPS ON LINE

Este tipo de UPS es el mas comúnmente utilizado para grandes cargas y para equipos delicados, los encontramos de capacidades desde unos 6KVA hasta 600KVA.

##### **4-17-3 SELECCIÓN DE ALTERNATIVA**

Como vimos de los tres tipos de UPS el único que tiene la potencia necesaria es el tipo ON LINE.

#### **4-18 SELECCIÓN EN BASE A LA CALIDAD DE LA ENERGÍA**

##### **4-18-1 ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

- UPS STAND BY

Este tipo de UPS al ser prácticamente conectado directamente a la red presenta los problema de ella a pesar de tener un estabilizador de tensión y filtro a la entrada, tiene

un tiempo de conmutación del orden de 5 milisegundos que sería  $\frac{1}{4}$  de ciclo, que es generalmente imperceptible para equipos de oficina como son computadoras, impresoras, fax , etc., pero no para un PLC el cual resultaría dañado al hacer la conmutación de la carga.

- UPS INTERACTIVA

Este tipo de UPS tiene el problema principal de la forma de onda, la cual tiende a ser cuadrada o sinusoidal en equipos de alta capacidad, este problema de la onda trae consigo un alto nivel de armónicos lo cual nos produce perdidas de potencia considerables en nuestra instalación debido a las cargas inductivas en ella como son los motores y computadoras.

- UPS ONLINE

En este UPS la tensión es siempre generada por el inversor, de esta manera si la red de entrada presenta interferencias o ruido para el caso interactivo la carga también recibirá estas perturbaciones, por otra parte la UPS ON LINE al generar siempre su tensión de salida garantiza que el ruido de entrada no será aplicado a la carga, además algunas UPS están dotadas de un sistema de corrección del factor de potencia (banco de filtros y capacitores), con lo que se reducen los niveles de **armónicos**.

#### **4-18-2 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

Como nuestras cargas a alimentar son muy delicadas y no permiten una interrupción de la energía, la UPS ON LINE cumple con las características necesarias para una buena calidad de la energía además de que en nuestra instalación existen varias cargas inductivas la UPS seleccionada tiene un sistema de corrección del factor de potencia.

#### **4-19 SELECCIÓN DEL TIPO DE UPS**

Debido a que la potencia del UPS hace que la selección sea del tipo ON LINE la instalación debe de ser mediante charolas, ductos, o tubo conduit por donde son canalizados los conductores, para esto se tiene que hacer una selección de conductores y de canalización adecuada siguiendo las normas de instalaciones eléctricas del país.

## 4-20 MARCAS DE UPS

Ahora que tenemos seleccionada la UPS del tipo ON LINE tenemos que ver las marcas que existen en el mercado:

### 4-20-1 ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN

En el mercado tenemos una gran variedad de marcas de UPS siendo los más comunes los siguientes:

- UPS de la marca Liebert
- UPS de la marca Power ware
- UPS de la marca Mitsubishi
- UPS de la marca MGE
- UPS Triple elite

Entre otros.

Cada uno de estos tienen sus características especiales así como sus catálogos de operación, los manuales de operación son muy largos y quedan fuera del contenido de esta tesis, en cambio podemos hacer una tabla tomando las ventajas y desventajas de cada uno para la mejor selección.

Los factores para la selección son los mencionados arriba. Tomando solo los tres tipos de UPS más comunes en el mercado que son:

UPS LIEBERT

UPS POWER WARE

UPS MITSUBISHI

Tabla de selección de alternativas en UPS

UPS	FACTOR ECONOMICO	COSTO INSTALACION	FACILIDAD DE MANEJO	TIEMPO DE CONMUTACION	RESPALDO	MANTENIMIENTOS	BATERIAS	POTENCIA
LIEBERT	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	REGULAR
MITSUBISHI	MAL	REGULAR	REGULAR	BIEN	BIEN	REGULAR	BIEN	BIEN
POWER WARE	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN	BIEN

Figura 4.11 Características de los UPS

Todos los UPS mencionados son buenos pero dependiendo la instalación será la selección, en este caso se selecciona el ups de la marca POWER WARE debido a que presenta las mejores características en la instalación, la cual es dentro del sótano de un edificio, en un ambiente seco y se va a alojar en un cuarto cerrado libre con un ambiente controlada de humedad y polvo.



Figura 4.12 UPS 225 KVA

Este UPS cuenta con dos bancos de baterías, los cuales lo alimentan y se instalan a un lado de él, como se muestra en la siguiente figura:



Figura4.13 Instalación de banco de baterías para UPS de 225 KVA

Así como de un Transformador tipo seco con gabinete metálico tipo NEMA para alimentar al



Figura 4.14 Transformador de 225 KVA

**NOTA :**EL transformador cumple con las normas:

- **NMX-J-116 y NOM-002/ANCE (Para transformadores de 225KVA y 500KVA)**
- **IEEE C62.41-B3, NEC NFPA Class A parts, UL 1778, IEEC 1000**
- **ANSI, NMX-J-351. (Para transformador tipo seco) de 5KVA hasta 750 KVA)**

Tanto la entrada de alimentación del UPS, By-pass, transformador deben de conectarse a interruptores dentro de un gabinete de acero rolando en frio con el propósito de proteger la carga, a los conductores y al operador.



Figura 4.15 Instalación de tablero para UPS 225 KVA

La siguiente figura muestra la selección del UPS de 225 KVA mostrando el panel de control, el interruptor de arranque, y el UPS abierto.

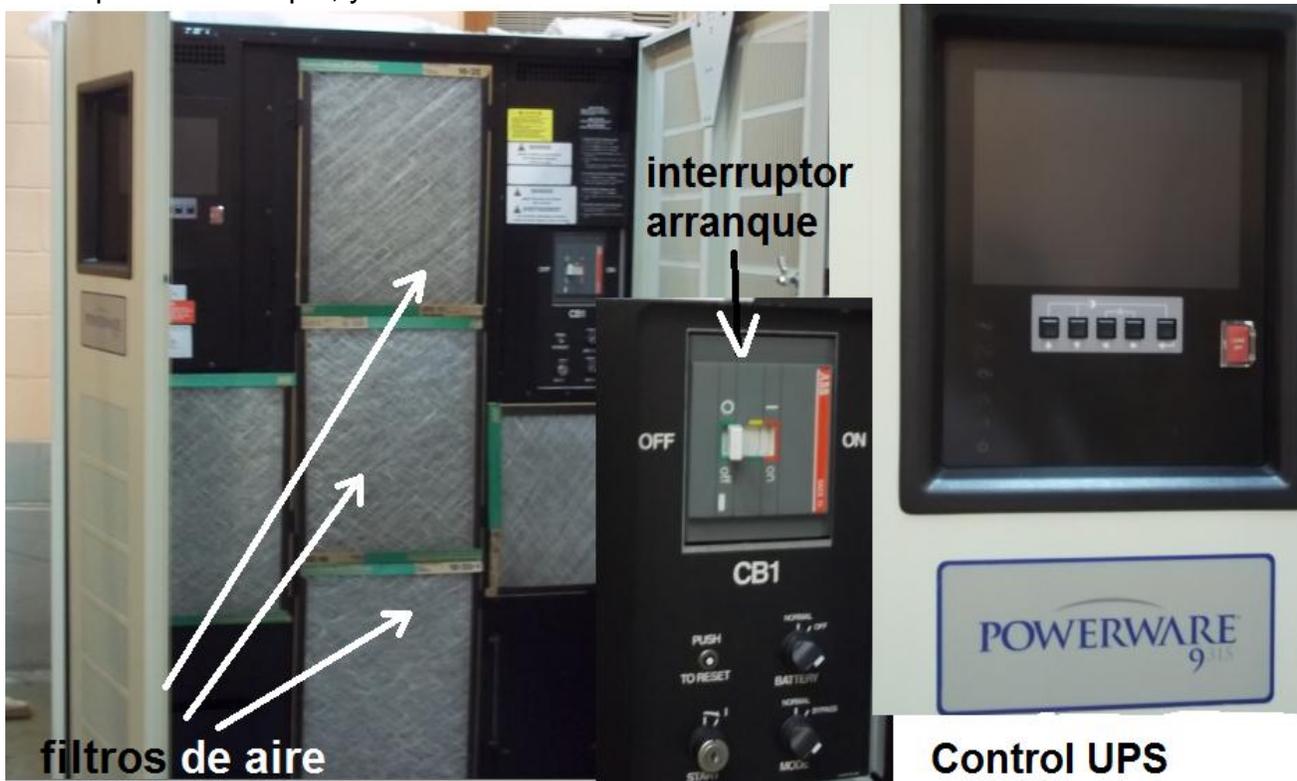


Figura 4.16 UPS 225KVA

Para la conexión de todos estos equipos es necesario los conductores eléctricos, estos tienen que ser seleccionados de acuerdo a las condiciones siguientes:

- Tipo de aislante
- Tamaño de conductor por corriente y caída de tensión.

