

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

CARRERA DE ELECTRICIDAD



TRABAJO DE APLICACIÓN

**TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA
POR ANOMALÍAS EN LA RED Y PERTURBACIONES**

POR: DAVID WILLY ROJAS CHOQUE

TRIBUNAL: ING. WALTER RAMIREZ CRIALES

LIC. OSWALDO TIÑINI APAZA

LIC. ALVARO JOHN FLORES CALLE

LA PAZ – BOLIVIA

2019

DEDICATORIA

A Dios quien nos dio la vida y nos ama, a mi madre Leonor que me enseñó la fortaleza y quien cuida mi camino desde el cielo, a mi padre Manuel a mi tío Juan que nunca dejaron de apoyarme, a mi esposa Paula por la ayuda incondicional a mi hija Alba que es el motor y la razón de mi vida, a mis hermanos por el apoyo que siempre me brindaron
Reciban mi gratitud y amor.
Gracias

D. W. R. CH.

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento a mi familia quienes me apoyaron en las buenas y malas, siempre están conmigo.

Mis sinceros agradecimientos a la Facultad de Tecnología de la U.M.S.A., la Carrera de Electricidad quien me entrego la oportunidad de ejercer la profesión, a los docentes por su continuo apoyo y solidaridad.

Por haber colaborado con sus conocimientos impartidos en la trayectoria de la carrera. A mis queridos compañeros quienes con su amistad me apoyaron de gran manera moral de seguir adelante, estudiando para ser cada día mejores profesionales.

“MUCHAS GRACIAS”

RESUMEN DEL TRABAJO

Aunque la calidad del suministro de energía eléctrica en la red es buena, no son raras las anomalías que ocurren y pueden afectar negativamente a nuestros equipos, por ejemplo sobre-tensión, sub-tensión, asimetría o desequilibrio de fases, pérdidas de tensión, pérdida de neutro, etc. Este tipo de falencias son muy perjudiciales en una instalación sea industrial, hospitalaria, comercial o residenciales, ya que puede causar daños económicos por la interrupción en la producción en industrias, instrumentos médicos quirófanos en las cuales se realizan operaciones y demás aparatos utilizados en hospitales, en instituciones donde existe centro de datos como ser en la banca donde los procesos de transacción y operaciones bancarias necesitan un respaldo para así poder dar servicios. Por ese motivo se requiere una fuente de energía de emergencia como ser generadores electrógenos y UPS las cuales tienen que accionarse de manera automática en caso de anomalías en la red eléctrica y tener una independencia, y la instalación eléctrica debe de dividirse en dos tipos de circuitos prioritarios y no prioritarios, en los circuitos prioritarios se deben instalar las luces de emergencia, luces de señalización y equipos que no pueden dejar de funcionar en un corte de energía eléctrica, y en los circuitos no prioritarios que está el resto de las cargas.

Por todo lo mencionado el siguiente trabajo propone realizar un sistema de transferencia automática pero no solo tomando en cuenta la pérdida de fase sino tomando muchas más anomalías en la red eléctrica como menciona la norma NB-777 y usando una UPS para el respaldo del sistema de transferencia y para cargas sensibles usando un controlador LOGO de siemens para circuitos prioritarios y monitoreando el sistema de transferencia con el programa V8, y haciendo una medición de armónicos en los circuitos prioritarios para ver la afectación en el grupo electrógeno.

INDICE DE CONTENIDO.

1. GENERALIDADES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DELTRABAJO.	1
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO	3
2.2. USOS Y APLICACIÓN DE LA ELECTRICIDAD.	3
2.3. FORMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MÁS COMUNES.4	
2.4. GRUPO ELECTRÓGENO.	5
2.5. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACION AUXILIAR.....	7
2.5.1. INSTALACIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS DE MAYOR POTENCIA.	10
2.5.2. INSTALACIÓN EN INTERIORES.....	10
2.5.3. SALA DE UBICACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO.	11
2.6. CARACTERISTICA DE UNA INSTALACION AUXILIAR O SISTEMA DE EMERGENCIA.....	13
2.6.1. DISPONIBILIDAD DE UNA INSTALACION AUXILIAR.	14
2.6.2. DISPONIBILIDAD SEGUN NORMA NB777.	14
2.6.3. SISTEMA DE TRANSFERENCIA EN INSTALACIONES AUXILIARES.	15
2.7. UPS O SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI).	17
2.7.1. TIPOS DE UPS.....	18
2.8. RELÉ DE MONITOREO DE TENSIÓN.....	20

2.8.1. FUNCIONES	21
2.9. CONTACTOR	23
2.10. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.	24
2.11. PROGRAMADOR LÓGICO CONTROLABLE LOGO.	25
2.12. ARMÓNICOS.....	27
2.12.1. PRESCRIPCIONES DE LAS NORMATIVAS.	29
2.12.2. ESPECTRO DE FRECUENCIAS ARMÓNICAS.....	29
2.12.3. SOBRECARGA DE LOS MATERIALES.....	31
2.12.4. MEDICIÓN DE LOS ARMÓNICOS PRESENTES EN UNA RED.....	32
3. DESARROLLO DEL TRABAJO	34
3.1. DESCRIPCION DEL TRABAJO.....	34
3.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.	37
3.3. CIRCUITO DE FUERZA.	37
3.4. DIAGRAMA LÓGICO DE CONTROL.	39
3.5. PROGRAMA DE MONITOREO.....	40
3.6. MEDICIÓN DE ARMÓNICOS EN CIRCUITOS PRIORITARIOS.....	40
3.7. MATERIALES EMPLEADOS.....	42
3.8. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO.	43
4. FOTOGRAFÍA DEL ARMADO DE TABLEROS	44
5. CONCLUSIONES.	47
6. BIBLIOGRAFÍA.	48

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura #1.: Partes de un grupo electrógeno.</i>	7
<i>Figura #2.: Identificación de los circuitos prioritarios y no prioritarios.</i>	8
<i>Figura #3 Conmutación del grupo electrógeno en una vivienda.</i>	10
<i>Figura #4.: Evacuación de gases y ventilación de la sala del grupo electrógeno.</i>	11
<i>Figura #5.: Sala del grupo electrógeno.</i>	12
<i>Figura #6.: Dimensionamiento de ambientes.</i>	13
<i>Figura #7.: Diagrama unifilar de una instalación auxiliar sin seccionamiento</i>	15
<i>Figura #8.: Diagrama unifilar de una instalación permanente con seccionamiento automático.</i>	16
<i>Figura #9.: Diagrama unifilar de una instalación no permanente.</i>	16
<i>Figura #10.: Diagrama unifilar de una instalación no automática</i>	17
<i>Figura #11.: Variedad de UPS.</i>	17
<i>Figura #12.: Ups Standby</i>	18
<i>Figura #13.: Ups Linea Interactiva</i>	19
<i>Figura #14.: Ups UPS On-Line o Doble Conversión.</i>	20
<i>Figura #15.: Relé de monitoreo de tensión.</i>	21
<i>Figura #16.: Funciones de salida del relé.</i>	22
<i>Figura #17.: Contactor.</i>	24
<i>Figura #18.: Interruptor Termomagnético.</i>	24
<i>Figura #19.: Curva de disparo (iec/en 60898-1)</i>	25
<i>Figura #20.: Programador lógico controlable LOGO</i>	25

<i>Figura #21.: Cableado del LOGO.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura #22.: Distorsión de armónicos.</i>	<i>28</i>
<i>Figura #23.: Espectro de algunas cargas habituales.</i>	<i>30</i>
<i>Figura #24.: Tasa de decalaje para un transformador</i>	<i>31</i>
<i>Figura #25.: Analizador de redes Fluke 434</i>	<i>32</i>
<i>Figura #26.: Tabla de rango de perturbaciones</i>	<i>32</i>
<i>Figura #27.: Realizando pruebas del sistema de transferencia.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura #28.: Realizando las pruebas respectivas al relé de monitoreo.</i>	<i>36</i>
<i>Figura #29.: Realizando las respectivas tomas de datos con el fluke 434.</i>	<i>36</i>
<i>Figura #30.: Diagrama unifilar del sistema de transferencia automática.</i>	<i>37</i>
<i>Figura #31.: Circuito de fuerza.</i>	<i>38</i>
<i>Figura #32.: Diagrama de bloques.</i>	<i>39</i>
<i>Figura #33.: Monitoreo del sistema</i>	<i>40</i>
<i>Figura #34.: Medición de armónicos en una pc.</i>	<i>41</i>
<i>Figura #35.: Medición de armónicos en luminarias.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura #36.: Medición de armónicos en motor trifásico.</i>	<i>42</i>
<i>Figura #37.: Presentación del trabajo.</i>	<i>43</i>
<i>Figura #38.: Tablero de transferencia</i>	<i>44</i>
<i>Figura #39.: UPS.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura #40.: Realizando la prueba del tablero de transferencia.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura #41.: Construcción del tablero de medición</i>	<i>45</i>
<i>Figura #42.: Acabado del tablero de medición de armónicos.</i>	<i>46</i>
<i>Figura #43.: Montaje de los tableros.....</i>	<i>46</i>

1. GENERALIDADES.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En la necesidad de tener un suministro de energía eléctrica ininterrumpida en industrias, hospitales tanto en un quirófano donde se realizan cirugías abiertas, centros que tienen bases de datos informáticos, no pueden quedarse sin energía eléctrica en momentos de corte de la red principal o cualquier tipo de perturbaciones en la misma como ser sobre-tensiones, sub-tensiones, asimetría en las fases, las cuales desciendan por debajo o asciendan por encima del 10%, pérdida de una fase incluso la pérdida del neutro, no pueden interrumpirse en ningún momento las cuales necesitan un suministro de energía eléctrica de emergencia con una conmutación menor a 0.5 segundos.

También en centros comerciales, locales de espectáculos, centros de reuniones, iglesias, museos, centros de salud, salas de bailes, hoteles, y todo lugar de aglomeración de personas para no causar accidentes en la evacuación de personas necesita también un suministro de energía de emergencia con una conmutación no mayor a 15 segundos y con una sostenibilidad no menor a las 3 horas.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

Lo que se pretende en este trabajo es construir un tablero que realice un sistema de transferencia automática con un controlador lógico programable LOGO, y un relé de monitoreo de tensión para redes trifásicas que pueda reaccionar a cualquier tipo de anomalías y perturbaciones en la red eléctrica para asegurar un constante suministro de energía eléctrica con la puesta en funcionamiento de unidades generadoras de emergencia (grupo electrógeno) y UPS. Y el monitoreo del proceso de transferencia, dividiendo los circuitos en prioritarios y no prioritarios.

Con un tablero y el analizador de redes Fluke 434 realizaremos la demostración de que existen armónicos en las cargas no lineales y como van afectando especialmente al grupo electrógeno y ala UPS

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Transferir de manera automática la energía eléctrica por anomalías de la red y perturbaciones, utilizando PLC. Logo y sistema de monitoreo

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar las pruebas con un VARIAC trifásico el relé de monitoreo de tensión y el logo y todos los componentes para el sistema de transferencia.
- Elaborar un programa de bloques para accionar el sistema de transferencia. Mediante un PLC. LOGO
- Realizar el circuito de fuerza para que podamos hacer el sistema de transferencia clasificando los circuitos prioritarios y los no prioritarios.
- Realizar pruebas con el analizador de redes FLUKE 434 para ver el comportamiento de las cargas lineales y no lineales
- Realizar la construcción de un tablero automático para realizar la transferencia de energía eléctrica por anomalías de la red
- Realizar un tablero didáctico para analizar las cargas prioritarias de armónicos.
- Realizar el montaje de los tableros y el sistema de monitoreo analizando el comportamiento de armónicos y realizar el sistema de transferencia con un grupo electrógeno GESAN G15TFH de la Carrera de Electricidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

La electricidad se produce mediante sistemas eléctricos que garantizan su disponibilidad.

Un sistema eléctrico es el conjunto de elementos que operan de forma coordinada en un determinado territorio para satisfacer la demanda de energía eléctrica de los consumidores.

Los sistemas eléctricos se pueden clasificar básicamente de la siguiente manera:

- Centros o plantas de generación donde se produce la electricidad (centrales nucleares, hidroeléctricas, de ciclo combinado, parques eólicos, etc.).
- Líneas de transporte de la energía eléctrica de alta tensión (AT).
- Estaciones transformadoras (subestaciones) que reducen la tensión o el voltaje de la línea (alta tensión / media tensión, media tensión / baja tensión).
- Líneas de distribución de media y baja tensión que llevan la electricidad hasta los puntos de consumo.
- Centro de control eléctrico desde el que se gestiona y opera el sistema de generación y transporte de energía.