Así como de la canalización correspondiente para ser ubicados como pueden ser:

- Charola
- Ductos
- Tubos conduit, PVC, etc.

Estos conductores y canalizaciones deben de cumplir con las normas mexicanas de instalaciones eléctricas las cuales nos indican los numero de conductores por canalización, la capacidad de corriente por tamaño de conductor, los conductores a usar, tipos de canalizaciones y conexiones, etc.

Se hará una selección de conductores y canalizaciones siguiendo las normas, por mencionar algunas tenemos:

- **NOM-063-SCFI-2001**
- **NOM-001-SEDE-2005**
- **NRF-048-PEMEX-2007.** Diseño de instalaciones eléctricas.
- **IEC 60364-1** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 1: Definiciones, campo de aplicación y principios fundamentales
- **IEC 60364-4-41** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 41: Protección contra los choques eléctricos
- **IEC 60364-4-42** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 42: Protección contra los efectos térmicos
- **IEC 60364-4-43** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 43: Protección contra las sobre intensidades
- **IEC 60364-4-44** Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 44: Protección contra las sobretensiones

## **4-21 SELECCIÓN DE CONDUCTORES POR TIPO DE AISLANTE**

En este caso nuestra canalización será de dos tipos

1. Aérea (del UPS al tablero de distribución)
2. Aérea y visible por el piso y pared, que va de la planta de generación al UPS

Tomando las características de los conductores de las tablas del apéndice 4 y del capítulo 3 para la primera parte el único agente es la humedad por lo que nos conviene utilizar el aislante **Vinanel Nylon** o un **THW-LS a 75°C**



Figura 4.17 Charola para conductores

Para la segunda parte de la planta de emergencia al UPS tenemos agentes químicos como hidrocarburos y humedad por lo que nos convendrá utilizar un de igualmente un **THW-LS 75°C**

Como la corriente a manejar es bastante grande y con esto los conductores de mayor tamaño de sección, es necesario tener una buena ventilación y separación de los mismos para evitar problemas de calentamiento en conductores.

## 4-22 SELECCIÓN DE LA CANALIZACION

### SALIDA GENERADOR A TRANSFERENCIA

Desde la salida de los conductores de la planta de emergencia a la transferencia nos conviene por la cantidad de corriente a manejar utilizar charola aérea ya que el lugar es un cuarto de maquinas en el sótano por lo que existe el continuo paso de personal de mantenimiento además que esta nos brinda una mejor ventilación.

### SALIDA TRANSFERENCIA A ENTRADA TABLEROS DE UPS Y TRANSFORMADOR

Nos conviene utilizar de igual manera charola atornillada a la pared como se muestra en la siguiente figura:



Figura 4.18

### SALIDA TABLEROS A UPS

Para esta parte utilizaremos charola pegada a la pared como se muestra.



Figura 4.19

## SALIDA UPS A INTERRUPTORES DE PROTECCION Y TABLEROS DE DISTRIBUCION

Aquí se selecciona charola igualmente pegada a la pared y a la entrada al tablero de distribución se aconseja que sea mediante ducto cuadrado debido a que este es fácil de quitar y de modificar si llegara a ser de cambiar la posición del tablero de distribución.



Figura 4.20a



Figura 4.20b

## **4-23 CALCULO DE CALIBRE DE CONDUCTORES POR CORRIENTE Y CAIDA DE TENSION**

Para seleccionar un conductor tenemos que seleccionarlo en base a :

- Capacidad de Corriente
- Caída de tensión

Estos dos factores son los que nos determinan la sección del conductor a usar, usualmente son calculados a la par y se selecciona el de mayor sección obtenido. La caída de tensión es un factor primordial en una instalación eléctrica cuando la distancia desde la generación de la energía hasta donde están situadas las cargas sea mayor a 100 metros. En este caso la distancias a manejar no superan ni los 50 metros por lo que un calculo por corriente seria suficiente en principio para determinar la sección del conductor, o en dado caso se puede hacer un calculo de caída de tensión para el conductor seleccionado y este valor obtenido debe de ser menor al permitido por las normas el cual es de 3%.

A continuación se harán los cálculos por corriente y en algunos por caída de tensión para las diferentes secciones que constituyen nuestra instalación de planta de emergencia, UPS, transformador, tableros de entrada y salida de UPS, y tablero de distribución.

## 4-23-1 SECCION GENERADOR - TRANSFERENCIA

### CALCULO POR CORRIENTE

Para calcular este conductor tenemos que utilizar la formula para la corriente trifásica alterna con tres fases y cuatro hilos del apéndice 3.

Con los siguientes datos:

$$W = 200,000 \text{ Watts}$$

$$\text{Cos}\alpha = 0.85$$

$$E_f = 220 \text{ Volts}$$

Sustituyendo:

$$I = \frac{200,000}{1.73 \times 220 \times 0.85}$$

$$I = 617.5 \text{ Amperes}$$

Buscando en la tablas del apéndice 2 para conductor THW-LS a 75°C vemos que el calibre del conductor a usar es de 1500 MCM, este calibre tiene un costo muy elevado, por lo que una alternativa para disminuir este precio seria colocar dos conductores por fase en lugar de uno y de esta manera dividir la corriente entre ambos.

Dividiendo la corriente:

$$I_2 = \frac{617.5}{2}$$

$$I = 308.75 \text{ Amperes}$$

Buscando nuevamente en las tablas del apéndice 2 vemos que el conductor a usar es de 350 MCM, por lo que seria utilizar dos conductores por fase de calibre 350 MCM.

### CALCULO POR CAIDA DE TENSION

De la formula 1-1 para caída de tensión y con los siguientes datos tenemos:

$$S = \frac{2 \sqrt{3} LI}{V_f e\%}$$

Formula 1-1

L = 33 Metros  
I = 617.5 Amperes  
Ef = 220 Volts  
e % = 3

NOTA: la "L" es la longitud total desde la generación de energía en el generador hasta la entrada de la transferencia.

NOTA: La distancia "L" en este caso es muy pequeña por lo que la caída de tensión es muy poca.

Sustituyendo los valores tenemos:

$$S = \frac{2\sqrt{3} (33m)(617.5A)}{(220V)(3)}$$

$$S = 106.86 \text{ mm}^2$$

Buscando en las tablas apéndice 1 el conductor más cercano a este valor tenemos el de calibre 4/0.

## SELECCION

Por lo que comparando los valores de calibre de conductor por corriente y caída de tensión tenemos que el calibre a usar es dos de 350 MCM por fase, haciendo un total de 9 conductores de 350 MCM en nuestra instalación, 6 de para las fases, 2 para el neutro, y uno para la tierra física.