2.2. USOS Y APLICACIÓN DE LA ELECTRICIDAD.

La electricidad es una fuente de energía imprescindible. En cualquier hogar existen todo tipo de aparatos y electrodomésticos que funcionan con corriente eléctrica, además del sistema de iluminación.

En la industria, casi la mitad de la energía que se consume es eléctrica. La electricidad se utiliza tanto como fuente impulsora de los motores eléctricos de las máquinas y aparatos de cada sector, como para calentar los contenidos de tanques, depósitos y calderas. Al igual que en el sector doméstico, la electricidad también es

la principal fuente de iluminación, y permite obtener calor y frío con equipos de climatización.

En el ámbito del transporte, el tranvía, metro o tren son los medios de transporte eléctrico por excelencia. Actualmente se están diseñando vehículos eléctricos dirigidos principalmente a usos urbanos, así como vehículos denominados "híbridos" en los que el motor eléctrico se combina con un motor de explosión, de manera que disfruta de las ventajas de ambas fuentes de energía. Con un simple enchufe de corriente eléctrica puede recargarse la batería.

2.3. FORMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MÁS COMUNES.

□ **Centrales Térmicas:** En las centrales térmicas, el agente externo, es el vapor de agua a presión, generado al quemar carbón, fuel, gas, derivados del petróleo u otro combustible orgánico. La energía liberada durante la combustión hace que el agua se caliente y el vapor a presión generado, moverá la turbina que a su vez hace girar al alternador, produciendo la electricidad según la Ley de Fardada-Lenz.

□ **Centrales Eólicas:** En los molinos de viento o aerogeneradores, es el viento (partículas de aire a gran velocidad y alta energía cinética) el agente externo que mueve el alternador.

□ **Centrales Hidroeléctricas:** En la central hidroeléctrica es la energía potencial y la energía cinética del agua que mueve la turbina, la cual está conectada al alternador.

□ **Centrales por biomasa:** En las centrales de biomasa, el vapor de agua producido al quemar la materia orgánica residual derivada de cultivos agrícolas principalmente, o por la combustión en motores, donde el biogás procedente de la fermentación de la biomasa es consumido por el motor de combustión interna que mueva el generador.

□ **Centrales fotovoltaicas:** se denomina energía solar fotovoltaica a la obtención de energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos, Los paneles, módulos o colectores fotovoltaicos están formados por dispositivos semiconductores tipo diodo que, al recibir radiación solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. El acoplamiento en serie de varios de estos fotodiodos permite la obtención de voltajes mayores en configuraciones muy sencillas y aptas para alimentar pequeños dispositivos electrónicos. A mayor escala, la corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red eléctrica.

2.4. GRUPO ELECTRÓGENO.

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna. Es comúnmente utilizado cuando hay déficit en la generación de energía de algún lugar, o cuando hay corte en el suministro eléctrico y es necesario mantener la actividad. Una de sus utilidades más comunes es en aquellos lugares donde no hay suministro a través de la red eléctrica, generalmente son zonas agrícolas con pocas infraestructuras o viviendas aisladas. Otro caso es en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, etc., que, a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse en caso de emergencia. Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes:

- **Motor de combustión interna.** El motor que acciona el grupo electrógeno suele estar diseñado específicamente para ejecutar dicha labor. Su potencia depende de las características del generador. Pueden ser motores de gasolina o diésel.
- **Sistema de refrigeración.** El sistema de refrigeración del motor es problemático, por tratarse de un motor estático, y puede ser refrigerado por medio de agua, aceite o aire.

- **Alternador.** La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, auto excitado, autorregulado y sin escobillas, acoplado con precisión al motor. El tamaño del alternador y sus prestaciones son muy variables en función de la cantidad de energía que tienen que generar.
- **Depósito de combustible y bancada.** El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero. La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de funcionamiento a plena carga según las especificaciones técnicas que tenga el grupo en su autonomía.
- **Sistema de control.** Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control que existen para controlar el funcionamiento, salida del grupo y la protección contra posibles fallos en el funcionamiento.
- **Interruptor automático de salida.** Para proteger al alternador, llevan instalado un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del grupo electrógeno. Existen otros dispositivos que ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo.
- **Regulación del motor.** El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.
- **Aislamiento de la vibración.** El Grupo Electrógeno está dotado de tacos anti vibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada
- **Silenciador y sistema de escape.** El silenciador de escape va instalado en el Grupo Electrógeno. El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor.

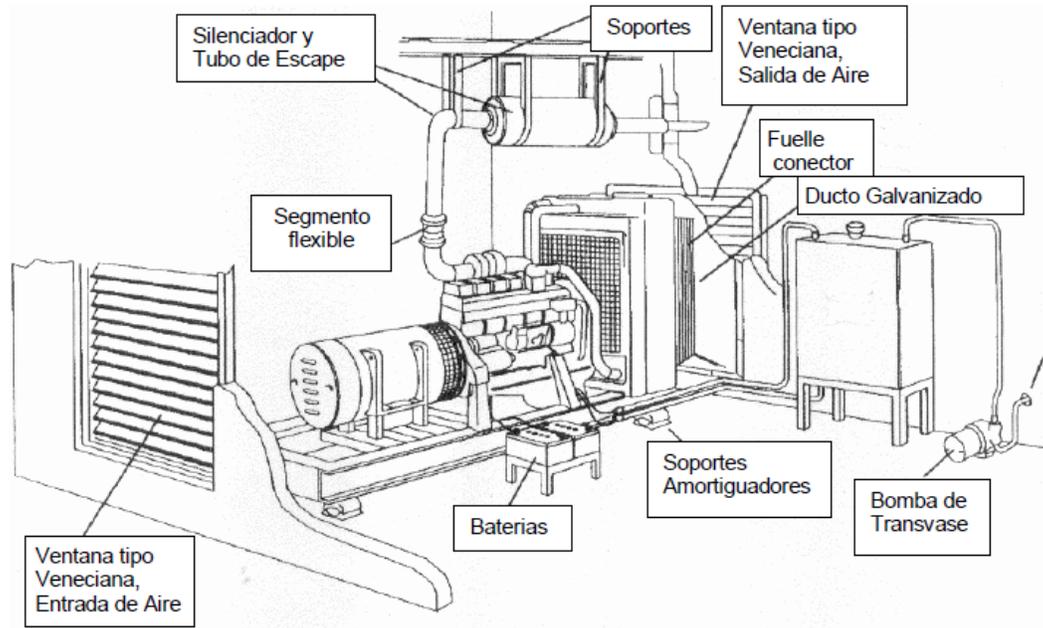


Figura #1.: Partes de un grupo electrógeno.

2.5. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACION AUXILIAR.

Para dimensionar la instalación auxiliar debe tenerse el plano general de la instalación eléctrica de un proyecto determinado. De este proyecto se determinará los circuitos PRIORITARIOS y los NO PRIORITARIOS.

Una vez determinado los circuitos PRIORITARIOS se determina la potencia y la disponibilidad normal o rápida para cada circuito, los tiempos de emergencia, los circuitos de control y protección de la instalación auxiliar.

Es necesario realizar el diagrama unifilar. Primero de toda la instalación del proyecto, en el misma se tiene que diferenciar los circuitos prioritarios y los no prioritarios en la siguiente figura se muestra el diagrama unifilar de los circuitos prioritarios de un proyecto eléctrico.

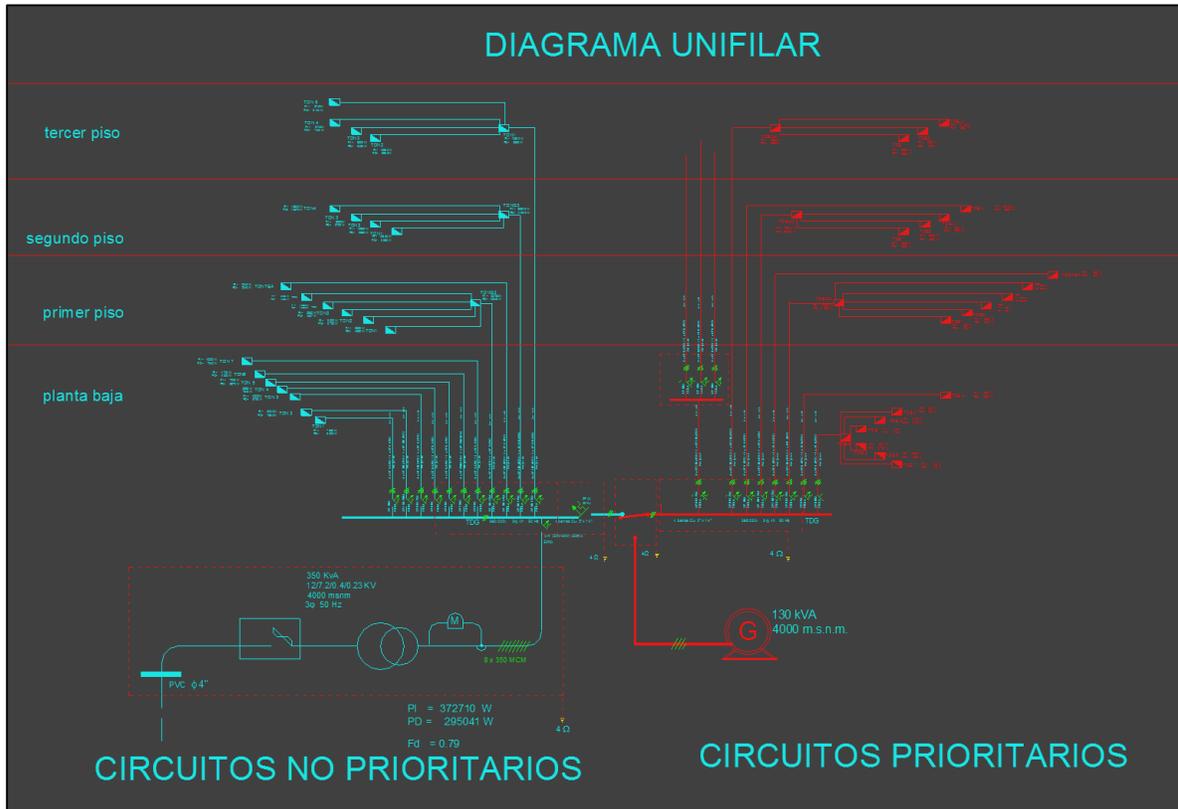


Figura #2.: Identificación de los circuitos prioritarios y no prioritarios.

Una vez realizada los planos eléctricos, el diagrama unifilar del proyecto y separados los circuitos prioritarios y no prioritarios, además realizado los cálculos necesarios como potencia instalada, potencia de demanda, factor de potencia, la corriente de la instalación y calibres de conductores. Se puede realizar el cálculo de la potencia del grupo electrógeno a utilizarse en la instalación del proyecto, bajo el siguiente criterio.

Se debe tomar la potencia instalada de todos los circuitos prioritarios existentes en el proyecto la cual será en Kw, esta se la debe transformar a KVA dividiendo la potencia instalada entre el factor de potencia.

$$S = \frac{P}{fp}$$

Dónde: S: potencia activa
P: potencia aparente
fp: factor de potencia o coseno ϕ

Una vez realizada esta operación al resultado se le suma un 20% más de su potencia la cual será la potencia del grupo electrógeno que se utilizara en el proyecto final.

Ejemplo del cálculo de un grupo electrógeno para una instalación:

(Grupo electrógeno para una vivienda unifamiliar)

1 Lavavropas semi-automático = 400 W

5 Lámparas de c/u 75W = 375 W

1 Computadora = 400 W

1 Plancha = 1200 W

Consumo total 2375 W

Divido por 1000 para saber los Kw

$$\frac{2375}{1000} = 2.37 \text{ KW}$$

Para saber los KVA que necesito, realizo la siguiente división:

$$S = \frac{P}{\text{fp}}$$
$$S = \frac{2.37}{0.8} = 2.96 \text{ KVA}$$

Se recomienda considerar un 20% más como margen para otras utilidades.

$$2,96 + 20 \% = 3,55 \text{ KVA}$$

Necesitarías un grupo electrógeno que en el mercado viene de **4 KVA**.