Calculando la caída de voltaje para este conductor tenemos de la formula 1-1

Despejando e%:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}LI}{V_f S} \quad \text{Formula 1-2}$$

Sustituyendo con un valor de  $S = 354.708\text{mm}^2$  por ser dos conductores por fase de sección  $177.354\text{mm}^2$  cada uno.

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} (33m)(617.5A)}{(220V)(177.354x2)}$$

e % = 0.9 %

El cual es mucho menor al 3 % permisible en nuestra instalación.

**NOTA:** Como vimos el calibre del conductor por caída de tensión es mucho menor que el calibre por corriente esto debido a que la distancias manejadas en esta instalación son muy cortas por lo que en los siguientes cálculos se omitirá este calculo de caída de tensión, solo se hará un calculo de la caída de tensión para el conductor seleccionado el cual no debe de se mayor a 3%.

## 4-23-2 SECCION TRANSFERENCIA - ENTRADA TABLEROS NORMAL DE UPS

### CALCULO POR CORRIENTE

La potencia a la salida de la transferencia es de 200 KW por lo que el cálculo de corriente es el mismo que el anterior

I = 617.5 Amperes.

Igualmente dividiendo la corriente entre dos tenemos que el calibre de conductor a usar es de 2 conductores de 350 MCM por fase a tablero de entrada normal a UPS, haciendo un total de 8 conductores ( 6 conductores para fases y 2 para neutros)

### CALCULO POR CAIDA DE TENSION PARA EL CONDUCTOR SELECCIONADO

Datos:

L= 10 metros

I = 617.5 Amperes

Ef = 220 Volts

e% = 3

De la formula 1-2 para caída de tensión y utilizando la sección del conductor en mm<sup>2</sup> de la tabla del apéndice 1 tenemos:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}(10)(617.5)}{(220)(354.6)}$$

$$e\% = 0.27$$

El cual es menor al 3 % permitido

**Nota:** el valor de 354.6mm<sup>2</sup> lo obtenemos de multiplicar por dos veces el área en mm<sup>2</sup> del conductor seleccionado ya que son dos conductores por fase.

### SELECCIÓN

Dos conductores por fase del calibre 350MCM Haciendo un total de 8 conductores de 350 MCM a la entrada de tablero normal de UPS.

## 4-23-3 SECCION TABLERO NORMAL – ENTRADA TRANSFORMADOR DE 225 KVA

### CALCULO POR CORRIENTE

La potencia del transformador es de 225 KVA por lo que haciendo el cálculo de corriente tenemos:

De la formula para convertir KVA en KW con factor de potencia de 0.85

$$KW = KVA \times PF = 225 \times 0.85 = 191.25KW$$

Obteniendo la corriente nuevamente de la formula del apéndice 3 para esta potencia dada con los siguientes datos:

$$L = 3 \text{ metros}$$

$$E_f = 220 \text{ Volts}$$

$$P.F = 0.85$$

$$I = 590.47 \text{ Amperes}$$

De tablas del apéndice 2 vemos que el calibre a usar es de 1250MCM dividiendo la corriente entre dos de igual manera tenemos:

$$I = 590.47 / 2 = 295.23 \text{ Amperes}$$

Buscando en tablas le corresponde el conductor calibre 350 MCM por fase

## CALCULO CAIDA DE TENSION PARA CONDUCTOR

El cálculo de caída de tensión lo obtenemos nuevamente de la formula 1-2:

$$e\% = \frac{2 \sqrt{3} LI}{V_f S}$$

Sustituyendo valores:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}(3)(590)}{(220)(354.6)}$$

$$e\% = 0.078$$

Menor al permitido.

## SELECCIÓN

Se selecciona el conductor de 350 MCM haciendo un total de 8 conductores de 350MCM a la entrada del transformador debido a que a la entrada tenemos BT (Baja tensión) por lo que su conexión es estrella.

## 4-23-4 SECCION SALIDA TRANSFORMADOR – ENTRADA UPS

### CALCULO POR CORRIENTE

Datos

L= 8 metros

Ef = 480 Volts

W = 191.25 Watts

Sustituyendo en la formula para la corriente tenemos:

$$I = \frac{191.25(1000)}{\sqrt{3} (480)(0.85)}$$

$$I = 270.6 \text{ Amperes}$$

Esta corriente debe de multiplicarse por un factor de corrección de temperatura debido a que estos transformadores radian mucho calor, el cual puede hacer que nuestro conductor falle por sobrecalentamiento.

Multiplicando por un factor de 1.05 de la tabla del apéndice 8, con temperatura ambiente de 22 °C y temperatura de transformador de 90 °C, tenemos:

$I = 284.13$  Amperes,

Buscando en las tablas del apéndice 2 para conductor THW-LS a 75°C vemos que el conductor de 300MCM estaría en el límite por lo que se recomienda utilizar el conductor de calibre siguiente:

Conductor de 350 MCM por fase.

### **CALCULO CAIDA DE TENSION PARA CONDUCTOR**

Nuevamente de la formula para caída de tensión 1-2 y sustituyendo valores

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} (8m)(281.45A)}{(480V)(177.354)}$$

$e\% = 0.09$

Que es menor al permisible

### **SELECCIÓN**

Conductor de 350 MCM por fase haciendo un total de 3 conductores. A la salida de este transformador tenemos una conexión delta en AT (Alta tensión).

## **4-23-5 SECCION SALIDA UPS – INTERRUPTOR GENERAL UPS (Sección Automática)**

### **CALCULO POR CORRIENTE**

Datos:

$L = 9$  metros

$W = 225,000$  Watts con un factor de potencia  $\cos\alpha$  a la salida de UPS de 1

Sustituyendo en formula para corriente:

$$I = \frac{225,000}{\sqrt{3}(220)}$$

$I = 590.47$  Amperes

Dividiendo de igualmente la corriente tenemos:

$$I = 295.23 \text{ Amperes}$$

Buscando en tablas apéndice 2 tenemos que son dos conductores por fase de 350 MCM

### **CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA EL CONDUCTOR**

De la formula 1-2 tenemos:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} (9m)(590.47A)}{(220V)(354.6)}$$

$$e\% = 0.23$$

Menor al permitido y dentro de normas

### **SELECCIÓN**

Se seleccionan dos conductores de 350 MCM por fase haciendo un total de 8 conductores, seis para las fases de 350 MCM, y dos conductores para los neutros de 350 MCM.

## **4-23-6 ENTRADA BY.PASS - UPS**

### **CALCULO POR CORRIENTE**

Datos:

L= 12 metros

W = 200,000 Watts

Para corriente tenemos:

$$I = \frac{200,000}{\sqrt{3}(220)(0.85)}$$

$$I = 617.47 \text{ Amperes}$$

Igualmente dividiendo la corriente tenemos:

$$I = \frac{617.48}{2}$$

$$I = 308.74 \text{ Amperes}$$

## SELECCION

Buscando en tablas tenemos que son dos conductores por fase de 350 MCM. Haciendo un total de 6 conductores.

## CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA CONDUCTOR

De la formula 1-2 tenemos:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3} (12m)(617.5A)}{(220V)(177.354x2)}$$

$$e\% = 0.32$$

Menor al permitido y dentro de la norma.

## 4-23-7 BY-PASS AUXILIAR

## CALCULO POR CORRIENTE

Datos:

L= 20 metros

W = 200,000 Watts

Para corriente tenemos:

$$I = \frac{200,000}{\sqrt{3}(220)(0.85)}$$

$$I = 617.47 \text{ Amperes}$$

Igualmente dividiendo la corriente tenemos:

$$I = \frac{617.48}{2}$$

$$I = 308.74 \text{ Amperes}$$

## SELECCION

Buscando en tablas tenemos que son dos conductores por fase de 350 MCM. Haciendo un total de 6 conductores.

## CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA CONDUCTOR

De la formula 1-2 tenemos:

$$e\% = \frac{2 \sqrt{3} (20m)(617.5 A)}{(220)(354.708)}$$

$$e \% = 0.54$$

El cual es menor al permitido y dentro de las normas.

## 4-23-8 SECCION SALIDA INTERRUPTOR UPS – TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION (CORRIENTE REGULADA)

### CALCULO POR CORRIENTE

Datos:

L= 28 metros

W = 225,000 Watts, FP.=1

Sustituyendo en la formula para corriente:

$$I = \frac{225,000}{\sqrt{3} (220)(1)}$$

$$I = 590.47 \text{ Amperes}$$

Por lo que dividiendo la corriente entre dos conductores tenemos:

$$I = \frac{590.47}{2}$$

$I = 295.23$  Amperes

Buscando en tablas tenemos dos conductores por fase de 350 MCM

La distancia en esta sección es de 28 metros haciendo un cálculo de caída de tensión tenemos:

### **CALCULO POR CAIDA DE TENSION**

De la formula 1-1 para selección de conductor por caída de tensión

$$S = \frac{2 \sqrt{3} LI}{V_f e\%}$$

Sustituyendo:

$$S = \frac{2\sqrt{3} (28m)(590.47A)}{(220V)(3)}$$

$S = 86.81\text{mm}^2$

Buscando en tablas del apéndice 1 vemos que le corresponde un calibre de conductor de 4/ 0 por lo que nuevamente vemos que la distancia en esta instalación es muy poco y la caída de tensión también. Seleccionamos el conductor calculado por corriente

### **SELECCIÓN**

Dos conductores de 350 MCM por fase haciendo un total de 9 conductores, seis para las fases, dos para los neutros y uno para la tierra física del UPS.

### **CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION PARA ESTE CONDUCTOR**

De la formula 1-2 tenemos:

$$e\% = \frac{2\sqrt{3}(28)(590.47)}{(220)(354.7)}$$

$e\% = 0.734$

Menor al permitido y dentro de la norma.

## **4-24 RESUMEN**

Haciendo un resumen de la selección tenemos:

POTENCIA INSTALADA 150 KVA

### **4-24-1 PLANTA DE EMERGENCIA:**

Marca Cummins con generador Potencia sin caseta acústica

Potencia entregada en el motor 315 Hp

Cilindrada: 16.2cm<sup>3</sup> , 8 cilindros

P.M.E:10

Potencia entregada del generador: 200KW / 250KVA

Tensión de salida: 220 / 127

Factor de potencia: 0.85

Frecuencia: 60 Hz

RPM: 1800

Numero de fases: 4 hilos a 3 fases

Interruptor de generador de 700 Amperes

Tanque de Diesel diario de 200 Litros

### **4-24-2 UPS**

Marca: POWER WARE

Capacidad: 225 KVA

F.P. = 1

Transformador tipo seco : 225 KVA

Interruptor de UPS de 700 Amperes

Entrada de BY-PASS independiente

Banco de Baterías externo de 30 Baterías c/u, con Baterías de 12-13.5 Volts marca Hight Rate

### **4-24-3 CANALIZACION**

- Charola sección Generador- transferencia
- Charola sección transferencia a entrada tableros normal de ups y transformador.
- Charola sección salida transformador a entrada interruptor de UPS
- Charola y ducto salida ups a interruptores de protección y tableros de distribución

## **4-24-4 CONDUCTORES**

Conductor Monterrey Tipo THW-LS 75 °C

### **-Sección Generador – transferencia.**

THW-LS a 75 °C calibre 350 MCM dos conductores por fase.  
Total de 9 conductores

### **-Sección transferencia - entrada tableros normal de UPS**

THW-LS 75 °C calibre 350 MCM dos conductores por fase  
Total de 8 conductores

### **-Sección tablero normal – entrada transformador de 225 KVA**

THW-LS 75 °C calibre 350 MCM dos conductores por fase  
Total de 8 conductores.

### **-Sección salida transformador – entrada UPS**

THW-LS 75 °C calibre 350 MCM por fase.  
Total 4 conductores al 3 al UPS y un 1 neutro de entrada al UPS general.

### **-Sección salida UPS – Interruptor general UPS (Sección automática)**

THW-LS 75 °C calibre 350 MCM dos conductores por fase  
Total de 8 conductores.

### **-Sección entrada By-pass – UPS**

THW-LS 75 °C calibre 350 MCM dos conductores por fase  
Total de 6 conductores

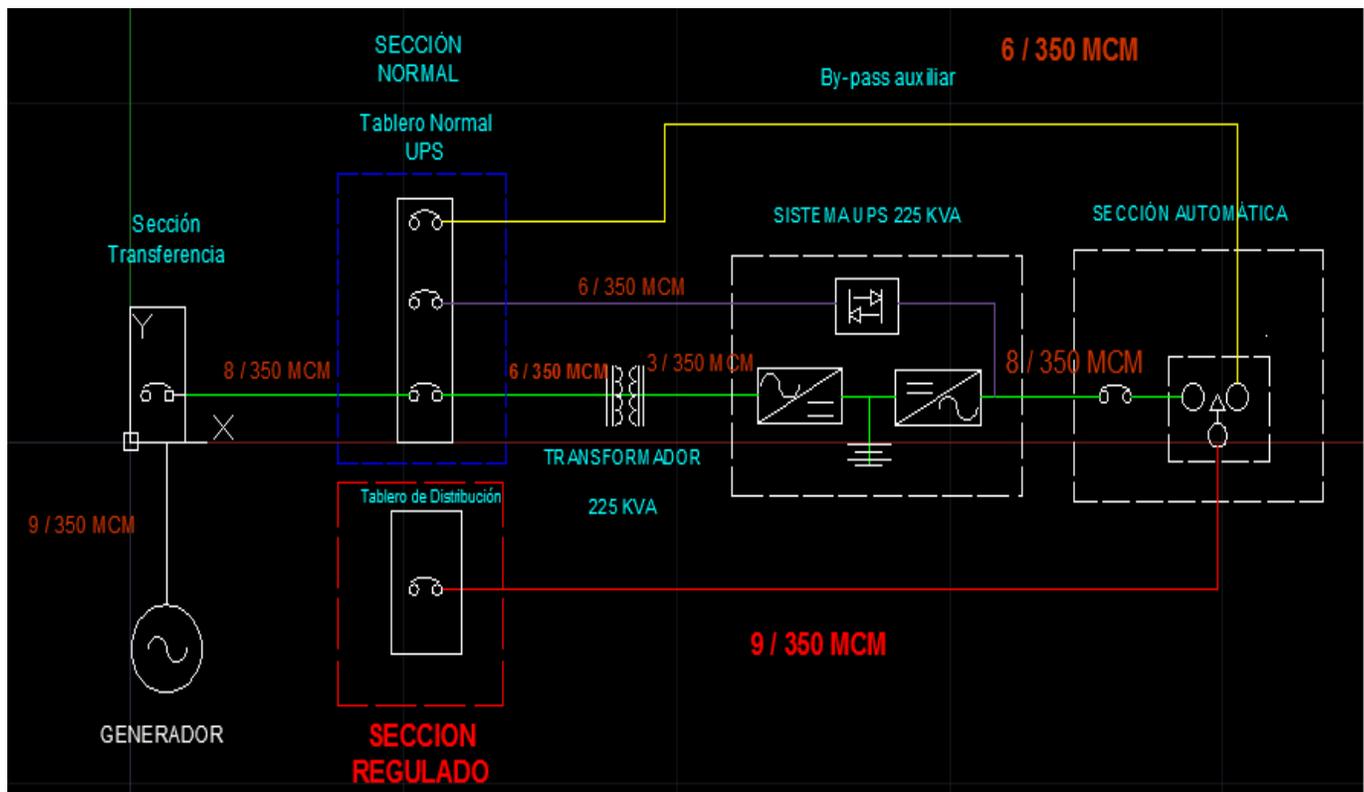
### **- Sección By-pass Auxiliar (Sección Automática)**

THW-LS 75 °C Calibre 350 MCM  
Total de 6 conductores

### **-Sección salida interruptor UPS – tablero general de distribución (Sección regulada)**

THW-LS 75 °C calibre 350 MCM dos conductores por fase  
Total de 9 conductores.

## 4-25 DIAGRAMA CONEXIÓN UPS



La línea color VERDE corresponde a la entrada de la energía en su forma ON-LINE

La línea MORADA corresponde a la sección del BY-PASS

La línea AMARILLA corresponde a la sección de BY-PASS AUXILIAR

La línea ROJA corresponde a la sección AUTOMÁTICA

## 4-26 CONCLUSIONES

1.- Como vimos la energía eléctrica es primordial en nuestras vidas diarias, es por ello que se debe de contar con sistemas eficientes de transmisión, generación y distribución de la misma, una buena forma de hacerlo es mediante el uso de tablas, graficas, ecuaciones, datos de características de los distintos componentes y conductores que componen nuestros sistema de potencia, que en este caso esta constituido por:

- Planta de emergencia
- UPS
- Tableros de entrada y salida
- Tablero de distribución
- Así como los conductores y canalizaciones

Una buena selección de estos evita problemas a lo largo y cortó tiempo como podemos nombrar:

- Deterioro de conductores por agentes químicos y eléctricos
- Sobre carga en la planta de generación y con esto disminución en la vida útil de la misma y/o dejar de funcionar.
- Disminución de la eficiencia de la planta y de su factor de potencia.
- En el UPS problemas en el inversor y con esto continuos fallos al suministro eléctrico
- Bajo factor de potencia debido a una mala selección de conductores
- Así como sobrecalentamiento de los conductores debido a una mala elección.
- ETC.

Por lo que al seleccionar un sistema de potencia como el anterior mencionado se debe cuidar mucho estos factores ya que pueden ser un riesgo no solo para nuestros equipos sino para uno mismo.

Ahí que recordar los puntos importantes que debe tener una instalación eléctrica que son:

- Eficiente
- Segura
- Económica
- Fácil acceso.
- Fácil mantenimiento

Agregándole también que debe de cumplir con las normas mexicanas de instalaciones eléctricas para que sean lo mas seguras posibles.

2.- Estos equipos requieren de una alta inversión por parte del cliente, por lo que es de suma importancia que estén funcionando correctamente, para esto se deben de estar monitoreando en cuanto a sus mantenimientos para detectar posibles fallas y evitar con esto una pérdida económica de trabajo como pérdida del equipo.

3.- En las instalaciones de planta de emergencia y UPS generalmente la planta de emergencia es de una capacidad mucho mayor que la del UPS, esto se hace debido a que la planta de emergencia no solo alimenta la UPS de energía sino que también a otras secciones de nuestra instalación debido a que es mas factible comprar una planta de emergencia de mayor capacidad que comprar dos mas pequeñas para cada sección. Por lo que usualmente se puede encontrar que un UPS de 225 KVA sea alimentado por una planta de 400 o 500 KW, pero no necesariamente se cumple siempre esto.

4.- Durante la instalación, el calculo de potencia de los equipos como el de los conductores me pude dar cuenta del papel tan importante de las formulas, tablas , características de los equipos, y normas, así como el criterio de uno para poder instalar el equipo cumpliendo con todas las exigencias del cliente y las características que define una buena instalación. Con este trabajo se pudo lograr el objetivo de mi tesis el cual fue la instalación satisfactoria de los equipos así como resolver con los problemas planteados al principio.

Este trabajo puede servir como base para los futuros ingenieros así como una ayuda a aquellos que ya tienen experiencia en este sector, cabe aclarar que existen otros métodos para resolver los mismos problemas pero el resultado siempre es el mismo.

## Glosario:

### ❖ LEY DE AMPERE:

Definición: Esta ley nos permite calcular campos magnéticos a partir de las corrientes eléctricas, la ley de Ampere en un principio estaba restringida para el caso en que las corrientes que circulan por los alambres no cambien con el tiempo.

Maxwell pudo ampliar la ley de Ampere para que se pudiese aplicar en el caso de que las corrientes sí varíen al transcurrir el tiempo convirtiéndose en una de las ecuaciones de Maxwell.

Su representación matemática es la siguiente:

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I_T$$

La integral del primer miembro es la circulación o integral de línea del campo magnético a lo largo de una trayectoria cerrada,

- $\mu_0$  es la permeabilidad del vacío
- $d\vec{l}$  es un vector tangente a la trayectoria elegida en cada punto
- $I_T$  es la corriente neta que atraviesa la superficie delimitada por la trayectoria, y será positiva o negativa según el sentido con el que atravesase a la superficie

### ❖ ACEITE MULTIGRADO:

Un aceite multigrado es un lubricante diseñado originalmente para trabajar en aplicaciones donde los cambios de temperatura son considerables. Por ejemplo en algunas regiones del hemisferio norte las temperaturas son de  $-40^\circ\text{C}$  en el invierno y de  $40^\circ\text{C}$  en el verano. Si embargo, esto no significa que los lubricantes multigrados no puedan ser utilizados en lugares en donde los cambios de temperatura no son tan dramáticos.

### ❖ VOLTAJE DE FLOTACION:

Es el mínimo voltaje que se requiere aplicar permanentemente a una batería a fin de mantenerla en condición 100% cargada. El valor del voltaje de flotación, depende del tipo de tecnología empleada en la manufactura de la batería.

## ❖ TIERRA FÍSICA

Se dice que un conductor se conecta a tierra física cuando se une sólidamente a un sistema de tierra, que a su vez esta directamente conectado a la toma de tierra (sin que exista entre ellos más impedancia que la de los conductores).

Se puede considerar que el potencial de una tierra física se mantiene prácticamente constante, aunque exista un flujo de corriente entre este punto y la toma de tierra.

**TOMA DE TIERRA:** Se entiende que un electrodo enterrado en el suelo con una terminal que permita unirlo a un conductor es una toma de tierra. Este electrodo puede ser una barra o tubo de cobre, una varilla o tubo de fierro, generalmente llamada varilla de coperweld.

## ❖ ARMONICOS:

Los armónicos son distorsiones de las ondas sinusoidales de tensión y/o corriente de los sistemas eléctricos, debido al uso de cargas con impedancia no lineal, a materiales ferromagnéticos, y en general al uso de equipos que necesiten realizar conmutaciones en su operación normal.

La aparición de corrientes y/o tensiones armónicas en el sistema eléctrico crea problemas tales como, el aumento de pérdidas de potencia activa, sobretensiones en los condensadores, sobrecalentamiento en cables, transformadores, motores, errores de medición, mal funcionamiento de protecciones, daño en los aislamientos, corrientes excesivas en los neutros, deterioro de dieléctricos, disminución de la vida útil de los equipos, entre otros

Los armónicos se definen habitualmente con los dos datos más importantes que les caracterizan, que son:

- su amplitud: hace referencia al valor de la tensión o intensidad del armónico,
- su orden: hace referencia al valor de su frecuencia referido a la fundamental (60 Hz). Así, un armónico de orden 3 tiene una frecuencia 3 veces superior a la fundamental, es decir  $3 * 60 \text{ Hz} = 180 \text{ Hz}$

Los armónicos crean problemas sólo cuando interfieren con la operación propia del equipo, incrementando los niveles de corriente a un valor de saturación o sobrecalentamiento del equipo o cuando causan otros problemas similares. También incrementan las pérdidas eléctricas y los esfuerzos térmicos y eléctricos sobre los equipos. Los armónicos lo que generalmente originan son daños al equipo por sobrecalentamiento de devanados y en los circuitos eléctricos, esta es una acción que destruye los equipos por una pérdida de vida

acelerada, los daños se pueden presentar pero no son reconocidos que fueron originados por armónicos.