La potencia de 4 KVA es baja adecuada para una vivienda unifamiliar, el que puede instalarse tal como se muestra en el siguiente gráfico:

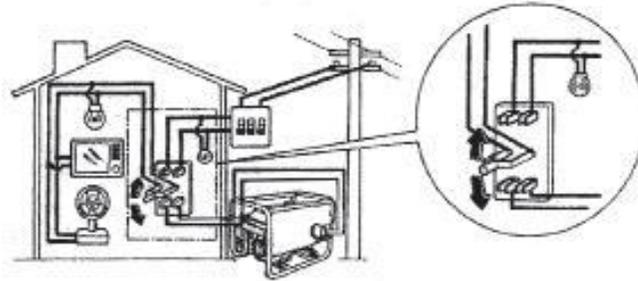


Figura #3 Conmutación del grupo electrógeno en una vivienda.

2.5.1. INSTALACIÓN DE GRUPOS ELECTRÓGENOS DE MAYOR POTENCIA.

La instalación de grupos electrógenos de mayor potencia (20KVA, 100KVA, 1000KVA o mayor) requieren de mayor espacio y de otros aspectos complementarios para que pueda trabajar de forma satisfactoria.

2.5.2. INSTALACIÓN EN INTERIORES.

Las características principales de la sala son:

- La sala debe tener espacio suficiente para realizar con seguridad las tareas de mantenimiento y control del grupo.
- La sala debe estar adecuada a los medios de transporte de que se disponen y la puerta de entrada debe permitir la introducción del grupo sin tener que maniobrar con él dentro de la sala.
- La instalación del escape debe tener los menos codos y longitud posible para no producir una contrapresión en la salida de los gases de escape.
- La disposición del cuadro de control y protección debe estar situado en un lugar seguro y debe estar visible.
- Si el local no tiene orificios de ventilación, se deben abrir espacios necesarios.

2.5.3. SALA DE UBICACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO.

La sala debe disponer de:

- Como mínimo, una ventana para entrada de aire frío (Dos ventanas para grupos refrigerados por aire).
- Base de cemento elevada aproximadamente 175 mm para el apoyo del grupo.
- Túnel de evacuación del aire caliente expulsado por el motor (refrigerados por aceite y agua).
- Ventanas en la parte superior del local para salida aire caliente (refrigerados por aire).
- Puerta de entrada suficientemente grande para introducir el grupo electrógeno con seguridad y sin golpes procurando mover el grupo lo menos posible una vez que éste esté dentro.
- Instalación del escape al exterior.

Ejemplo de ubicación de grupos electrógenos

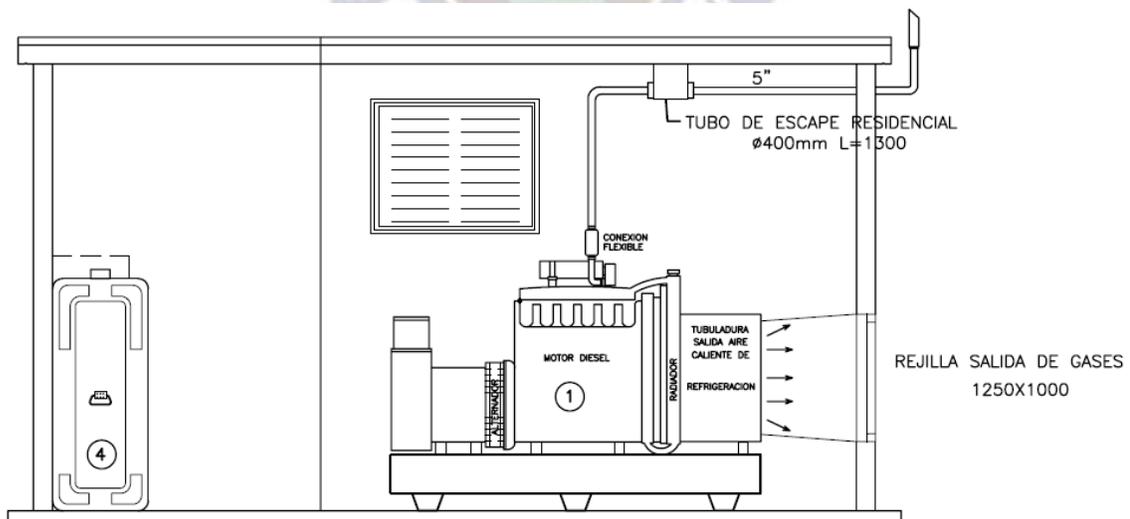


Figura #4.: Evacuación de gases y ventilación de la sala del grupo electrógeno.

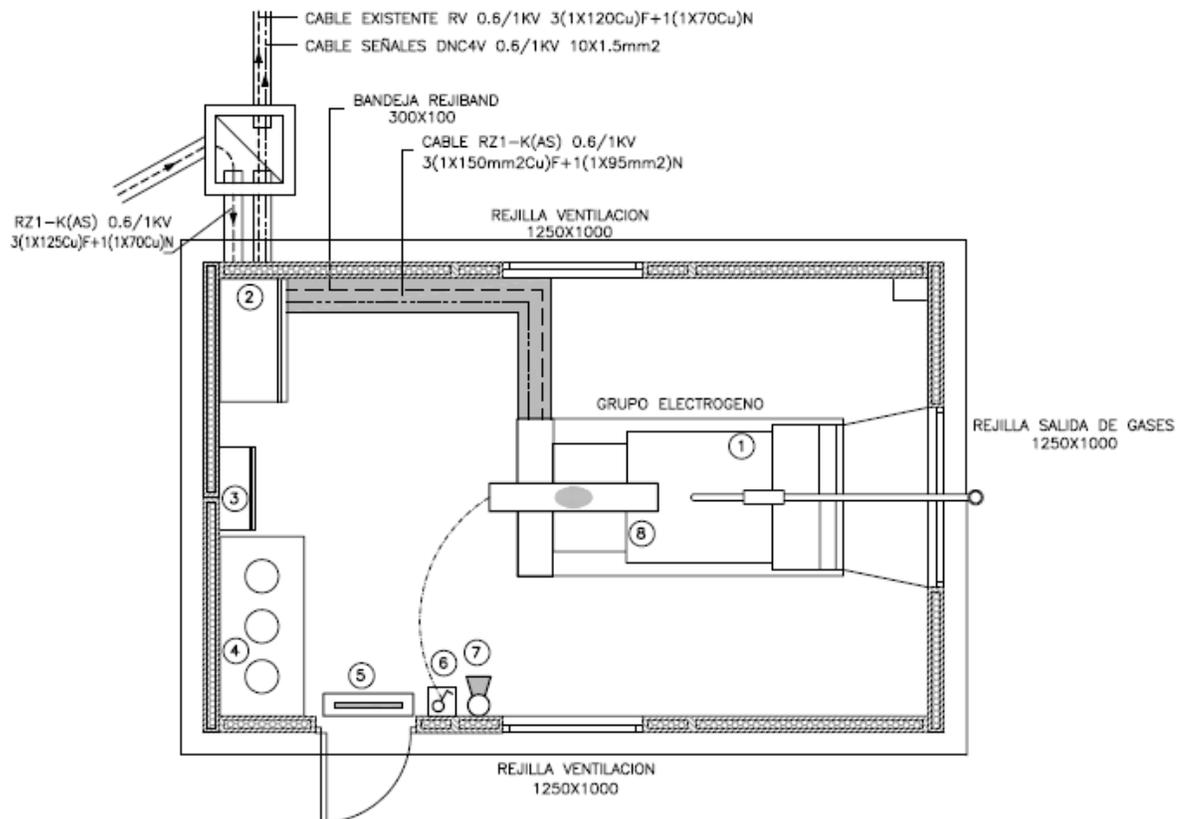


Figura #5.: Sala del grupo electrógeno.

- Dónde:**
- 1: Grupo electrógeno
 - 2: Cuadro de control transferencia de alimentación
 - 3: Botiquín de primeros auxilios
 - 4: Tanque de combustible
 - 5: Salida de emergencia
 - 6: Interruptor para la iluminación
 - 7: Extintor CO2 kg
 - 8: Lámpara de iluminación fluorescente

Como referencia orientativa de los tamaños de locales para plantas de emergencia en función de su potencia se muestran en el siguiente cuadro:

Dimensiones del ambiente (metros)	Potencia del Grupo Electrónico			
	20 a 60 Kw	100 a 200 Kw	250 a 550 Kw	650 a 1500 Kw
Largo (L)	5 m	6 m	7 m	10 m
Ancho (B)	4 m	4.5 m	5 m	5 m
Altura (H)	3 m	3.5 m	4 m	4 m
Ancho de la puerta (b)	1.5 m	1.5 m	2.2 m	2.2 m
Altura de la puerta (h)	2 m	2 m	2 m	2 m

Figura #6.: Dimensionamiento de ambientes.

El buen servicio de un Grupo Electrónico, depende en parte de una buena localización en la proximidad del centro de carga eléctrica; con fácil acceso de abastecimiento de combustible, buena ventilación, buena iluminación y un correcto montaje; lo que requerirá de una cimentación apropiada.

2.6. CARACTERÍSTICA DE UNA INSTALACION AUXILIAR O SISTEMA DE EMERGENCIA.

La característica principal de la Instalación Auxiliar es que ésta debe adicionarse o complementarse a la instalación eléctrica normal de una edificación para establecer los circuitos derivados de seguridad o de emergencia. Estos circuitos de emergencia son conocidos también como circuitos PRIORITARIOS deben funcionar inicialmente conectados a la red de energía normal, pero cuando ocurre una falla que provoque la interrupción de energía eléctrica, ésta debe estar prevista para recibir energía eléctrica de Fuentes de Alimentación independientes.

El diseño de los circuitos PRIORITARIOS al igual que los NO PRIORITARIOS deben incluir diagramas unifilares, cuadro de cargas y otros detalles propios del diseño de la instalación eléctrica.

2.6.1. DISPONIBILIDAD DE UNA INSTALACION AUXILIAR.

La disponibilidad de la fuente de energía de una Instalación Auxiliar se divide en:

- a) -NORMAL
- b) - RÁPIDA

a) DISPONIBILIDAD NORMAL.

La disponibilidad normal de energía eléctrica se la obtiene a través de grupos electrógenos con una durabilidad mínima de 24 horas. La transferencia de energía se puede realizar con elementos de CONTROL AUTOMÁTICO O NO, para ello podemos utilizar circuitos de lógica CABLEADA O PROGRAMABLE.

b) DISPONIBILIDAD RAPIDA.

Para lograr una disponibilidad rápida de una Instalación Auxiliar se debe utilizar equipos que permitan transferencia inmediata de energía de emergencia.

El uso de los SAI o UPS permiten una disponibilidad inmediata de la energía eléctrica en muy cortos tiempos de transferencia de energía con una durabilidad mínima de 1 hora, los que serán alimentados más adelante con grupo electrógeno permitiendo una durabilidad mayor a 3 horas.

2.6.2. DISPONIBILIDAD SEGUN NORMA NB777.

La norma NB777 establece que los tiempos de disponibilidad para transferencia de energía eléctrica de una instalación auxiliar son:

- Suministro de energía eléctrica de emergencia con un tiempo de conmutación de hasta 15 s.
- Suministro de energía eléctrica de emergencia con un tiempo de conmutación de más de 15 s hasta 60 s.
- Suministro de energía eléctrica de emergencia con un tiempo de conmutación de hasta 0,5 s

2.6.3. SISTEMA DE TRANSFERENCIA EN INSTALACIONES AUXILIARES.

Los sistemas de transferencia de las Instalaciones Eléctricas pueden clasificarse en 4 grupos:

a) Instalaciones sin seccionamiento:

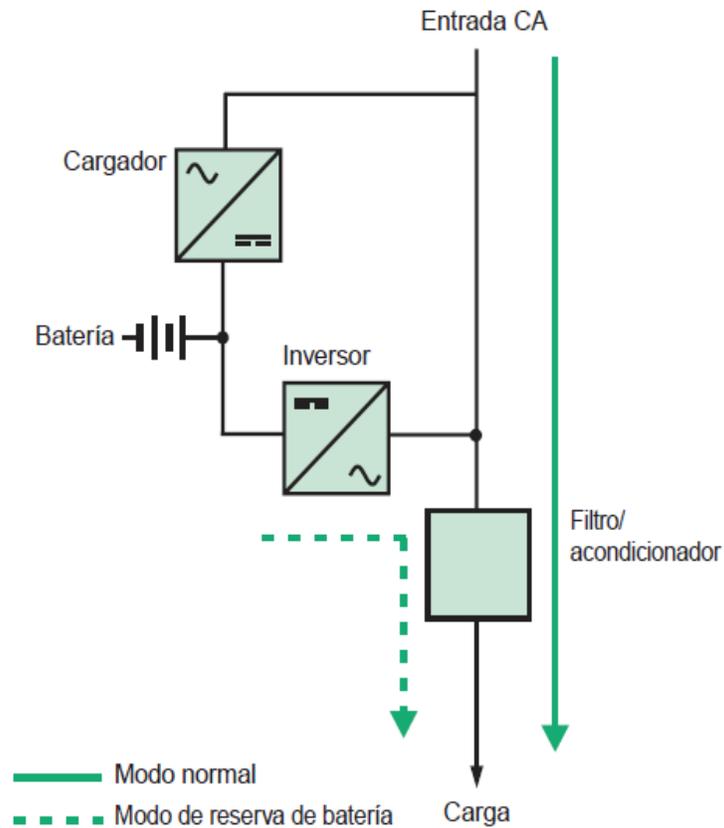


Figura #7.: Diagrama unifilar de una instalación auxiliar sin seccionamiento

b) Instalación permanente con seccionamiento automático:

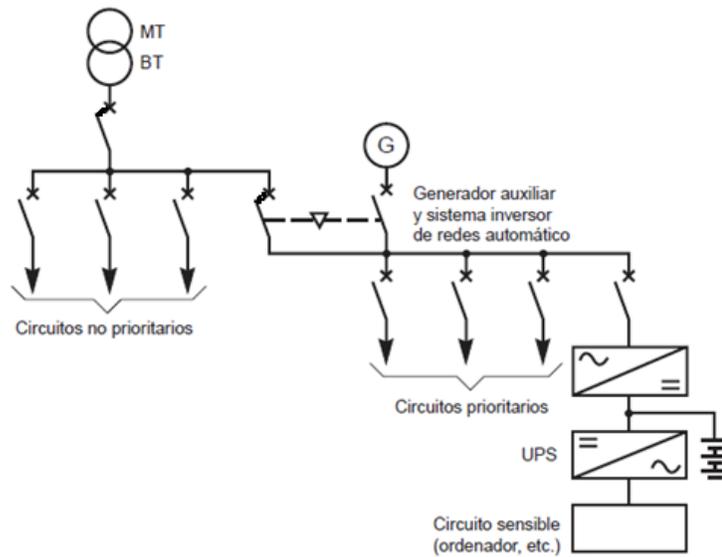


Figura #8.: Diagrama unifilar de una instalación permanente con seccionamiento automático.

c) Instalación no permanente:

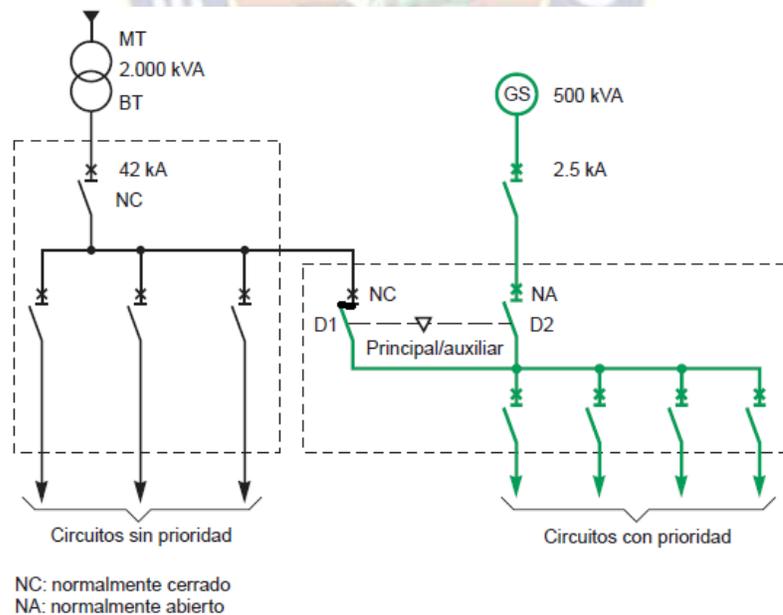


Figura #9.: Diagrama unifilar de una instalación no permanente.

d) Instalación no automática:

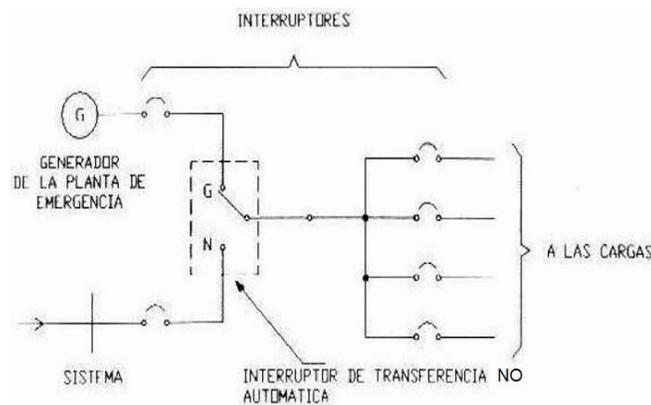


Figura #10.: Diagrama unifilar de una instalación no automática

2.7. UPS O SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI).

Las siglas UPS son la abreviatura de (Uninterruptible Power System.) Este tipo de sistemas no tienen interrupciones en su suministro de energía. Por ello, estos tipos de UPS se suelen usar para alimentar aquellos equipos electrónicos o eléctricos cuyo detenimiento o interrupción en el suministro de energía conlleva problemas económicos o de productividad.

Debido a la complejidad de los equipos en los que se instala y a la propia naturaleza de los sistemas UPS, existen distintas tipologías, dependiendo del uso al que esté destinado. Cabe destacar que los más utilizados son los nobreaks (Standby, Interactivos y en línea de doble conversión).



Figura #11.: Variedad de UPS.

2.7.1. TIPOS DE UPS.

- UPS standby.
- Interactivos.
- standby on-line hybrid.
- standby-Ferro.
- en línea de doble conversión.
- Conversión delta on-line

UPS STANDBY. Estos tipos de UPS de alimentación eléctrica es el más usado en los ordenadores personales. El tiempo de conmutación de este tipo de UPS es de cinco milisegundos, por lo que resulta imperceptible para la mayoría de equipos caseros. El inversor de los UPS Standby solo se activa cuando falla la fuente de alimentación. Por ello reciben el nombre de “espera” en inglés.

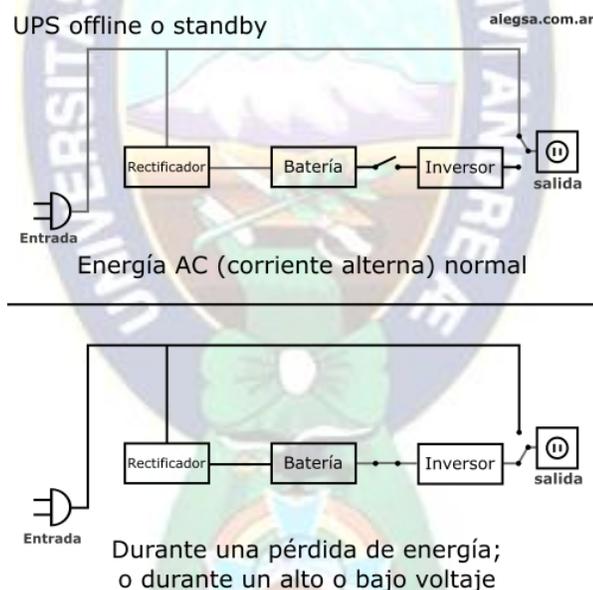


Figura #12.: Ups Standby

INTERACTIVOS. Los UPS interactivos son los más utilizados en las pequeñas empresas, servidores de departamentos y web. En este caso, el UPS se activa cuando el flujo de energía que entra en el sistema electrónico disminuye. De esta forma, el inversor está siempre conectado a la salida, solucionando el problema del tiempo de conmutación de los UPS Standby.

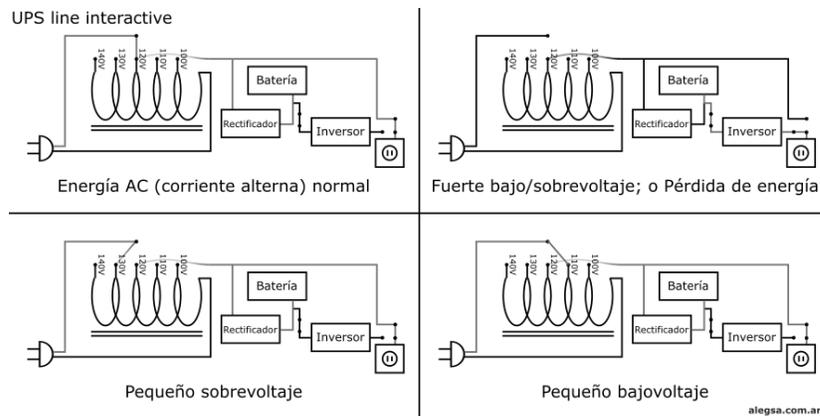


Figura #13.: Ups Line Interactiva

STANDBY ON-LINE HYBRID. Este tipo de sistemas de alimentación no presenta ningún tiempo de transferencia de energía ante un fallo en la alimentación. Esto lo consigue gracias a los condensadores que tiene en su combinador. En ocasiones, este tipo de UPS tienen un interruptor de transferencia que puede utilizarse en caso de sobrecarga o avería.

STANDBY-FERRO. Este tipo de diseño es utilizado para generar entre 3 y 15 kVA. Su diseño depende de un transformador de saturación que tiene tres bobinados. Con este tipo de sistema, en caso de que haya un corte en la corriente eléctrica, se abre el interruptor de transferencia y el inversor recoge toda la carga de salida.

No obstante, este tipo de UPS ya no se utilizan demasiado. El motivo de esto es que pueden ser inestables al trabajar con carga de alimentación de computación moderno. Esta inestabilidad puede dar lugar a oscilaciones espontáneas, las cuales pueden tener graves consecuencias.

EN LÍNEA DE DOBLE CONVERSIÓN. Esta tipología es la que mayor protección ofrece a los equipos. Esto se debe a que los aísla de la red eléctrica mediante sus convertidores de potencia. Se denominan de doble conversión porque el sistema convierte la corriente alterna de la red eléctrica en corriente continua en forma de red. Y después, esa corriente continua la convierte en corriente alterna.

De esta forma, la tensión y frecuencia de salida no dependen de la entrada. Y, al tener el inversor alimentando la carga continuamente, en caso de que se corte la corriente, no habrá ningún tiempo de conmutación.

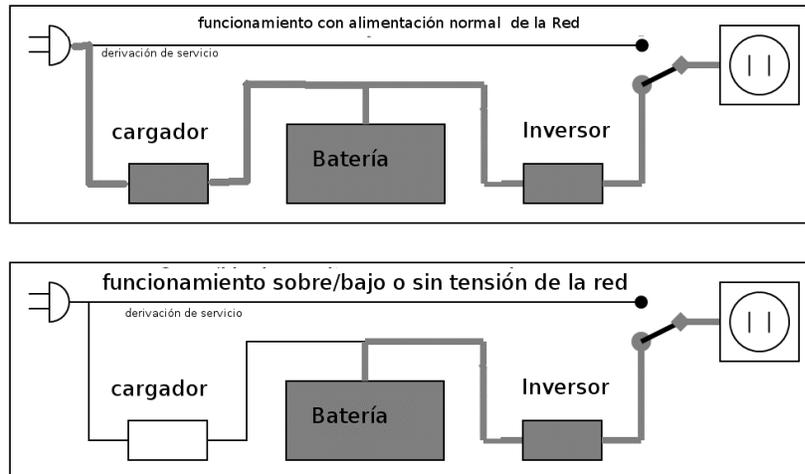


Figura #14.: Ups On-Line o Doble Conversión.

CONVERSIÓN DELTA ON-LINE. Este tipo de UPS intenta solucionar algunos de los problemas del UPS de doble conversión cuando funciona en línea. Este sistema tiene siempre el inversor del suministro de la tensión de carga en funcionamiento. Pero su diferencia con el anterior es que el convertidor Delta también regula la potencia de salida del inversor.

De esta forma, en caso de que ocurra algún fallo en el suministro de energía, su comportamiento es exactamente igual al de doble conversión, pero sin el riesgo de desgaste que tienen los UPS de doble conversión, los cuales reducen su fiabilidad.