### Equipos Que Producen Armónicos

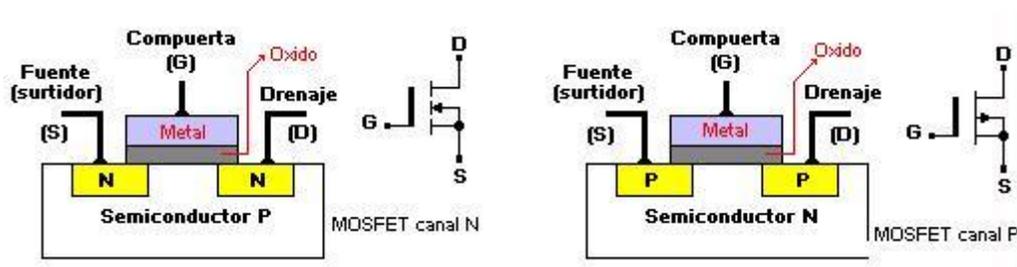
Equipos de Computación, Control de Luminarias, UPS, Variadores Estáticos de Velocidad, PLC's, Control de Motores, Televisores, Microondas, Fax, Fotocopadoras, Impresoras, etc.

### ❖ MOSFET

Transistor de efecto de campo que se emplea para tratar señales de muy baja potencia, es decir es usado como amplificador de potencia.

Tiene una versión NPN y otra PNP. El NPN es llamado MOSFET de canal N y el PNP es llamado MOSFET de canal P, En el MOSFET de canal N la parte "N" está conectado a la fuente (source) y al drenaje (drain).

En el MOSFET de canal P la parte "P" está conectado a la fuente (source) y al drenaje (drain):



### ❖ IGBT (insulated gate bipolar transistor) por su siglas en ingles que es un transistor bipolar de puerta aislada

El transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) es un dispositivo electrónico que generalmente se aplica a circuitos de potencia.

El IGBT es un dispositivo semiconductor de potencia híbrido que combina los atributos del TBJ y del MOSFET. Posee una compuerta tipo MOSFET y por consiguiente tiene una alta impedancia de entrada. El gate maneja voltaje como el MOSFET. Al igual que el MOSFET de potencia, el IGBT no exhibe el fenómeno de ruptura secundario como el TBJ.

Los transistores IGBT han permitido desarrollos que no habían sido viables hasta entonces, en particular en los Variadores de frecuencia así como en las aplicaciones en maquinas eléctricas y convertidores de potencia que nos acompañan cada día y por todas partes, sin que seamos particularmente conscientes de eso: automóvil, tren, metro, autobús, avión, barco, ascensor, electrodoméstico, televisión, domótica, UPS.

El IGBT es adecuado para velocidades de conmutación de hasta 20 kHz y ha sustituido al BJT en muchas aplicaciones. Es usado en aplicaciones de altas y medias energía como fuente conmutada, control de la tracción en motores y cocina de inducción.

#### ❖ **RIGIDEZ DIELECTRICA**

Es la intensidad del campo eléctrico para el cual el material deja de ser un aislador para convertirse en un material conductor.

Se puede definir también como la máxima tensión que puede soportar un aislante sin perforarse.

#### ❖ **SCR (Rectificador controlado de silicio)**

Es un elemento semiconductor de tres terminales (ánodo, cátodo, compuerta) muy utilizado para controlar la cantidad de potencia que se entrega a una carga, es utilizado en interruptores estáticos como en los UPS, sistemas de control de fase, cargador de baterías, controlador de temperaturas.

Un SCR actúa a semejanza de un interruptor. Cuando está encendido (ON), hay una trayectoria de flujo de corriente de baja resistencia del ánodo al cátodo. Actúa entonces como un interruptor cerrado. Cuando está apagado (OFF), no puede haber flujo de corriente del ánodo al cátodo. Por tanto, actúa como un interruptor abierto. Dado que es un dispositivo de estado sólido, la acción de conmutación de un SCR es muy rápida.

El flujo de corriente promedio para una carga puede ser controlado colocando un SCR en serie con la carga. La alimentación de voltaje es comúnmente una fuente de 60-Hz de ca, pero puede ser de cd en circuitos especiales.

## **Bibliografía:**

- EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES  
Autor: ING. Gilberto Enríquez Harper, Editorial. LIMUSA Noriega editores.
- INSTALACIONES ELECTRICAS. Conceptos básicos y diseño.  
Autor: N. Bratu, E. Camacho 2.- Edición Editorial. Alfaomega.
- Nuevo Manual de Instalaciones Eléctricas. Autor: Franco Martin Sánchez. 2.- Edición año 2003 . A.MADRID VICENTE, EDICIONES.
- Manual Eléctrico VIAKON Conductores Monterrey
- MANUAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES  
Dr. Enrique Harper
- Física para la ciencia y la tecnología Tomo 2 Autor. Paul A. Tipler
- Equipos Industriales. Guía práctica para reparación y mantenimiento Tomo 1, Editorial McGrawHill

## **FUENTES DE INTERNET**

- <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/magnet/ampere.html>
- <http://ccpot.galeon.com/enlaces1737117.html>
- <http://www.todomonografias.com/electronica-y-electricidad/corriente-alterna-y-sistemas-trifasicos/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_trif%C3%A1sico](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_trif%C3%A1sico)
- [http://www.c-mos.com/pdfsproductos/manual\\_de\\_ventas\\_UPS\\_reducido.pdf](http://www.c-mos.com/pdfsproductos/manual_de_ventas_UPS_reducido.pdf)
- [http://www.avp-ar.com.ar/arqco055/derecho/consejos/derecho\\_consejos\\_ups01.htm](http://www.avp-ar.com.ar/arqco055/derecho/consejos/derecho_consejos_ups01.htm)
- [http://www.unicrom.com/Tut\\_TopologiasUPS2.asp](http://www.unicrom.com/Tut_TopologiasUPS2.asp)
- [http://www.energitsa.com.ar/que\\_es\\_un\\_ups.php](http://www.energitsa.com.ar/que_es_un_ups.php)
- <http://energicentro.blogspot.com/2007/11/voltaje-de-flotacin-floating-voltage.html>
- <http://www.electronica2000.com/inversores/inversores.htm>

# APENDICES

## APENDICE 1

DIMENSIONES DE CONDUCTORES ELECTRICOS		
CALIBRE	SECCION	DIAMETRO
A.W.G.		
M.C.M.	mm <sup>2</sup>	mm
20	0.5176	0.812
18	0.8232	1.024
16	1.309	1.291
14	2.081	1.628
12	3.309	2.053
10	5.261	2.588
8	8.367	3.264
6	13.303	4.115
4	21.148	5.189
3	26.67	5.827
2	33.632	6.543
1	42.406	7.348
0	53.477	8.252
00	67.419	9.266
000	85.032	10.403
0000	107.225	11.684

250	126.644	14.605
300	151.999	16.002
350	177.354	17.297
400	202.709	18.491
500	253.354	20.675
600	303.999	22.682
700	354.708	24.685
750	379.837	25.349
800	405.16	26.187
900	455.805	27.762
1000	506.45	29.26
1250	633.063	32.741
1500	759.677	35.865
1750	886.286	38.76
2000	1012.901	41.427