2.8. RELÉ DE MONITOREO DE TENSIÓN.

Los Relés electrónicos de vigilancia de tensión para redes trifásicas son Tipos multifunción, que proporcionan flexibilidad en la supervisión de sub-tensión, sobre-tensión, sub-tensión/sobre-tensión (modo ventana), secuencia de fase, fallo de fase, asimetría y fallo de neutro, Detección de fallo de fase, también en presencia de fase regenerada, Lógica a seguridad positiva.

El relé de salida abre en caso de fallo, Todas las funciones y valores se ajustan con facilidad mediante los selectores y trimers en la parte frontal, Selectores y trimers aptos para destornilladores planos y de cruz, LED de colores para una inmediata y clara indicación visual, 1 o 2 contactos conmutados 6 o 8 A, Tamaño modular, 35 mm de ancho, Montaje en carril de 35 mm (EN 60715).



Figura #15.: Relé de monitoreo de tensión.

2.8.1. FUNCIONES

Contacto de salida (11-14, 21-24 solo para 70.42)

- OV = Sobretensión
- OVm = Sobretensión con memoria
- UV = Subtensión
- UVm = Subtensión con memoria
- W = Modo ventana (OV + UV)
- Wm = Modo ventana (OV + UV) con memoria
- H = Histéresis

Si la tensión traspasa los límites, el relé de salida desconectará pasado el tiempo de retardo **T**.

Cuando la tensión regresa de nuevo dentro de los límites (\pm la histéresis de conexión **H**):

— seleccionada la función “sin memoria”, el relé de salida se “recupera”, es decir conecta (después del tiempo de restablecimiento) y no queda indicio ninguno de lo sucedido.

— seleccionada la función “con memoria” (solo 70.11, 70.42 y 70.31), el relé de salida permanece desconectado. Para restablecer la función es necesario cortar la alimentación “OFF” y alimentar de nuevo “ON” o girar el selector de funciones a una posición vecina y regresar de nuevo a la posición inicial.

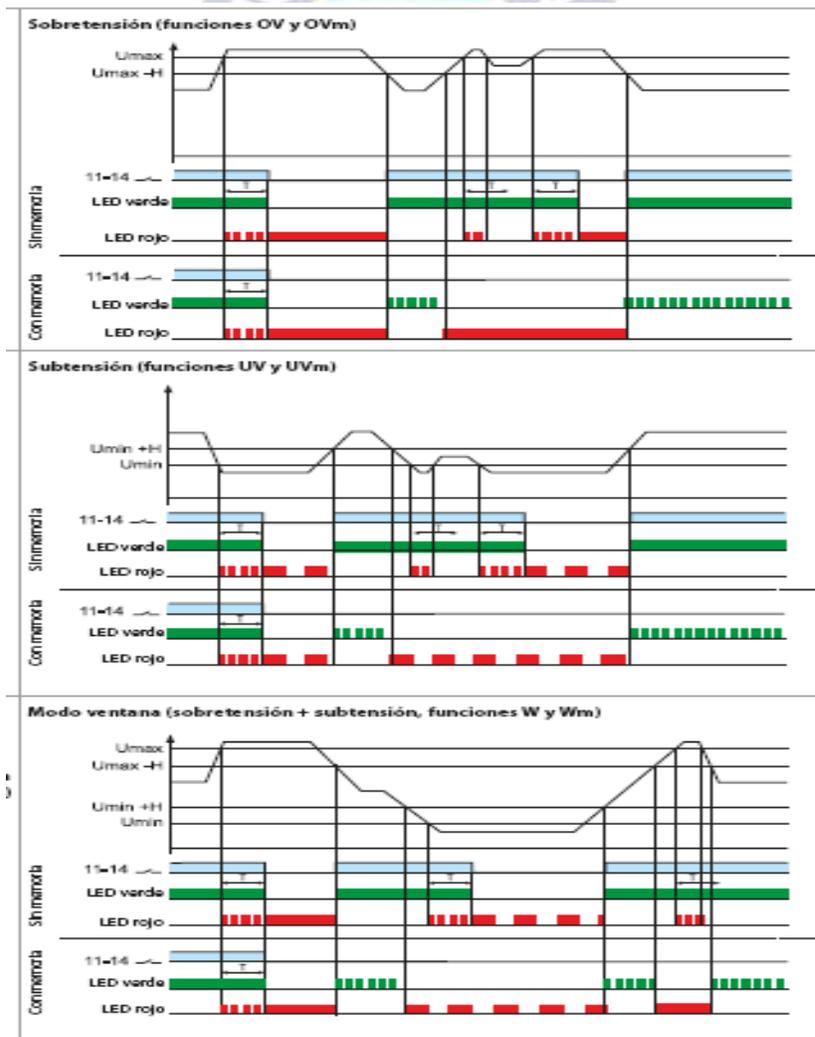


Figura #16.: Funciones de salida del relé.

2.9. CONTACTOR

Un contactor es un elemento electromecánico que tiene la capacidad de establecer o interrumpir la corriente eléctrica de una carga, con la posibilidad de ser accionado a distancia mediante la utilización de elementos de comando, los cuales están compuesto por un circuito bobina / electroimán por la cual circula una menor corriente que la de carga en sí (incluso podría utilizarse baja tensión para el comando). Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. y los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.

La finalidad de un contactor es la de accionar cargas elevadas que pudieren producir algún efecto perjudicial en la salud del operador. Sea el caso de una descarga atmosférica entre contactos de un interruptor a cuchillas en el momento de accionar el arranque de un motor que posea una carga de inercia acoplada, que pudiera producir quemadura.

La funcionalidad se describiría de la siguiente manera. Se dispone de un elemento electroimán (bobina que al circular una corriente produce efectos magnéticos de atracción o repulsión) que atrae un eje al cual están solidario los contactos móviles que cierran el circuito interconectando los correspondientes contactos principales, además posee contactos auxiliares (NA / NC) que sirven para realizar acciones de enclavamiento (dejar que el contactor siga funcionando sin tener que presionar todo el tiempo un pulsador).



Figura #17.: Contactor.

2.10. INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.

Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.



Figura #18.: Interruptor Termomagnético.

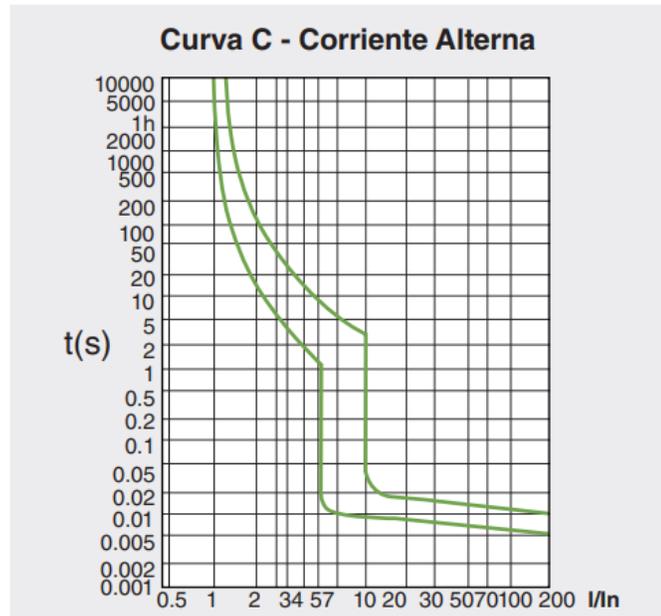


Figura #19.: Curva de disparo (iec/en 60898-1)

2.11. PROGRAMADOR LÓGICO CONTROLABLE LOGO.

Los autómatas programables o PLCs son equipos electrónicos que dan solución al control de circuitos complejos de automatización.



Figura #20.: Programador lógico controlable LOGO

Se suele llamar PLC (Programmable Logic Controller) Controlador Lógico Programable porque los controles de las salidas se realiza a través de un programa previamente introducido en el LOGO.

El Programa, previamente introducido por el técnico, trabaja en base a la información recibida por los Sensores o Entradas, actuando sobre las Salidas. En función de las Señales Recibidas de Entrada el Programa establecerá unas Señales de Salida

Entrada ==> Programa ==> Salidas

Mediante los autómatas o PLCs se solucionan muchas instalaciones eléctricas en edificios (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como en la construcción de armarios de distribución, de máquinas y de aparatos (p.ej. controles de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de aguas residuales, automatismos, etc.).

El más utilizado en la industria es el LOGO de SIEMENS, que se define como un Módulo Lógico Inteligente que permite el control de varias Salidas Mediante la Programación de Varias Entradas.

- **Salidas** pueden ser bombillas, bobinas de contactores o relés, en definitiva cualquier receptor eléctrico.
- **Entradas** pueden ser interruptores, pulsadores, temporizadores, sensores, en definitiva cualquier de un esquema eléctrico.

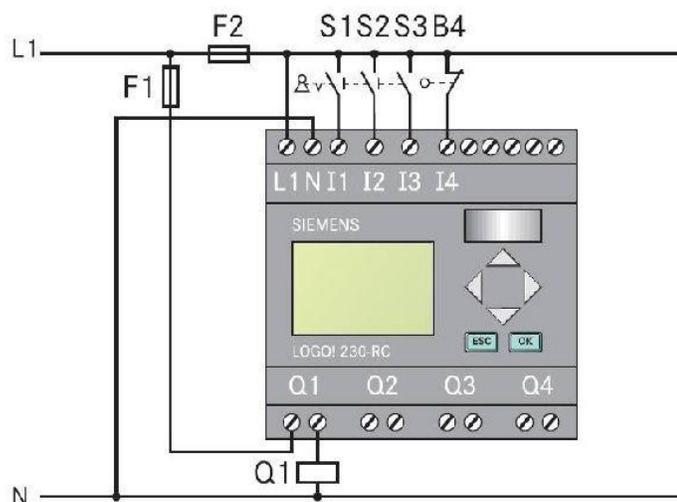


Figura #21.: Cableado del LOGO

2.12. ARMÓNICOS.

El desarrollo tecnológico en el ámbito industrial y doméstico ha dado lugar a la difusión de aparatos electrónicos que, debido a su principio de funcionamiento, absorben una corriente no sinusoidal (cargas no lineales). Dicha corriente provoca, aguas arriba en la red, una caída de tensión también no sinusoidal y, consecuentemente, las cargas lineales se encuentran alimentadas por una tensión distorsionada.

Los armónicos son las componentes de una forma de onda distorsionada y su utilización permite analizar cualquier forma de onda periódica no sinusoidal, descomponiéndola en distintas componentes sinusoidales.

Según el teorema de Fourier, cualquier función periódica de periodo T generalmente continua y limitada¹ puede representarse por la suma de infinitos términos sinusoidales, cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia de la función original.

El armónico cuya frecuencia corresponde al periodo de la forma de onda original se llama armónico fundamental y el armónico con frecuencia igual a " n " veces la del fundamental se llama armónico de orden " n ".

Según el teorema de Fourier, una forma de onda perfectamente sinusoidal no presenta armónicos de orden diferente al fundamental.

La presencia de armónicos en un sistema eléctrico indica por tanto una deformación de la forma de onda de la tensión o de la corriente, lo que conlleva una distribución de energía eléctrica que podría provocar el funcionamiento deficiente de los equipos.

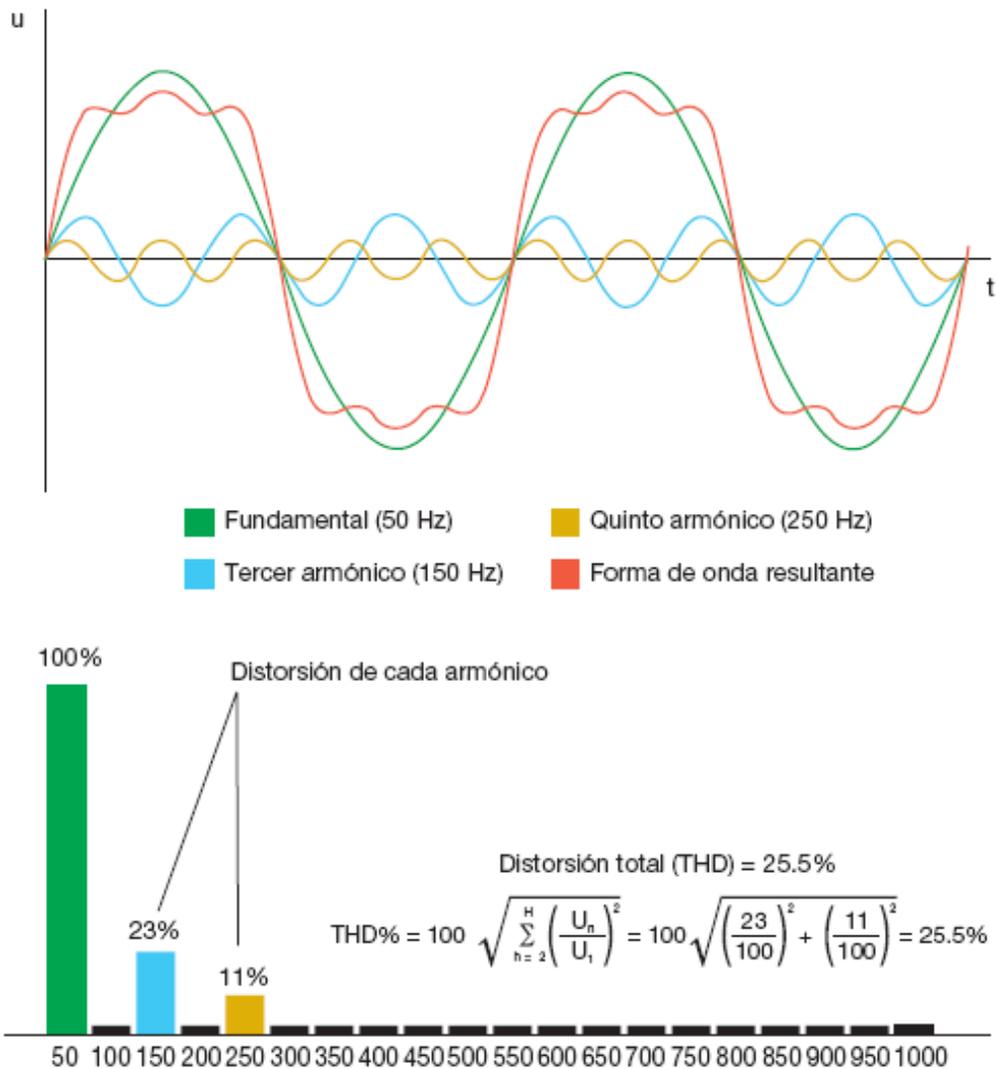


Figura #22.: Distorsión de armónicos.

Los principales aparatos que generan armónicos son:

- ordenadores;
- lámparas fluorescentes y de descarga en gas;
- convertidores estáticos;
- grupos de continuidad;
- accionamientos de velocidad variable;
- soldadoras;
- hornos de arco y de inducción.

Generalmente, la distorsión de la forma de onda se debe a la presencia, en el interior de los aparatos, de impedancias no lineales o de tiempo variante² o de puentes rectificadores cuyos dispositivos semiconductores conducen sólo durante una fracción de todo el periodo, creando comportamientos discontinuos con la consecuente introducción de numerosos armónicos.

Como se verá en los apartados siguientes, la presencia de armónicos en la red eléctrica puede dañar la batería de condensadores.

2.12.1. PRESCRIPCIONES DE LAS NORMATIVAS.

Las normas técnicas establecen prescripciones concretas a seguir para la reducción de los efectos de los armónicos en los condensadores.

La norma IEC EN 61642 *Redes industriales de corriente alterna afectadas por armónicos - Aplicación de filtros y de condensadores estáticos de corrección* identifica los problemas y proporciona recomendaciones para la aplicación general de los condensadores y los filtros de armónicos en las redes de energía de corriente alterna afectadas por la presencia de tensiones y de corrientes armónicas.

En particular, ilustra el problema de la resonancia en serie y en paralelo y ofrece ejemplos clarificadores.

2.12.2. ESPECTRO DE FRECUENCIAS ARMÓNICAS.

Un elemento esencial del estudio es el espectro de frecuencias armónicas de la señal; se trata de la representación gráfica que enumera los armónicos presentes, la señal en frecuencia y en amplitud. Aquí puede ver (figura #23) el espectro de algunas cargas habituales.

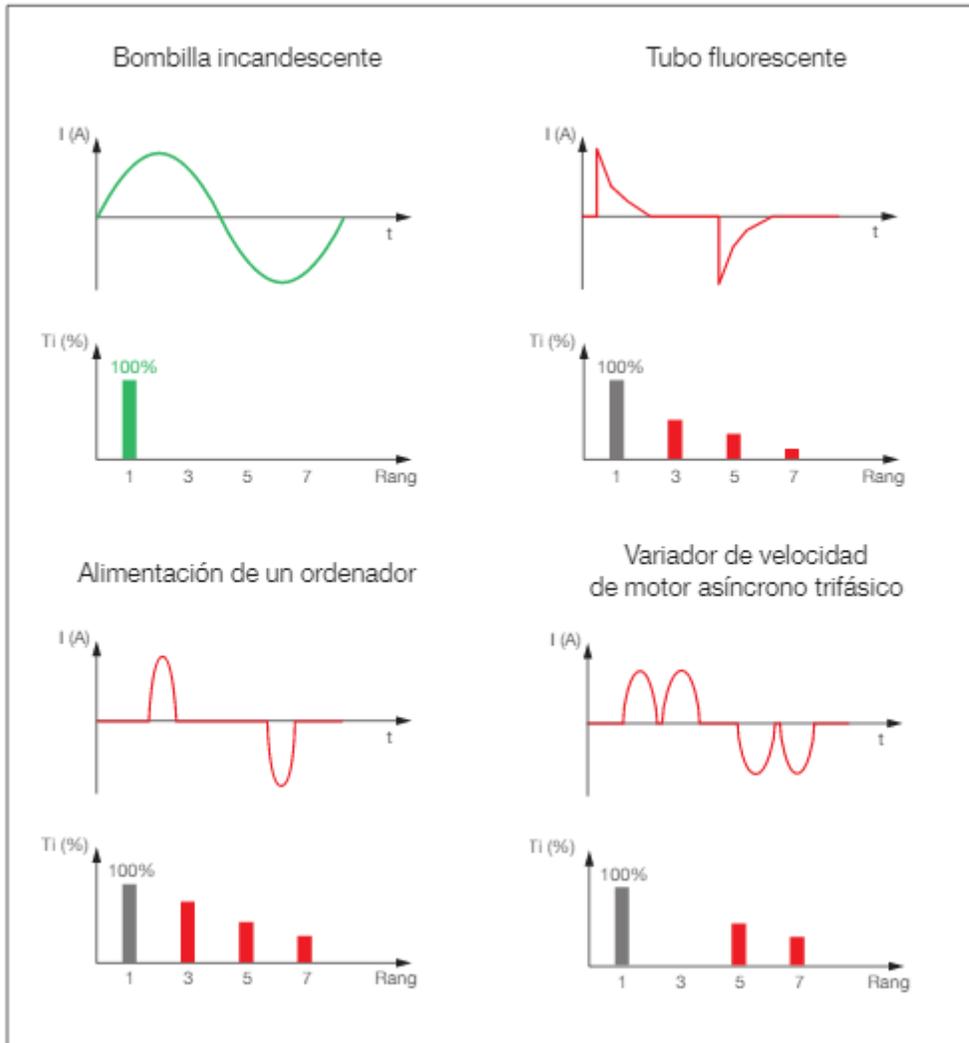


Figura #23.: Espectro de algunas cargas habituales.

Debe tenerse en cuenta que además de los armónicos indicados anteriormente, en las redes también se encuentran otros dos tipos de componentes superpuestos a la onda fundamental. Los inter-armónicos que se caracterizan por una frecuencia que no es múltiplo de la fundamental (por ejemplo: 175 Hz no es múltiplo de 50 Hz), y los infra-armónicos los cuales presentan una frecuencia inferior a la de la red.

Los primeros, aunque sólo están presentes en una pequeña cantidad, pueden, por ejemplo, perturbar las señales de control a distancia enviadas por los distribuidores de energía eléctrica, mientras que los últimos suelen deberse a los convertidores de ciclo, los hornos de arco o los variadores de velocidad.

2.12.3. SOBRECARGA DE LOS MATERIALES.

GENERADORES.

Los generadores que alimentan cargas no lineales generalmente sufren decalajes debidos a las pérdidas suplementarias creadas por las corrientes armónicas. Este decalaje es del orden del 10% para un alternador que alimenta un 30 % de cargas no lineales, y de allí la necesidad de sobredimensionar el aparato.

SAIS.

La corriente absorbida por los equipos informáticos presenta un factor de cresta elevado. Un SAI dimensionado únicamente teniendo en cuenta el valor de la corriente eficaz puede no ser capaz de alimentar los picos de corriente requeridos y de este modo sobrecargarse.

TRANSFORMADORES.

La curva de abajo (figura 9) muestra valores típicos de decalaje para un transformados que alimenta cargas electrónicas (no lineales).

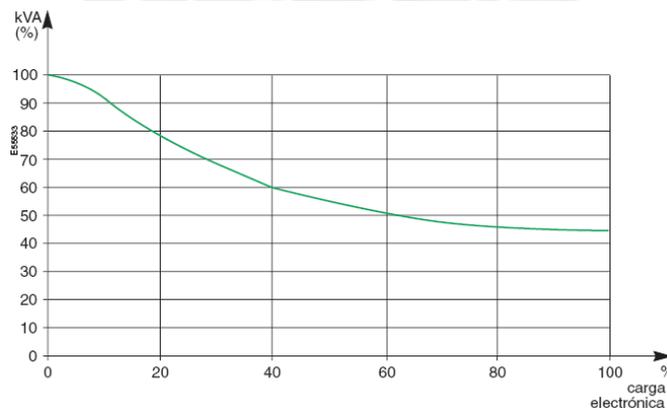


Figura #24.: Tasa de decalaje para un transformador

La tasa de decalaje para un transformador alimentando cargas electrónicas
Ejemplo: decalaje del 40 % si el transformador alimenta un 40 % de cargas electrónicas. E55533

2.12.4. MEDICIÓN DE LOS ARMÓNICOS PRESENTES EN UNA RED.

Las mediciones las realizaremos con el analizador de redes FLUKE 434.

La resultante de los armónicos normalmente se explica por la distorsión armónica total (THD: Total Harmonics Distortion). El cálculo de THD permite calificar globalmente el nivel de contaminación de una red en tensión o en corriente



Figura #25.: Analizador de redes Fluke 434

Índice en tensión	Perturbaciones detectadas
THDV < 5%	Nada en general
5% < THDV < 8%	Mal funcionamiento de material anormalmente sensible
8% < THDV < 10%	Probable mal funcionamiento del material
THDV > 10%	Seguro mal funcionamiento del material

Figura #26.: Tabla de rango de perturbaciones

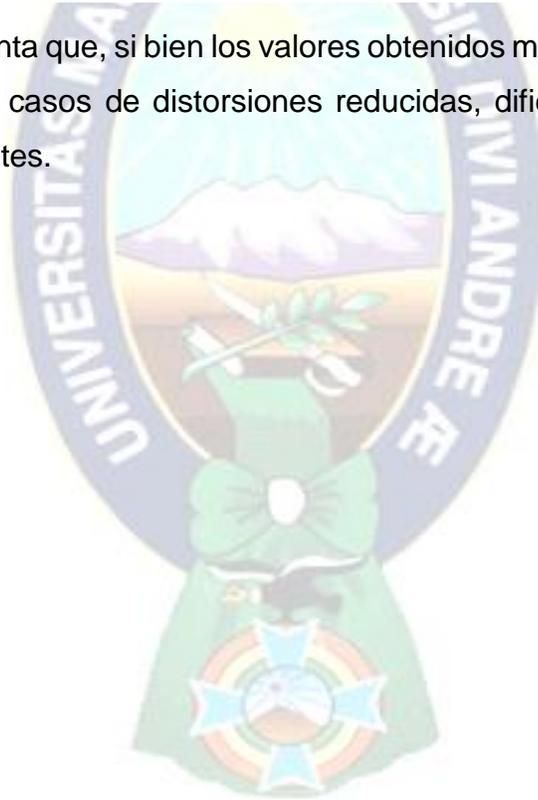
Normalmente se utilizan los métodos de cálculo. La CEI 61000-2-2 define el THDF como la relación (indicada en porcentajes) entre el valor eficaz de las componentes armónicas y la amplitud de la fundamental:

$$\text{THD}_F = \frac{\sqrt{(I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2)}}{I_1}$$

En cuanto al THDR definido según la norma DIN, representa la distorsión armónica en relación al valor eficaz real:

$$\text{THD}_R = \frac{\sqrt{(I_0^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2)}}{\sqrt{(I_0^2 + I_1^2 + \dots + I_n^2)}}$$

Debe tenerse en cuenta que, si bien los valores obtenidos mediante los dos métodos son equivalentes en casos de distorsiones reducidas, difieren mucho cuando los valores son importantes.



3. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. DESCRIPCION DEL TRABAJO

El presente trabajo de aplicación consiste en realizar la construcción de un tablero para el sistema de transferencia no solamente en caso de faltar tensión en las fases de la red eléctrica, sino también en caso de existir anomalías y perturbaciones en el suministro de energía para lo cual usaremos un Relé electrónico de vigilancia de tensión para redes trifásicas 70,41 de marca Finder, para lo cual utilizaremos un variac trifásico para realizar la simulación de caídas y subidas de tensión, y un controlador automático LOGO M8 el cual realizará todo el proceso de automatización en el sistema de transferencia la cual será monitoreado por un ordenador con el programa LOGO V8 el mismo que monitoreara el funcionamiento del grupo electrógeno, los circuitos prioritarios y no prioritarios, si existe algún tipo de falla en la transferencia de energía y las cuales también serán alimentadas con una UPS. Para garantizar la transferencia de energía yaqué se encargara de suministrar energía eléctrica sin interrupción todo gracias a un generador eléctrico de combustión interna de la carrera de Electricidad.

También realizaremos la construcción de un tablero didáctico que nos pueda facilitar realizar la medición de armónicos en los circuitos prioritarios para ver el comportamiento de las cargas, todas esas mediciones lo realizaremos con el analizador de redes eléctricas FLUKE 434 perteneciente a la carrera de electricidad

Todas las pruebas fueron realizadas en los bancos de entrenamiento de la carrera de electricidad como se muestra en los siguientes gráficos.



Figura #27.: Realizando pruebas del sistema de transferencia

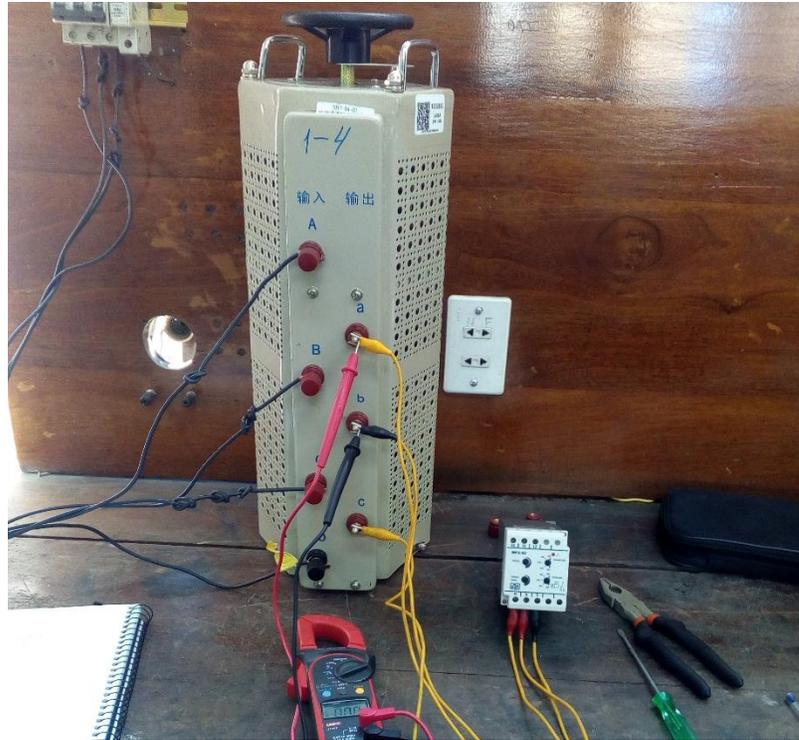


Figura #28.: Realizando las pruebas respectivas al relé de monitoreo.



Figura #29: realizando las respectivas tomas de datos con el fluke 434.

3.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.

En el siguiente grafico vemos el diagrama unifilar de todo el proceso de transferencia automática la cual nos muestra a detalle la respectiva separación de los circuitos prioritarios y los circuitos no prioritarios y vemos que el sistema de control automático tiene su propio respaldo con una SAI. o conocido también como una UPS.

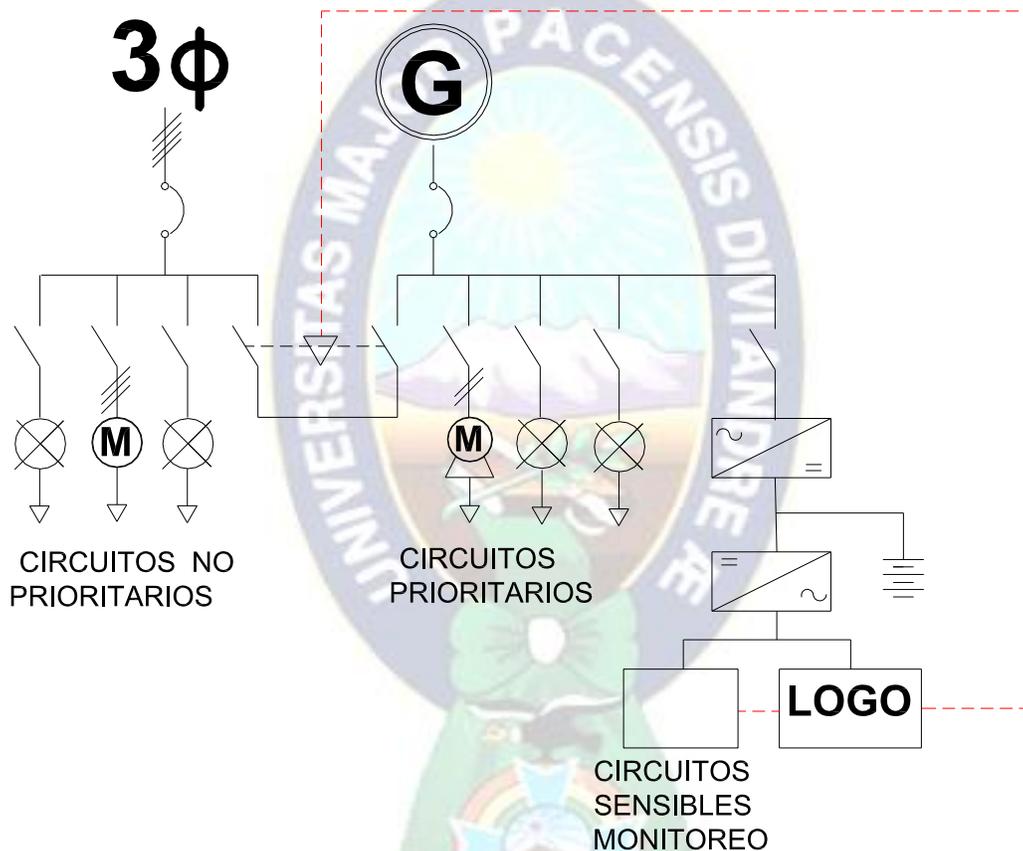


Figura #30.: Diagrama unifilar del sistema de transferencia automática.

3.3. CIRCUITO DE FUERZA.

El circuito de fuerza del sistema de transferencia es el que indica cómo van conectadas las cargas prioritarias y no prioritarias como también muestra sus

respectivos sistemas de protección y la conexión exacta de los contactores ya que ellos hacen posible la operación directamente con la energía eléctrica y el flujo de las corrientes, también se ve cómo va conectado y en qué lugar el relé electrónico de monitoreo de tensión para así mandar la señal respectiva después de ocurrir una anomalía en la red eléctrica, el sistema de fuerza tiene que estar bien conectado ya que la mala conexión de ello puede causar cortos circuitos y que de componentes.

También podemos observar cómo está conectado el generador y cómo esta recibe la señal para su encendido y apagado, y también la UPS y el LOGO y el sistema de monitoreo.

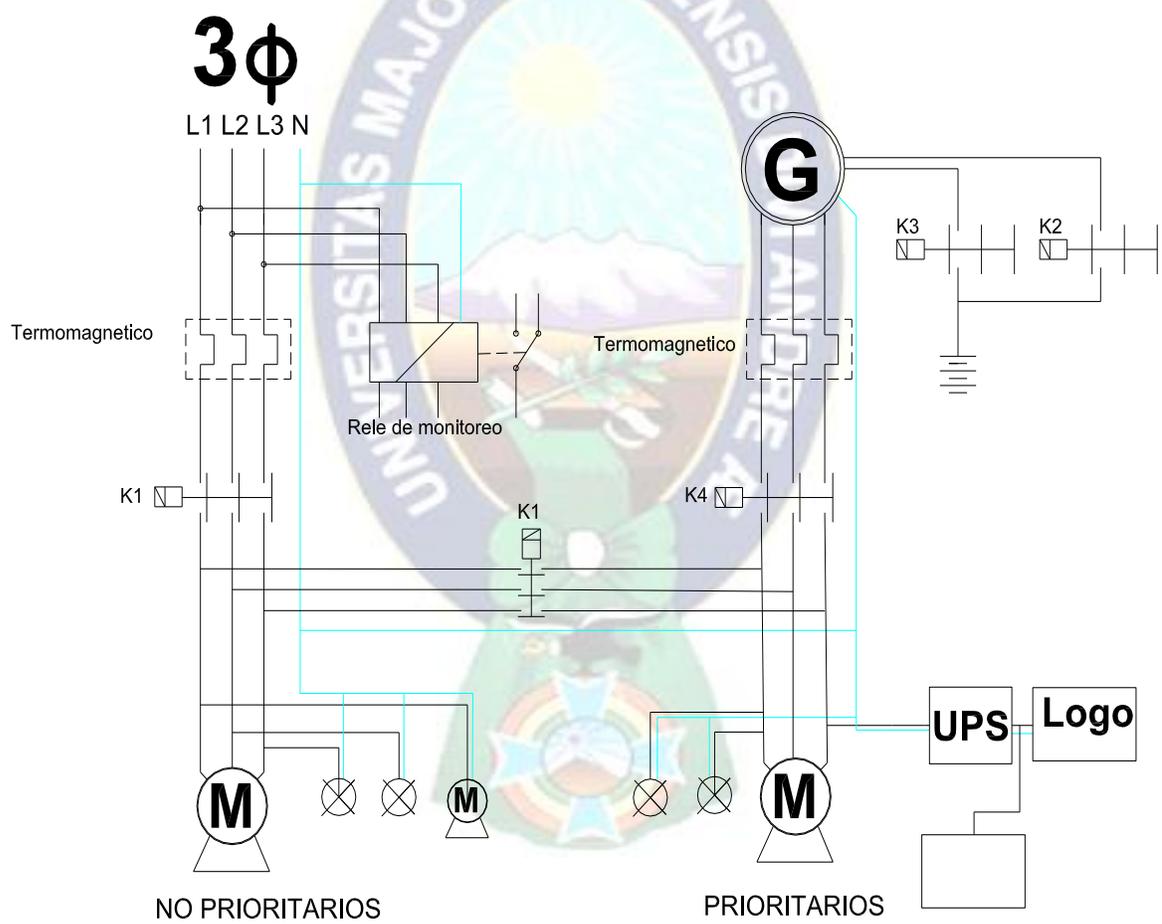


Figura #31.: Circuito de fuerza.

3.4. DIAGRAMA LÓGICO DE CONTROL.

El programa lógico conocida también como programa de bloques es el corazón de todo el sistema de transferencia automatizado ya que el programa ase posible que el LOGO lo ejecute de manera eficaz y tenga el dominio de todos los relés de los contactores.

lo que realiza el programa es que una vez que detecta con la ayuda del relé electrónico de monitoreo de tensión que existe alguna anomalía en la red el programa saca inmediatamente al suministro de energía eléctrica de la red pública y ase que el generador arranque y espera unos 5 segundos para que se estabilice y mete al sistema al generador , pero ya que esta solo tomara en cuenta a los circuitos prioritarios para evitar cualquier tipo de anomalías y accidentes solo funcionaran las luminarias de emergencia y de señalización como indica la norma boliviana NB777.

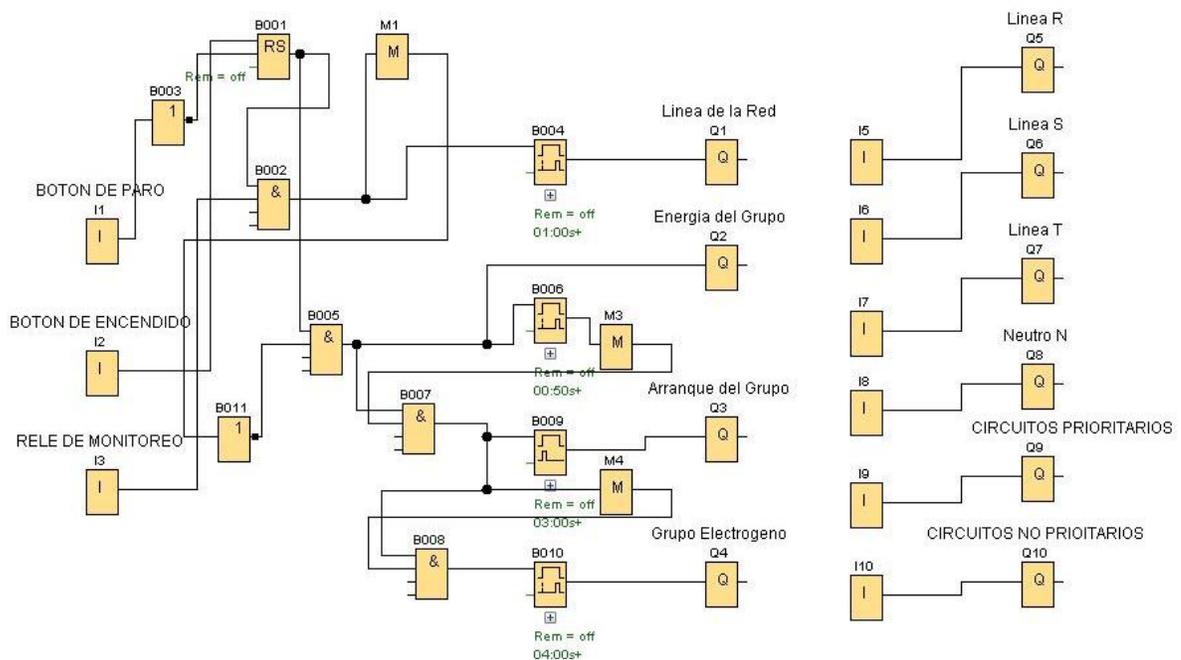


Figura #32.: Diagrama de bloques.

3.5. PROGRAMA DE MONITOREO

El programa de monitoreo consta en aprovechar el programador LOGO V8 con este software realizaremos el monitoreo del proceso de transferencia a larga distancia del generador, con este sistema nos facilitara realizar un monitoreo eficaz sin la necesidad de ir hasta el cuarto donde se encuentra el grupo electrógeno viendo si el sistema funciona correctamente o cual es la causante de la falla en la red eléctrica y cuál de los circuitos está en funcionamiento.

Al ser un programa accesible nos llega a ser muy económica y practica con respecto a otros sistemas de monitoreo.

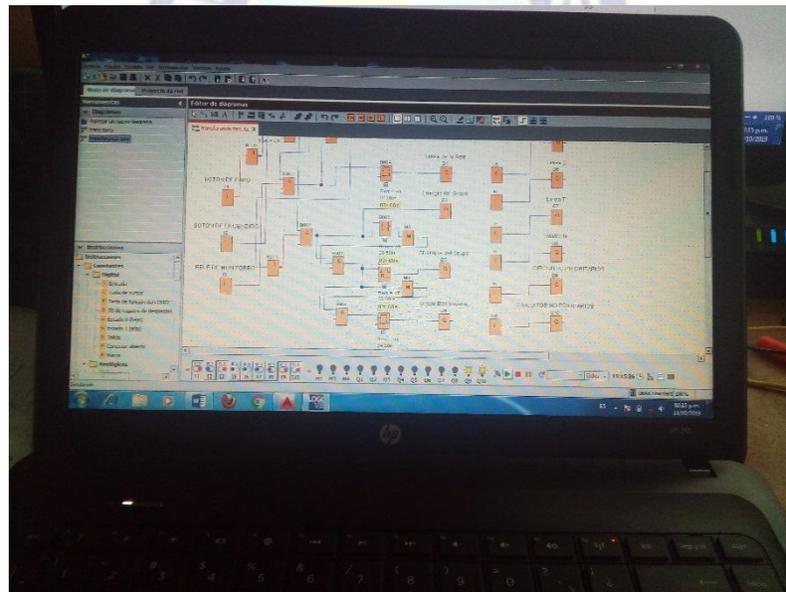


Figura #33.: Monitoreo del sistema

3.6. MEDICIÓN DE ARMÓNICOS EN CIRCUITOS PRIORITARIOS.

Los armónicos hacen que las corrientes se distorsionen causando el calentamiento de los generadores y en las UPS incluso puede llegar a acortar la vida de estas máquinas por lo que se recomienda poner filtros de armónicos o sobre dimensionar los generadores en las siguientes gráficos veremos el comportamiento de los armónicos con diferentes cargas

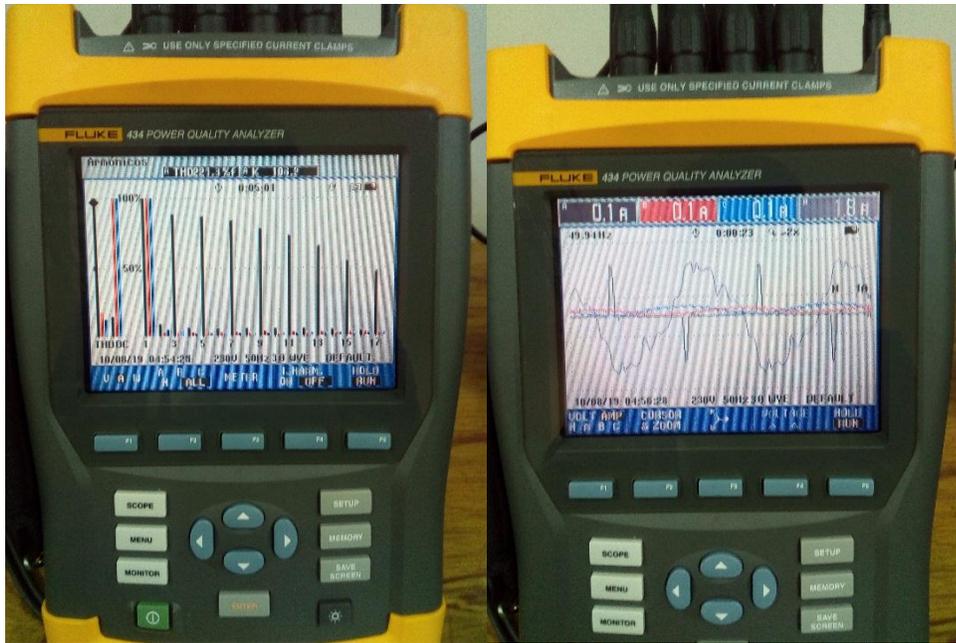


Figura #34.: Medición de armónicos en una pc.

En la siguiente medición se pusieron diferentes tipos de focos en la Fase R (A), se pusieron focos led, en la fase S (B) se pusieron focos ahorradores y en la fase T (C) se pusieron focos incandescentes, con eso comprobamos que los armónicos abundan en las luminarias que funcionan con componentes electrónicos.



Figura #35.: Medición de armónicos en luminarias.

En la siguiente imagen mostramos la generación de armónicos de un motor trifásico la cual no se vio muchas distorsiones.



Figura #36.: Medición de armónicos en motor trifásico.

3.7. MATERIALES EMPLEADOS.

NUMERO	CANTIDAD (UNIDADES)	DESCRIPCIÓN
1	1	PLC. LOGO de Siemens.
2	1	Analizador de redes FLUKE 434.
3	1	UPS marca FORZA NT-512U
4	1	Relé de monitoreo de tensión.
5	5	Contactores
6	1	Grupo electrógeno GESAN G15TFH
7	3	Botoneras
8	5	Focos pilotos
9	2	Bancos de carga con focos

10	1	Tablero de medición de armónicos
11	3	Motores trifásicos
12	1	Variac trifásico
13	1	Laptop para monitoreo
14	2	Relés de 220 V
15	5	Termo magnético trifásico
16	3	Termo magnético monofásico
17	2	Voltímetros
18	2	Pinza amperimetrica

3.8. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO.



Figura #37.: Presentación del trabajo.

4. FOTOGRAFÍA DEL ARMADO DE TABLEROS



Figura #38.: Tablero de transferencia.



Figura #39.: UPS



Figura #40.: Realizando la prueba del tablero de transferencia



Figura #41.: Construcción del tablero de medición

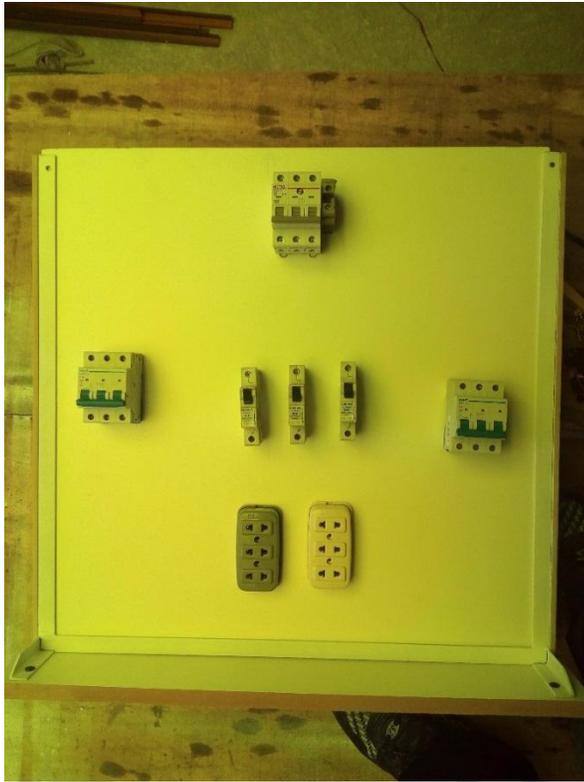


Figura #42.: Acabado del tablero de medición de armónicos.



Figura #43.: Montaje de los tableros.

5. CONCLUSIONES.

- En el desarrollo del proyecto se pudo evidenciar la importante necesidad de realizar un estudio y análisis de las anomalías y perturbaciones en las redes eléctricas obteniendo como resultado el alcance y distorsión que ocasionan las cargas no lineales mostrados así con los equipos de medición utilizados, afectando así a la calidad de la energía eléctrica, dimensionamiento de conductores, vida útil de equipos e incluso afectando el funcionamiento de equipos de gran precisión.
- Es importante siempre realizar las pruebas de todos los tableros en un banco de pruebas y sin energía eléctrica en los circuitos de fuerza para poder ver cómo reacciona el sistema de transferencia.
- Es importante tener muy en cuenta el sistema de monitoreo del sistema de transferencia para ver que realmente se realizó el sistema de transferencia.
- Es muy importante realizar un mantenimiento periódico del grupo electrógeno para ver si tiene combustible, aceite, energía en la batería y muchas cosas más se recomienda realizar revisiones seguidas y un mantenimiento profundo por lo menos cada 6 meses.
- También es muy importante al momento de realizar el diseño de las dimensiones e instalación del grupo electrógeno, se deben tomar muy en cuenta las normas existentes como ser la NB777 vigente en nuestro país, así también de las normas industriales existentes en el medio.
- Para dimensionar los circuitos prioritarios se deben tomar en cuenta que tipo de luminaria se está poniendo y cuantos equipos se requerirá para ese circuito tomando en cuenta la producción de armónicos que llevan esos equipos y así tratar de sobre dimensionar el generador para no tener el calentamiento innecesario de la misma.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- FINDER, V-2019 Relés de vigilancia de tensión de red. www.findernet.com.
- IGSA, manual de operación y mantenimiento. MEXICO. ventasplantas@igsa.com.mx.
- LEROY-SOMER, 2010. Manual de uso y mantenimiento de los grupos electrógenos. R44C3.
- ROLLSBATTERY, manual de uso de baterías. Canadá. support@rollsbattery.com.
- IBNORCA, 2016. norma boliviana NB 777, "diseño y construcción de instalaciones eléctricas anteriores en baja tensión". Bolivia.
- ABB, Cuaderno de aplicaciones técnicas nº 8 Corrección del factor de potencia y filtrado de armónicos en las instalaciones eléctricas. Barcelona. www.abb.es/bajatension.
- Tiñini O. 2016 "instalación de grupos electrógenos". Universidad Mayor de San Andrés.
- Tiñini O. 2016, "instalaciones auxiliares (ele-704)". Universidad Mayor de San Andrés
- SCHNEIDER ELECTRIC, detección y filtrado de armónicos.
- Fluke corporation, agosto de 2004. manual de uso Fluke 433/434. EEUU. internet, <https://www.areatecnologia.com> > electricidad > plc-logo.