Fuente. Sección de grafica de Manual VIAKON. Pag 12

## APENDICE 2

### VALORES EN AMPERES

Fuentes: Manual VIAKON Capitulo 2 Pag. 118

SECCION NOMINA L EN Mm <sup>2</sup>	CALIBRE  AWG O Kcmil	60°C TIPOS TW, TWD, CCE, TWD-UV.		75°C Tipos TT, THW, THW- LS, THHW, THWN, RHW, XHHW.		85°C TIPO MI		90°C TIPOS THHN, THWN, THHW-LS, THW-2, THW-LS, THWN-2, RHH, RHW-2, XHHW, XHHW-2, SIS		150°C TIPOS FEP, FEPB, SF.		200°C TIPOS FEP, FEPB, SF.	
		En conduit, Cable, o Directamen te Enterrados	Al Aire	En conduit, Cable, o Directamente Enterrados	Al Aire	En conduit, Cable, o Directament e Enterrados	Al Aire	En conduit, Cable, o Directament e Enterrados	Al Aire	En conduit, Cable, o Directament e Enterrados	Al Aire	En conduit, Cable, o Directament e Enterrados	Al Aire
		2.082	14	20	25	20	30	25	30	25	35	34	46
3.307	12	25	30	25	35	30	40	30	40	43	60	45	68
5.260	10	30	40	35	50	40	55	40	55	55	80	60	90
8.367	8	40	60	50	70	50	70	55	80	76	106	83	124
13.30	6	55	80	65	95	70	100	75	105	96	155	110	165
21.15	4	70	105	85	125	90	135	95	140	120	190	125	220
26.67	3	85	120	100	145	105	155	110	165	143	214	152	252
33.62	2	95	140	115	170	120	180	130	190	160	255	171	293
42.41	1	110	165	130	195	140	210	150	220	186	293	197	344
53.48	1/0	125	195	150	230	155	245	170	260	215	339	229	399
67.43	2/0	145	225	175	265	185	285	195	300	251	390	260	467
85.01	3/0	165	260	200	310	210	330	225	350	288	451	297	546
107.20	4/0	195	300	230	360	235	385	260	405	332	529	346	629
126.7	250	215	340	255	405	270	425	290	455	--	--	--	--
152.0	300	240	375	285	445	300	480	320	505	--	--	--	--
177.3	350	260	420	310	505	325	530	350	570	--	--	--	--
202.7	400	280	455	335	545	360	575	380	615	--	--	--	--
253.4	500	320	515	380	620	405	660	430	700	--	--	--	--
304.0	600	355	575	420	690	455	740	475	780	--	--	--	--
354.7	700	385	630	460	755	490	815	520	855	--	--	--	--
380.0	750	400	655	475	785	500	845	535	865	--	--	--	--
405.4	800	410	680	490	815	515	880	555	920	--	--	--	--
456.0	900	435	730	520	870	555	940	585	985	--	--	--	--
506.7	1 000	455	780	545	935	585	1000	615	1055	--	--	--	--

### APENDICE 3

PARA DETERMINAR	CORRIENTE DIRECTA	CORRIENTE ALTERNA		
		MONOFÁSICA	BIFÁSICA	TRIFÁSICA
Corriente (I) Conociendo HP	$I = \frac{HP \times 746}{V_n}$	$I = \frac{HP \times 746}{V_n \text{ f. p.}}$	$I = \frac{HP \times 746}{2 V_n \text{ f. p.}}$	$I = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} V_{Fn} \text{ f. p.}}$
Corriente (I) Conociendo la Potencia Activa (W)	C.D., 2 hilos $I = \frac{W}{V}$	1 fase, 2 hilos: $I = \frac{W}{V \text{ f. p.}}$	$I = \frac{W}{\sqrt{2} V \times \text{f. p.}}$	3 fases, 3 hilos: $I = \frac{W}{\sqrt{3} V_f \text{ f. p.}}$
	C.D., 3 hilos $I = \frac{W}{2V}$	1 fase, 3 hilos (Conductores de fase) $I = \frac{W}{2 V \text{ f. p.}}$		3 fases, 4 hilos: $I = \frac{W}{3 V \text{ f. p.}}$
Corriente (I) Conociendo la Potencia Activa (W)	-----	1 fase, 3 hilos (Conductor Común) $I = \frac{W}{\sqrt{2} V_f \text{ f. p.}}$	$I = \frac{VA}{2V}$	$I = \frac{VA}{\sqrt{3} V_f}$
Potencia Activa (W)	$W = VI$	$W = VI \text{ f. p.}$	$W = 2VI \text{ f. p.}$	$W = \sqrt{3} V_f I \text{ f. p.}$
Potencia Aparente (VA)	-----	$VA = VI$	$VA = 2VI$	$VA = \sqrt{3} V_f I$
Potencia en la Flecha				

En HP	$HP = \frac{VI n}{746}$	$HP = \frac{VI n f. p.}{746}$	$\frac{2VI n f. p.}{746}$	$HP = \frac{\sqrt{3} VI n f. p}{746}$
Factor de Potencia (f.p.)	UNITARIO	$f.p. = \frac{W}{VI} = \frac{W}{VA}$	$f.p. = \frac{W}{2VI} = \frac{W}{VA}$	$f.p. = \frac{W}{\sqrt{3} V_f}$ $= \frac{W}{VA}$
Sección de Conductor En mm <sup>2</sup>	LEY DE OHM	$S = \frac{4 LI}{V_e\%}$	$S = \frac{2 LI}{V_e\%}$	$S = \frac{2 \sqrt{3} LI}{V_f e\%}$

Fuente. Manual VIAKON Capitulo 1 Pag. 58

## APENDICE 4

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. OP MAX. °C	MATERIAL AISTALTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule sintético o mati. Termofijo	RH	75	Hule sintético o material Termofijo resistente al calor	Resistente a la humedad, retardadora de flama no metálica	Lugares Secos
Hule sintético o mati. Termofijo	RHH	90	Hule sintético o material Termofijo resistente al calor y a la flama		Lugares Secos o húmedos
Hule sintético o mati. Termofijo	RHW	75	Hule sintético o material Termofijo resistente al calor, a la humedad y a la flama.	Resistente a la humedad y a la propagación de la flama.	Lugares secos o mojados
Hule sintético o mati. Termofijo	RHW/RHH	75/90	Material termofijo de etileno propileno, EPR, resistente al calor, a la humedad y a la propagación de la flama.	Material elastomérico termofijo, resistente a la humedad y a la flama.	Lugares mojados/ Lugares secos y húmedos
Polietileno vulcanizado	RHW/RHH	75/90	Polietileno vulcanizado resistente al calor, a la humedad y a la flama.	Ninguna	Lugares mojados/ Lugares secos y húmedos.
Cable para acometida aérea	CCE	60	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie.	Lugares secos y mojados
Cable para acometida aérea	BM-AL	75	Termoplástico resistente a la humedad y a la intemperie	Ninguna	Lugares secos y mojados
Termoplástico para tableros	TT	75	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio, de baja emisión de humos y gas ácido.	Ninguna	Lugares secos y húmedos. Alambrado de tableros.
Termoplástico resístete a la humedad	TW	60	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	Ninguna.	Lugares secos y mojados.
Cable plano acometidas aéreas.	TWD	60	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio.	Ninguna.	Lugares secos y mojados.
Cabe plano acometida aérea y sistemas loto voltaico	TWD-UV	60	Termoplástico resistente a la humedad, a la intemperie y a la propagación de incendio	Ninguna	Secos y mojados. Entrada de acometida aérea.
Termoplástico resistente al calor y a la flama.	THHN	90	Termoplástico resistente al calor y a la propagación de la flama	Nylon o Equivalente	Lugares secos solamente
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	THW-LS	75	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio, de baja emisión de humos y de gas ácido.	Ninguna	Lugares secos y mojados.
	THHW-LS	90			
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la flama.	THWN	75	Termoplástico Resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.	Nylon o equivalente	Lugares secos y mojados.

Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad, al calor y a la flama.	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado resistente al calor, a la humedad y a la propagación de la flama	Ninguna	Lugares mojados
		90			Lugares húmedos y secos
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad, al calor y a la flama	XHHW-2	90	Poliétileno vulcanizado resistente al calor, a la humedad y a la propagación de la flama	Ninguna	Lugares secos y mojados
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la flama	MTW	90	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama	Nylon o equivalente	Alambrado de maquinas herramientas en lugares secos.
Polímero sintético resistente al calor	SIS	90	Hule sintético o poliétileno vulcanizado resistente al calor.	Ninguna	Alambrado de tableros de distribución.
Aislamiento mineral.	MI	85 250	Oxido de Magnesio.	Cobre.	Locales húmedos, secos y mojados En aplicaciones especiales.
Cable para acometida subterránea.	BTC	90	Poliétileno vulcanizado resistente al calor, a la humedad y a la propagación de la flama.	Ninguna	Lugares secos y mojados
Cable monoconductor y multiconductor para acometida subterránea.	DRS	90	Poliétileno vulcanizado resistente al calor, a la humedad y a la propagación de la flama	Ninguna	Lugares secos y mojados
Cable silicón –FV	SF	150 200	Hule silicón	Malla de fibra de vidrio o material equivalente.	Lugares secos o húmedos Para alta temperatura
Etileno propileno Fluorado	FEP	90	Etileno propileno fluorado	Ninguna	Lugares o húmedos.
	O FEPB	200	Etileno propileno fluorado	Malla de fibra de vidrio o material equivalente.	Lugares secos y aplicaciones especiales.
Cero halógenos	RHH	75	Termofijo del Etileno Propileno	Poliolefina	Lugares Mojados
		90			Lugares secos y húmedos.

Fuente. Manual VIAKON Capitulo 2 Pag. 115 y 116

## APENDICE 5

TIPO DE LOCAL	PARTE DE LA CARGA DE ALUMBRADO A LA QUE SE APLICA EL FACTOR DE DEMANDA,VA	FACTOR DE DEMANDA
		%
Almacenes	Primeros 12 500 ó menos	100
	A partir de 12 500	50
Hospitales	Primeros 50 000 ó menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los bloques de apartamentos sin cocina	Primeros 20 000 ó menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 100 000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 ó menos	100
	De 3001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Total VA	100

### TABLAS FACTORES DE UTILIZACION

Fuentes: Manual VIAKON Capitulo 1 Pag. 57

## APENDICE 6

Potencia nominal (kW)	Intensidad absorbida (A)			
	Monofásica 127 V	Monofásica 230 V	Trifásica 230 V	Trifásica 400 V
0,1	0,79	0,43	0,25	0,14
0,2	1,58	0,87	0,50	0,29
0,5	3,94	2,17	1,26	0,72
1	7,9	4,35	2,51	1,44
1,5	11,8	6,52	3,77	2,17
2	15,8	8,70	5,02	2,89
2,5	19,7	10,9	6,28	3,61
3	23,6	13	7,53	4,33
3,5	27,6	15,2	8,72	5,05
4	31,5	17,4	10	5,77
4,5	35,4	19,6	11,3	6,5
5	39,4	21,7	12,6	7,22
6	47,2	26,1	15,1	8,66
7	55,1	30,4	17,6	10,1
8	63	34,8	20,1	11,5
9	71	39,1	22,6	13
10	79	43,5	25,1	14,4

**Fig. A5:** Intensidades absorbidas de aparatos de calefacción de tipo resistivo y lámparas incandescentes (convencionales o halógenas).

Fuente: Manual Teórico Practico Schneider Electric

## APENDICE 7

Tipo de lámpara (W)	Potencia absorbida (W) a 230 V 400 V	Corriente $I_n$ (A)		Arranque		Rendimiento lumínica (lúmenes por vatio)	Tiempo medio de vida útil de la lámpara (h)	Utilización
		FP no corregido 230 V 400 V	FP corregido 230 V 400 V	$I_a/I_n$	Período (min)			
<b>Lámparas de vapor de sodio de alta presión</b>								
50	60	0,76	0,3	de 1,4 a 1,6	de 4 a 6	de 80 a 120	9.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Iluminación de pasillos largos</li> <li>■ Espacios exteriores</li> <li>■ Iluminación pública</li> </ul>
70	80	1	0,45					
100	115	1,2	0,65					
150	168	1,8	0,85					
250	274	3	1,4					
400	431	4,4	2,2					
1.000	1.055	10,45	4,9					
<b>Lámparas de vapor de sodio de baja presión</b>								
26	34,5	0,45	0,17	de 1,1 a 1,3	de 7 a 15	de 100 a 200	de 8.000 a 12.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Iluminación de autopistas</li> <li>■ Iluminación de seguridad, estación</li> <li>■ Plataforma, áreas de almacenamiento</li> </ul>
36	46,5		0,22					
66	80,5		0,39					
91	105,5		0,49					
131	154		0,69					
<b>Vapor de mercurio + halógenos metálicos (también denominados ioduros metálicos)</b>								
70	80,5	1	0,40	1,7	de 3 a 5	de 70 a 90	6.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Iluminación de áreas muy grandes por proyectores (p. ej.: deportes, estadios, etc.)</li> </ul>
150	172	1,80	0,88					
250	276	2,10	1,35					
400	425	3,40	2,15					
1.000	1.046	8,25	5,30					
2.000	2.092 2.052	16,50 8,60	10,50 6					
<b>Vapor de mercurio + sustancia fluorescente (biión fluorescente)</b>								
50	57	0,6	0,30	de 1,7 a 2	de 3 a 6	de 40 a 60	de 8.000 a 12.000	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Talleres con techos muy altos (pasillos, hangares)</li> <li>■ Iluminación exterior</li> <li>■ Salida de luminosidad baja<sup>(1)</sup></li> </ul>
80	90	0,8	0,45					
125	141	1,15	0,70					
250	268	2,15	1,35					
400	421	3,25	2,15					
700	731	5,4	3,85					
1.000	1.046	8,25	5,30					
2.000	2.140 2.080	15	11 6,1					

**Nota:** Estas lámparas son sensibles a las caídas de tensión. Se apagan si la tensión cae a menos del 50% de la tensión nominal y no se volverá a encender antes de que se enfríe durante aproximadamente 4 minutos.

Fuente: Manual Teórico Practico Schneider Electric

## APENDICE 8

TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DISTINTAS DE 30°C (En cables con To hasta 90°C) Y DE 40°C (En cables con To de 150 y 200°C), MULTIPLICAR LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DADA EN TABLA b.-, POR EL CORRESPONDIENTE FACTOR DE CORRECCIÓN SIGUIENTE:					
		75°C	85°C	90°C	150°C	200°C
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.04	1.00	1.00
26- 30	1.00		1.00	1.00		
31 - 35	0.91	1.00	0.95	0.96	0.95	0.97
36- 40	0.82		0.89	0.91		
	0.71	0.94	0.85	0.87		
46- 50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.95	0.97
	0.41	0.67	0.71	0.76	0.90	0.94
51 - 55		0.58	0.64	0.71	0.90	0.94
56- 60		0.33	0.45	0.58	0.85	0.90
			0.30	0.41	0.80	0.87
81 - 90	-	-	-	-	0.74	0.83
					0.67	0.79
91 - 100					0.52	0.71
					0.30	0.61
101 -120						0.50

### FACTORES DE CORRECCION DE TEMPERATURA

Fuente: Manual VIAKON Capitulo 2 Pag. 119

## APENDICE 9

Datos de consumo, tanque diario de combustible

POTENCIA DEL GENERADOR (KW)	POTENCIA DE MOTOR	CONSUMO LITROS/ HORA	VOLUMEN DEL TANQUE (LITROS)
75	112	14.6	200
100	155	21	200
125	202	26.5	200
150	235	31	200
200	315	41	200
250	505	69	500
350	660	100	500
400	790	114	500
600	1190	180	1000
900	1570	260	1000

### TAMAÑO DE TANQUE DIESEL

Fuente: Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales.