

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**



**PROYECTO DE GRADO**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EMERGENCIA  
EN EL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**Proyecto de grado presentado para la obtención de grado de licenciatura**

**POSTULANTE: GUIDO GONZALO CARVAJAL ALCON**

**TUTOR: ING. LUIS ENRIQUE CARTAGENA CHAVEZ**

**La Paz – Bolivia**

**2014**

## CONTENIDO

CAPITULO 1:.....	1
GENERALIDADES .....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Objetivos.....	2
1.2.1    Objetivo General .....	2
1.2.2    Objetivos Específicos .....	2
1.3    Justificación .....	2
1.4    Alcances Del Proyecto.....	3
CAPITULO 2:.....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1    Fundamentos Teóricos Sobre Generación De Energía Eléctrica .....	4
2.1.1    Tipos De Generadores De Corriente Alterna .....	5
2.1.2    Elementos Del Generador De Corriente Alterna .....	6
2.1.3    Principios De Funcionamiento De Un Generador A.C. ....	9
2.1.4    Generador Trifásico De Corriente Alterna .....	13
2.2    Sistemas y Subsistemas.....	18
2.2.1    Grupo Electrónico De Emergencia .....	18
2.2.2    Ciclos Termodinámicos .....	25
2.2.3    Clasificación De Los Grupos Electrónicos:.....	32
2.3    Transferencia De Carga.....	32
2.3.1    Transferencia Automática De Energía Eléctrica .....	35
2.3.2    Diseño De Circuitos.....	38
2.3.3    Circuito De Fuerza o De Potencia. ....	41
2.3.4    Componentes Eléctricos De Potencia. ....	42
2.3.5    Protecciones Electricas .....	57
2.3.6    Tipos De Interruptores Termomagnéticos. ....	65
2.4    ups ó (fuente ininterrumpida de energía) .....	67
2.4.1    Otros tipos de UPS - UPS de gran capacidad .....	68
2.4.2    Usos específicos del UPS .....	69

2.4.3	Características generales del ups .....	69
2.4.4	Partes básicas del ups .....	70
2.4.5	Funcionamiento.....	71
CAPITULO 3:.....		73
ANALISIS DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA .....		73
3.1	Levantamiento De La Carga Actual: .....	73
3.2	Discriminación De Cargas .....	90
CAPITULO 4:.....		103
INGENIERÍA DEL PROYECTO .....		103
4.1	Alternativas De Generación De Energía Eléctrica De Emergencia ...	103
4.2	Selección a La Mejor Alternativa.....	103
4.3	Tablero De Transferencia Automática.....	112
4.3.1	Dimensionamiento de contactores. ....	113
4.3.2	Elaboración del circuito de potencia .....	114
4.3.3	CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL.....	115
4.3.4	CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE SEÑALIZACIÓN .....	119
4.3.5	MONTAJE DEL TTA .....	121
4.3.6	PROGRAMACION DEL PLC.....	122
4.3.7	Datos Técnicos módulo LOGO! 12/24RC y módulo DM8 .....	127
4.3.8	SOFTWARE LOGO! Soft Comfort V7.....	128
4.4	Cargas criticas que aceptan interrupción del servicio de energía eléctrica 141	
4.5	Cargas criticas que no aceptan interrupción de energía eléctrica .....	141
CAPITULO 5:.....		144
EVALUACIÓN FINANCIERA .....		144
5.1	inversión fija.....	144
5.2	Inversión diferida .....	144
5.3	costos .....	145
5.3.1	Costos operativos.....	145
5.3.2	Costo de mantenimiento.....	146
5.4	Ingresos.....	147

CAPITULO 6:..... 150  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 150  
    6.1 Conclusiones ..... 150  
    6.2 Recomendaciones ..... 150  
Bibliografía..... 152

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Especificaciones técnicas del supervisor de voltaje .....	40
Tabla 2 Dimensionamiento de contactores .....	48
Tabla 3 Selección del tipo de contactor .....	49
Tabla 4 cargas baños, cancha y Biblioteca .....	78
Tabla 5 cargas sala de maquinas .....	79
Tabla 6 cargas sala de esterilización .....	79
Tabla 7 Cargas Exodoncia y cirugía .....	80
Tabla 8 cargas bloque nuevo.....	81
Tabla 9 cargas planta baja 1.....	83
Tabla 10 cargas planta baja 2.....	83
Tabla 11 cargas primer piso 1 .....	84
Tabla 12 cargas planta baja 2.....	85
Tabla 13cargas segundo piso1 .....	86
Tabla 14 cargas segundo piso 2.....	87
Tabla 15 cargas tercer piso 1 .....	88
Tabla 16 cargas tercer piso 2 .....	89
Tabla 17 potencia total instalada. ....	89
Tabla 18 cargas cuarto de maquinas .....	91
Tabla 19 clínicas planta Baja .....	91
Tabla 20 clínicas primer piso .....	92
Tabla 21 sala de esterilización.....	92
Tabla 22 cargas radiología .....	93
Tabla 23 clinicas segundo piso .....	94
Tabla 24 cargas Exodoncia y Cirugia .....	95
Tabla 25 cargas discriminadas .....	97
Tabla 26 sala de maquinas potencia Real .....	97
Tabla 27 clínicas planta baja potencia real .....	98
Tabla 28 clínicas y oficinas importantes potencia real .....	99
Tabla 29 sala de esterilización potencia real.....	99
Tabla 30 área de radiología potencia real.....	100

Tabla 31 clínicas segundo piso potencia real.....	100
Tabla 32 clínicas bloque nuevo potencia real .....	101
Tabla 33 discriminación de cargas (potencia real) .....	102
Tabla 34 ventajas de G.E. a gas, gasolina y diesel.....	103
Tabla 35 desventajas de G.E. a gas, gasolina y diesel. ....	106
Tabla 36 tabla de datos del grupo electrógeno .....	111
Tabla 37 inversiones.....	144
Tabla 38 Costo de combustibles.....	145
Tabla 39 costo de combustible trimestral .....	145
Tabla 40 precio de mantenimiento .....	146
Tabla 41 costo total .....	147
Tabla 42 Ingresos por atención de clínicas por hora.....	148
Tabla 43 Tabla Auxiliar .....	148
Tabla 44 comparación de ingresos diarios sin y con proyecto .....	149

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Conversión de energías de un generador Eléctrico .....	4
Figura 2 Generador sincrónico de armadura estacionaria de 4 polos .....	6
Figura 3 Elementos de un generador AC simple.....	7
Figura 4 Tipos de rotores para generadores .....	8
Figura 5 Generador AC monofásico sencillo.....	9
Figura 6 Principios del Generador AC.....	10
Figura 7 Generador Trifásico AC de dos polos .....	13
Figura 8 Onda del voltaje Trifásico. ....	14
Figura 9 Triángulo de Potencia .....	16
Figura 10 Grupo Electrónico de Emergencia .....	19
Figura 11 Partes del motor de un Grupo Electrónico .....	20
Figura 12 Partes del Alternador A.C. ....	23
Figura 13 ciclo termodinámico Otto .....	27
Figura 14 Ciclo termodinámico Diesel.....	30
Figura 15 Elementos del Sistema de Transferencia Eléctrica .....	34
Figura 16 Esquema de Transferencia Automática de Energía Eléctrica.....	35
Figura 17 Supervisor de voltaje Trifásico .....	39
Figura 18 Esquema de conexión del supervisor de voltaje .....	41
Figura 19 Contactor conectado en un circuito de fuerza .....	42
Figura 20 Simbología del contactor .....	42
Figura 21 Descripción del contactor.....	43
Figura 22 Partes del contactor electromagnético .....	46
Figura 23 Vistas lateral y superior de relés .....	50
Figura 24 Descripción del Rele .....	51
Figura 25 partes del relé .....	52
Figura 26 Representación numérica .....	52
Figura 27 Relé de tipo armadura .....	53
Figura 28 Relé de núcleo móvil.....	54
Figura 29 Relé de lengüeta.....	54
Figura 30 Relé de estado sólido .....	55

Figura 31 Relé electromagnético .....	56
Figura 32 Vista de fusibles cilíndricos .....	58
Figura 33 Vista frontal del fusible NH.....	59
Figura 34 Interruptor Automático o Breaker .....	60
Figura 35 . Interruptor Termomagnético.....	62
Figura 36 Partes de un Interruptor Termomagnético.....	63
Figura 37 Lamina Bimetálica del Termomagnético .....	64
Figura 38 Curva característica de un magnetotérmico .....	65
Figura 39 UPS industrial marca EATON, modelo PowerWare 9390 .....	69
Figura 40 Esquema de partes externas de un UPS .....	71
Figura 41 cuando la red local es normal .....	72
Figura 42 el UPS entra en funcionamiento .....	72
Figura 43 diagrama unifilar de la facultad de Odontología .....	74
Figura 44 diagrama unifilar del tablero principal.....	75
Figura 45 forma física del tablero principal .....	76
Figura 46 diagrama unifilar del TB-2.....	77
Figura 47 diagrama unifilar TB-1.....	82
Figura 48 diagrama unifilar con discriminación de cargas.....	96
Figura 49. Grupo Electrónico a Gas, industriales .....	108
Figura 50 Grupo Electrónico Diesel industriales .....	108
Figura 51 Grupo Electrónico a Gasolina.....	109
Figura 52 grupo electrónico P150-1 .....	110
Figura 53 diagrama unifilar de transferencia de carga. ....	112
Figura 54 Circuito de potencia .....	115
Figura 55 circuito de control.....	116
Figura 56 relés del grupo generador .....	118
Figura 57 Circuito de señalización .....	120
Figura 58 Montaje de TTA. ....	121
Figura 59 modulo LOGO.....	123
Figura 60 estructura del equipo LOGO .....	125
Figura 61 modulo de expansión.....	126

Figura 62 descripción de modulo LOGO.....	127
Figura 63 descripción modulo de expansión .....	128
Figura 64 Software LOGO .....	129
Figura 65 Icono de entrada.....	130
Figura 66 interfaz de entrada .....	130
Figura 67 Lógica de transferencia.....	132
Figura 68 Control de transferencia automática .....	134
Figura 69 Simulación de señal de salida.....	136
Figura 70 Simulación de salida .....	137
Figura 71 programa para control automático .....	137
Figura 72 Simulación de encendido .....	138
Figura 73 Simulación de reset .....	138
Figura 74 señal simulada de arranque.....	139
Figura 75 Señal de simulación de apagado .....	139
Figura 76 Programación activa de señales .....	140
Figura 77 Simulación de alarmas.....	140
Figura 78 modelo de UPS con baterías externas.....	142

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 .....	12
Ecuación 2 .....	12
Ecuación 3 .....	12
Ecuación 4 .....	13
Ecuación 5 .....	14
Ecuación 6 .....	15
Ecuación 7 .....	15
Ecuación 8 .....	16
Ecuación 9 .....	17
Ecuación 10 .....	17
Ecuación 11 .....	17
Ecuación 12 .....	50
Ecuación 13 .....	113
Ecuación 14 .....	113

## RESUMEN

El presente proyecto pretende apoyar, colaborar con la atención ininterrumpida de pacientes en las diferentes clínicas de la Facultad de Odontología, implementando un equipo de energía eléctrica auxiliar en caso de que el suministro de energía eléctrica local, no realice su funcionamiento correctamente.

Con la implementación del equipo auxiliar, las clínicas brindaran una atención normal, a los pacientes a su vez los estudiantes realizaran sus practicas pre profesionales, sin ininterrupción.

Para la implantación del grupo electrógeno se realizo el diagrama unifilar de toda la Facultad de Odontología, a su vez se evaluó el diagrama unifilar que represente la discriminación de cargas para los previos a energizar.

Con la elaboración de diagramas unifilares se realizo la toma de datos de todos los equipos eléctricos utilizados en la facultad, para posteriormente establecer el tipo y la potencia del generador eléctrico a implementar.

Se deberá obtener la potencia instalada de todos los equipos médicos utilizados para poder realizar el análisis de la potencia real década uno de los equipos.

## ***DEDICATORIA***

Dedico este trabajo a toda mi familia quienes me supieron ayudar, brindar apoyo y saber apoyarme en todo momento, les agradezco de todo corazón.

## AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento en primer lugar a Dios por la vida. A mi Padre, Madre, y Hermanos por su apoyo incondicional durante el periodo de mi formación. Mis sinceros agradecimientos a la Facultad de Tecnología de la U.M.S.A., en especial a la carrera de Electromecánica por los sólidos conocimientos establecidos en mi persona en esta etapa de mi vida. A los docentes de mencionada carrera por haber compartido sus conocimientos y su experiencia. A mis amigos y compañeros por su apoyo y respaldo continuo.

## **CAPITULO 1:**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El siguiente proyecto de grado, que tiene la finalidad de estudiar la implementación de un grupo electrógeno en la **Facultad de Odontología**, con la finalidad de ayudar con el abastecimiento de energía eléctrica (auxiliar) en caso de corte temporal de la energía eléctrica suministrada por la empresa local , de esta manera el uso de un generador eléctrico podrá ayudar a dos partes interesadas , las cuales serian los estudiantes de la misma carrera y a las personas en general que asisten a las distintas clínicas de odontología. Puesto que los estudiantes necesitan realizar una constante practica en los sillones dentales que la facultad les proporciona a si mismo las personas en general necesitan de los servicios que los estudiantes les dan en las mismas clínicas de la carrera de odontología.

Ya que con el estudio de implementación de un grupo electrógeno, las distintas clínicas no tendrían que parar a causa de cortes de energía.

La Facultad de Odontología con el fin de mejorar sus servicios y dar a conocer una imagen Institucional; tiene entre sus objetivos mejorar el servicio continuo de clínicas, para lo cual se deber introducir el uso de un generador de energía auxiliar, automatizado de esta manera el proceso de atención a pacientes; no se vera afectado por alguna falla en la distribución de energía local.

Con este fin se deberá analizar que ambientes tendrán prioridad para la alimentación de energía auxiliar, para este efecto se debe realizar el levantamiento de la carga actual para la posterior discriminación de cargas, con la implementación de un circuito de transferencia de carga automático.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general es la instalación de un sistema de emergencia en el edificio de la facultad de Odontología de la universidad mayor de San Andrés.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Entre los objetivos específicos se tiene:

- Análisis de la potencia instalada.
- Realizar la discriminación de cargas.
- Elaborar diagrama unifilar de todo el edificio.
- Realizar el diagrama unifilar a proponer para los lugares a energizar.
- Establecer la demanda para el dimensionamiento del grupo electrógeno.
- Realizar el análisis económico.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La elaboración de este proyecto, permitirá dar solución a un problema real que presenta la facultad de odontología debido a la importancia del suministro continuo de energía eléctrica, ya que con el correcto funcionamiento de estas depende la operación de los aparatos que alimenta.

La transferencia de energía eléctrica auxiliar ayudara a la facultad de Odontología, para brindar un servicio continuo a los pacientes, como también ayudara a los estudiantes a realizar sus prácticas pre-profesionales, en las diferentes clínicas del edificio. Esta situación a dado a estudiar la instalación de un grupo electrógeno (generador eléctrico) de emergencia, esto daría lugar a

que en el momento de corte de energía eléctrica de la red, se de funcionamiento al grupo electrógeno el cual supliría la energía eléctrica momentáneamente en lugares específicos, con lo cual se lograría el normal funcionamiento de todas las clínicas , a si también el funcionamiento de los equipos medico dentales, logrando a si que las practicas desempeñadas en cada clínica no sean discontinuas . Logrando un normal funcionamiento en clínicas.

#### **1.4 ALCANCES DEL PROYECTO**

En este trabajo se presente a un a metodología para seleccionar un sistema de transferencia de energía eléctrica auxiliar. Aplicando este método se tendrá una mejor integración de los equipos adecuados para una transferencia de energía eléctrica adecuada.

En el segundo capitulo se mencionara los principios de generación de energía, a si también como la inducción de energía eléctrica, tipos de transferencia, de todos estos temas se realizo un estudio conceptual.

Para el tercer capitulo se procedió a la elaboración del diagrama unifilar de todo el edificio, a si también se realizo el diagrama unifilar propuesto de la Facultad de Odontología y para eso se tuvo que realizar el análisis del levantamiento de carga actual, la discriminación de cargas de los previos y la elaboración de tablas de carga discriminada real.

En el cuarto capitulo se describirá las ventajas, desventajas de los diferentes grupos electrógenos de diesel, gasolina y gas, con esto resuelto se realizara la selección de la mejor alternativa el tipo de grupo electrógeno a utilizarse, a si también se describirá el como se realiza la construcción del Tablero de transferencia de carga.

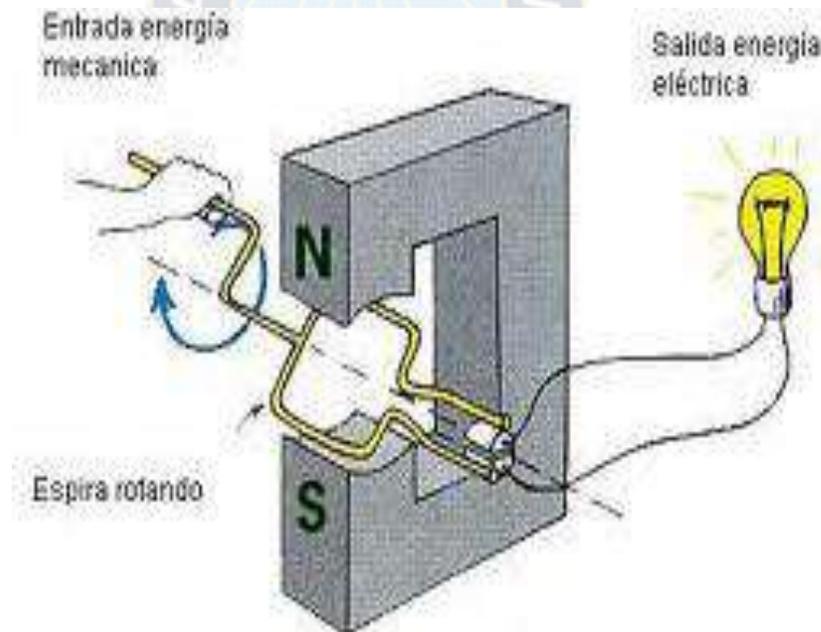
## CAPITULO 2:

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Un generador de corriente alterna, es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos (llamados polos, terminales o bornes) transformando la energía mecánica en energía eléctrica.

**Figura 1 Conversión de energías de un generador Eléctrico**



Fuente [[www.sabelotodo.org](http://www.sabelotodo.org)]

Esta transformación se consigue por la acción de inducción electromagnética, este fenómeno consiste en producir una fuerza electromotriz (F.E.M.) en un medio expuesto a un campo magnético variable, o en un medio móvil respecto

a un campo magnético estático, es a sí que cuando dicho medio es un conductor se produce una corriente inducida, la F.E.M. se define como el trabajo que el generador realiza para pasar la unidad de carga positiva del polo negativo al positivo por el interior del generador.

### **2.1.1 TIPOS DE GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA**

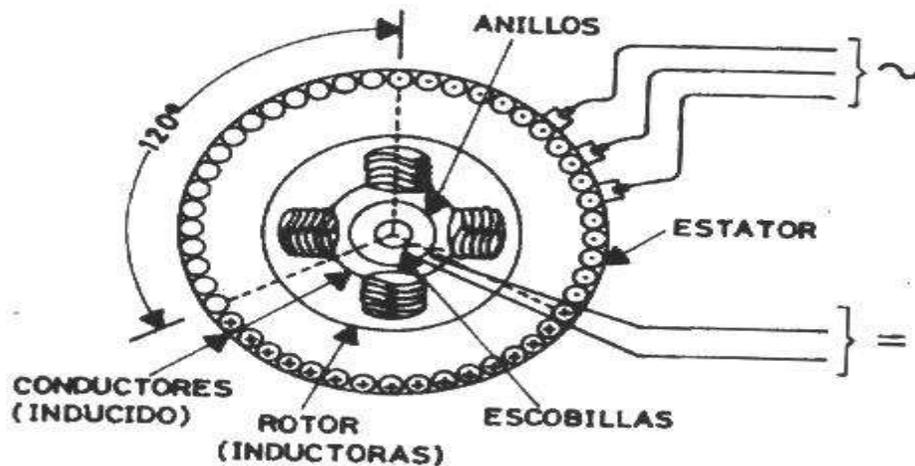
**Generador Asíncrono o de Inducción.-** estas máquinas cuya corriente de campo se obtiene por inducción en sus devanados de excitación, el proceso como generador requiere que la máquina entregue potencia eléctrica por el estator, la energía ingresa por el eje mecánico, atraviesa el entrehierro y llega al estator para ser suministrado a la respectiva carga.

La máquina de inducción funciona como generador si hay una fuente de potencia reactiva (capacitores estáticos o una máquina síncrona) disponible en el sistema de potencia. Un generador de inducción aislado presenta graves problemas de regulación de voltaje, pero cuando opera en paralelo con un gran sistema de potencia este puede controlar el voltaje de la máquina.

Los generadores de inducción son máquinas pequeñas que se utilizan en fuentes de energía alternativas como molinos de viento o un sistema de recuperación de energía, casi todos los generadores grandes en uso son generadores síncronos. La máquina de inducción es generalmente empleada en la industria cuando trabaja como motor.

**Generador Síncrono o Alternador.-** un generador síncrono es un dispositivo para convertir potencia mecánica de un motor primario en potencia eléctrica AC de voltajes y frecuencia específicos. El término síncrono se refiere al hecho de que la frecuencia eléctrica de esta máquina está confinada o sincronizada con su tasa mecánica de rotación del eje.

**Figura 2 Generador sincrónico de armadura estacionaria de 4 polos**



Fuente: [www.sabelotodo.org]

En la figura 2 podemos observar que un generador sincrónico se le aplica una corriente DC al devanado del motor, la cual produce un campo magnético. Entonces el rotor del generador gira mediante un motor primario y produce un campo magnético rotacional dentro de la máquina. Este campo magnético rotacional induce un grupo monofásico de voltajes en los devanados del estator del generador.

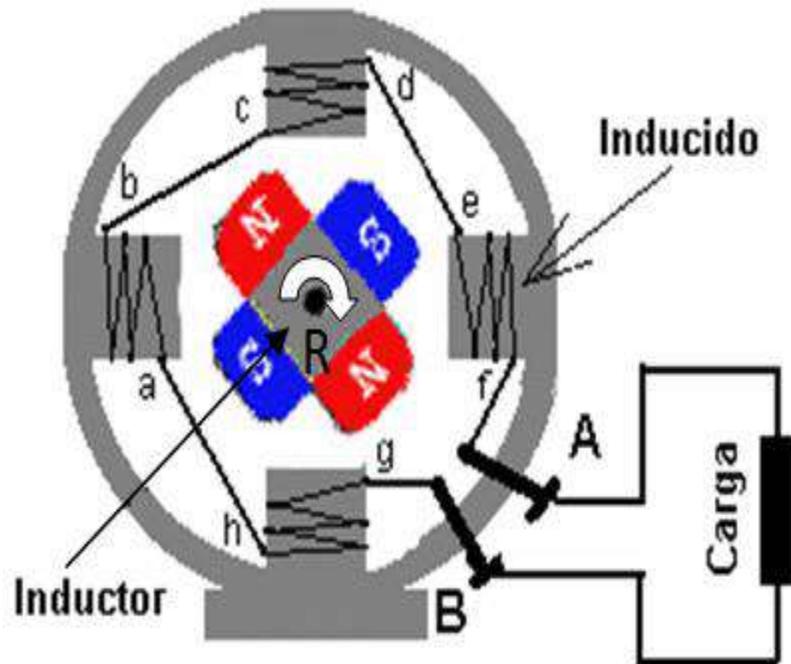
El generador sincrónico se utiliza para producir la gran mayoría de potencia eléctrica utilizada en todo el mundo.

## **2.1.2 ELEMENTOS DEL GENERADOR DE CORRIENTE**

### **ALTERNA**

Un generador de corriente alterna consta de dos partes fundamentales, 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.

Figura 3 Elementos de un generador AC simple.

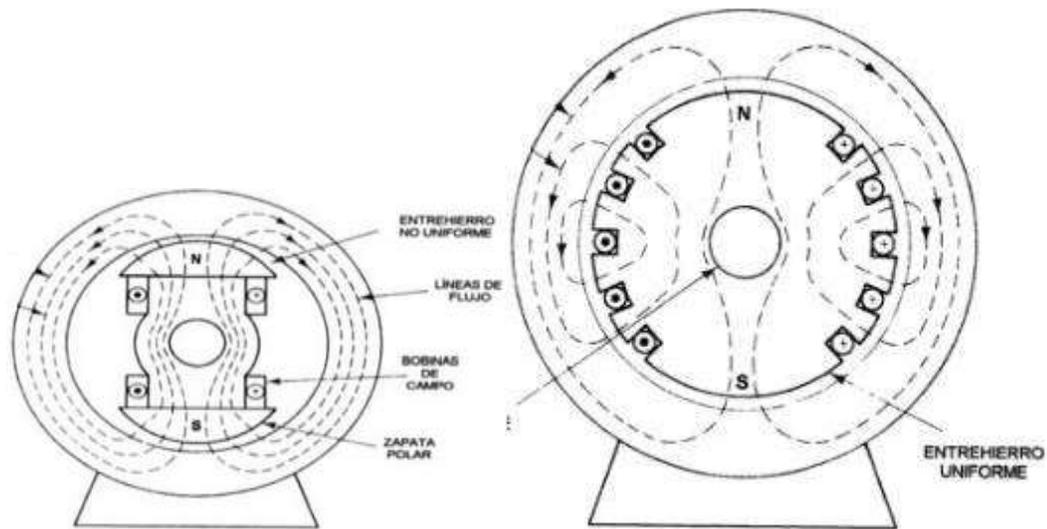


Fuente: [www.sabelotodo.org]

El inductor.- en la figura 3 el inductor esta constituido por el rotor (R), dotado de cuatro piezas magnéticas (norte y sur), las que son imanes permanentes o electroimanes, cuya polaridad se indica.

En el rotor se encuentran alojadas las bobinas del devanado de campo que conducen el voltaje en el devanado de armadura, en donde se encuentran las bobinas que determinan si el generador es monofásico o trifásico. Desde el punto de vista constructivo, los rotores se construyen del tipo polos salientes para baja velocidad, o motor de polo cilíndrico para alta velocidad.

**Figura 4 Tipos de rotores para generadores**



Generador de polos salientes

Generador de rotor cilíndrico

Fuente:[ [www.sabelotodo.org](http://www.sabelotodo.org)]

El inducido.- el inducido o estator, esta compuesto por bobinas de alambre arrolladas en las zapatas polares. En la figura 3, las cuatro bobinas a-b, c-d, e-f y g-h están arrolladas sobre piezas de hierro (zapatas polares) estas se magnetizan bajo la acción de los imanes del inductor.

Los elementos mas importantes del estator de un generador de corriente alterna, son los mencionados a continuación:

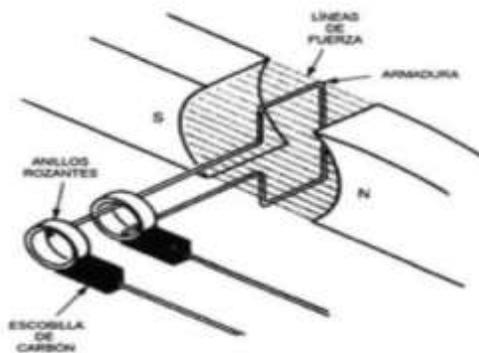
- componentes mecánicos.
- Sistema de conexión en estrella.
- Sistema de conexión en delta.

## 2.1.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE UN GENERADOR A.C.

El funcionamiento del generador de corriente alterna, se basa en el principio general de inducción de voltaje en un conductor en movimiento, cuando atraviesa un campo magnético.

El generador mas simple consta de una espira rectangular que gira en un campo magnético uniforme, figura 5, al hacer girar una espira de alambre en el interior de las líneas de campo magnético producido por un par de imanes permanentes, se induce (se promueve) un a corriente eléctrica la cual circula por la espira, a este fenómeno se lo conoces con el nombre de inducción electromagnética.

**Figura 5 Generador AC monofásico sencillo.**



Fuente: [www.sabelotodo.org]

El generador elemental mostrado en la figura 5 , el campo magnético principal proviene de un par de imanes permanentes .la bobina de la armadura

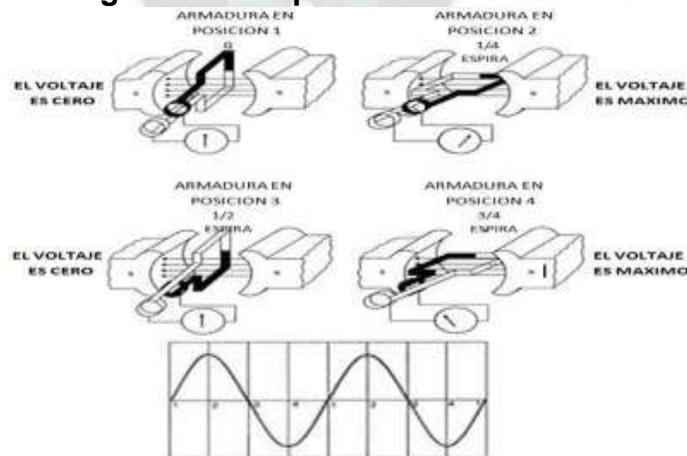
esta devanada sobre el rotor, cada extremo de esta bobina esta fijo a dos anillos rosantes y es dónde aparece el voltaje generado. Para colectar el voltaje generado, se hace con pequeñas piezas metálicas o de carbón llamadas **escobillas** que se encuentran fuertemente fijadas a los anillos rozantes por medio de resortes.

En la medida que el rotor gira a una velocidad constante, se induce una onda senoidal de voltaje, el valor del voltaje generado dependerá de lo siguiente:

- La velocidad del rotor, a mayor rapidez el voltaje es mayor.
- La intensidad del campo magnético, a mayor intensidad de campo, mayor voltaje inducido.
- La cantidad de vueltas de alambre de las bobinas.

Cuando la armadura de un generador de corriente alterna hace una rotación completa atreves del campo magnético, sucede lo siguiente:

**Figura 6 Principios del Generador AC**



Fuente: [www.sabelotodo.org]

- En la Figura 6, cuando la armadura alcanza la posición 2, la espira (armadura) se mueve en forma perpendicular al campo magnético, por lo tanto, corta el máximo número de líneas por segundo.
- Cuando gira la armadura y pasa la posición 2, el voltaje cae cuando ya no está perpendicular al campo magnético.
- Al alcanzar la armadura la posición 3, su movimiento es otra vez paralelo al campo y el voltaje de salida vuelve a cero.
- Cuando la armadura gira de la posición 3 a la 4, el voltaje vuelve a alcanzar el valor máximo.
- Cuando la armadura completa su rotación y pasa la posición 4, el voltaje cae a cero otra vez.

Son estas variaciones y de intensidad del campo magnético la que inducirá en la bobina una diferencia de potencial (voltaje) que cambia de valor y de polaridad siguiendo el ritmo del campo. Este sistema está basado en la ley de Faraday.

**La ley de Faraday** manifiesta que. Si un conductor se mueve a través de un campo magnético, o si está situado en las proximidades de un circuito de conducción fijo cuya intensidad puede variar, se establece o se induce una corriente en el conductor.

Es decir, la fuerza inducida  $\mathcal{E}$  en un circuito es igual al valor negativo de la rapidez con la cual está cambiando el flujo que atraviesa el circuito. La ecuación 1 define esta ley y se puede expresar como:

### Ecuación 1

$$\varepsilon = -\frac{d\theta}{dt}$$

Donde:

$\varepsilon$  Es fuerza electromotriz inducida

$\theta$  Flujo magnética

El signo negativo de la expresión indica que la fuerza electromotriz inducida  $\varepsilon$ , se opone al cambio de flujo magnético  $d\Phi$ . Este signo negativo se debe a la ley de Lenz.

**La ley de Lenz establece que:** “la corriente inducida aparece en un sentido tal que se opone a la causa que la produce”.

El flujo de un campo magnético uniforme a través de un circuito plano está dado por:

### Ecuación 2

$$\theta = B * S * \cos\alpha$$

Donde:

$\Phi$  = Flujo magnético. La unidad en el SI es el weber (Wb).

$B$  = Inducción magnética. La unidad en el SI es el tesla (T).

$S$  = Superficie del conductor.

$\alpha$  = Ángulo que forman el conductor y la dirección del campo.

Si el conductor está en movimiento el valor del flujo será:

### Ecuación 3

$$d\theta = B * dS * \cos\alpha$$

Si la bobina tiene (N) números de vueltas aparece una F.E.M. en cada vuelta que se puede sumar, es el caso de los solenoides, para estos casos la fuerza electromotriz será calculada con la siguiente expresión:

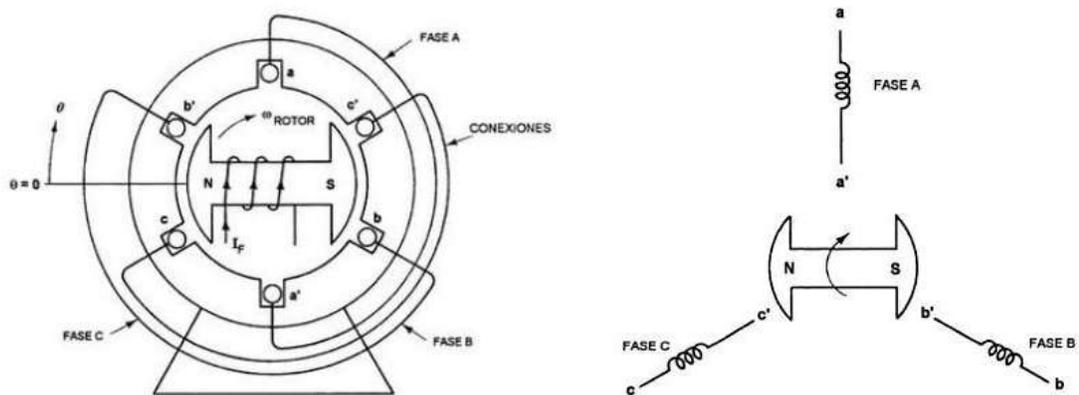
#### Ecuación 4

$$\varepsilon = -n * \frac{d\theta}{dt}$$

### 2.1.4 GENERADOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA

Para un generador trifásico, se deben tener tres bobinas de armadura (Figura 7) que están desplazadas entre sí 120° (grados), a cada una de las bobinas o grupos de bobinas se los denomina Fase, de manera que se designan las tres fases como: Fase A, Fase B y Fase C.

**Figura 7 Generador Trifásico AC de dos polos**



Fuente: [www.sabelotodo.org/]

La magnitud del voltaje en cada FASE se calcula con la siguiente ecuación:

### Ecuación 5

$$E_{max} = B_m * L * W * r \text{ (volts)}$$

Donde:

$B_m$ : Densidad de flujo máximo producido por el campo del rotor (T)

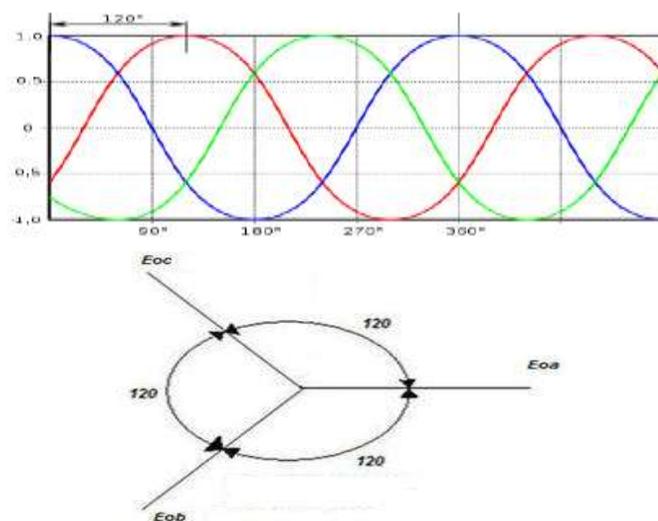
$L$ : Longitud de ambos lados de bobina en el campo magnético (m)

$W$ : Velocidad angular del rotor ( $= 2 * \text{frecuencia rad/seg}$ )

$r$ : Radio de la armadura (m).

En la mayoría de aplicaciones industriales se usa el sistema trifásico donde muchas maquinas funcionan con motores para esta tensión, por medio de tres cables conductores (AC) que tiene el mismo voltaje y corriente, pero con un retardo en tiempo o desfase de  $120^\circ$  (grados), entre cada uno de ellos, como se muestra en la figura 8.

**Figura 8 Onda del voltaje Trifásico.**



Fuente:[ [www.sabelotodo.org](http://www.sabelotodo.org)]

Existen cuatro posibles interconexiones entre generador y carga:

- 1.- estrella – estrella
- 2.- estrella – delta
- 3.- delta – estrella
- 4.- delta–delta

En los circuitos tipo estrella, las corrientes de fase y las corrientes de línea son iguales y, cuando el sistema está equilibrado las tensiones de línea son  $\sqrt{3}$  veces mayor que las tensiones de fase y están adelantadas  $30^\circ$  a estas:

#### Ecuación 6

$$V_{\text{línea}} = [ \sqrt{3} V_{\text{fase}} ]$$

En los circuitos de tipo triángulo o delta, pasa lo contrario, las tensiones de fase y de línea, son iguales y cuando el sistema está equilibrado, la corriente de fase es  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  veces más pequeña que la corriente de línea y está adelantada  $30^\circ$  a esta:

#### Ecuación 7

$$I_{\text{fase}} = [ \frac{I_{\text{línea}}}{\sqrt{3}} ]$$

El sistema trifásico es un tipo particular dentro de los sistemas polifásicos de generación eléctrica, aunque con mucho el más utilizado.

### 2.1.5 Potencia Trifásica En Generadores A.C.

La potencia consumida en un circuito de corriente alterna depende del factor de potencia del circuito, lo que significa que un generador de corriente alterna puede alimentar una cantidad moderada de potencia real para una carga y, sin embargo, si el factor de potencia de la carga fuese bajo, la potencia total o aparente que el generador produce realmente puede ser muy grande. En estas condiciones, el generador se puede quemar.

Por esta razón, los generadores de corriente alterna no deben clasificarse según la máxima potencia de consumo permisible de la carga, sino de acuerdo con la potencia aparente máxima que pueden pasar, expresando la capacidad en VA (volt amperes).

La representación matemática de la potencia activa en un sistema trifásico equilibrado esta dada por las siguientes ecuaciones:

**Figura 9 Triángulo de Potencia**



Fuente:[ [www.sabelotodo.org](http://www.sabelotodo.org)]

### Ecuación 8

$$\text{Potencia activa } P = \sqrt{3} * I * V * \cos\phi \text{ (W)}$$

### Ecuación 9

$$\text{Potencia reactiva } Q = \sqrt{3} * I * V * \text{sen}\phi \text{ VAR}$$

### Ecuación 10

$$\text{Potencia aparente } S = \sqrt{3} * I * V \text{ (VA)}$$

### Ecuación 11

$$\text{Relación entre potencias } S^2 = P^2 + Q^2$$

La generación, en términos generales consiste en transformar alguna clase de energía eléctrica, sea esta química, mecánica, luminosa o térmica, entre otras cosas, energía eléctrica. Para la generación a nivel industrial recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Por lo cual se darán algunos ejemplos de generadores con el mismo principio de funcionamiento de lo mencionado anteriormente:

#### a) Centrales térmicas:

En este tipo de centrales su agente externo es el vapor de agua a presión, generado al quemar combustibles orgánicos (carbón, gas, u otros derivados) la energía que se libera durante la combustión hace q el agua se caliente y el vapor a presión, logre mover la turbina que a su ves hace mover el alternador, logrando a si la generación de energía eléctrica.

b) Centrales hidroeléctricas:

En la central hidroeléctrica es la energía potencial y la energía cinética del agua la que mueve la turbina, la cual se encuentra conectada al alternador, para que así se lleve a cabo la generación eléctrica.

c) Centrales eólicas:

Son los aerogeneradores, es el viento (partículas de aire a gran velocidad y alta energía cinética) este es el agente externo que mueve el alternador.

d) Centrales nucleares:

En este tipo de centrales el combustible es el uranio, el calor generado en la vasija del reactor produce vapor de agua a presión en un circuito exterior al reactor.

e) Centrales solares:

En las centrales solares es el calor del sol el que hace hervir el agua y generar el vapor a presión.

f) Centrales mareomotrices:

En este tipo de central el agente externo es la velocidad del agua del mar, las subidas y bajadas de las mareas generan una gran corriente con gran energía cinética capaz de mover los alternadores.

g) Centrales biomásicas:

En esta se obtiene el vapor de agua quemando la materia orgánica residual derivada de los cultivos agrícolas ó por combustión en motores, donde el biogás procede de la fermentación de la biomasa es consumida por el motor de combustión interna que mueve el generador.

## **2.2 SISTEMAS Y SUBSISTEMAS**

### **2.2.1 GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA**

Un grupo electrógeno como el de la figura es una máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna son comúnmente utilizados cuando hay fallas y cortes de energía de suministro

eléctrico en la red pública y necesitan de otra fuente de energía alterna para abastecerse en caso de emergencia para no parar la producción y atención en caso de hospitales.

**Figura 10 Grupo Electrónico de Emergencia**



Fuente:[ [www.hansa.com](http://www.hansa.com)]

### **2.2.1.1 PARTES DE UN GRUPO ELECTRÓNICO**

Los grupos electrónicos están compuestos por las siguientes partes:

- 1.- Un motor de combustión interna.
- 2.- Un generador de corriente alterna.
- 3.- Un circuito de control de arranque y paro.
- 4.- Instrumentos de medición
- 5.- Control electrónico basado en un microprocesador
- 6.- Tanque de combustible
- 7.- Regulador de velocidad
- 8.- Silenciador

**1.- Los motores de combustión interna:** el motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad.

Existen dos tipos de motores, motores de gasolina y de gasoil (diesel). Generalmente los motores a diesel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

Los de combustión interna realizan la combustión dentro de la propia máquina, como por ejemplo el motor Otto, motor Diesel, motor rotativo y turbina de gas.

En todos los motores de este tipo se precisa un comburente, normalmente oxígeno del aire, y un combustible que puede ser líquido: gasolina, gasoil, alcohol o aceite vegetal, gaseoso: butano, propano, metano, etc. y sólido: carbón, uranio, etc.

También puede hacerse una clasificación de los motores de combustión interna en función del número de carreras necesarias o tiempos para completar un ciclo. Así tenemos los motores de dos tiempos (2T) y los de cuatro tiempos (4T)

El motor de combustión interna se puede observar en la fig.11 la cual esta compuesta de varios sistemas los cuales son:

**Figura 11 Partes del motor de un Grupo Electrónico**



Fuente:[ [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)]

- 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.

**a) Sistema de combustible.-** El sistema de combustible debe ser capaz de entregar un suministro de combustible limpio y continuo, y debe estar respaldado por un depósito de combustible de acuerdo a la potencia del grupo electrógeno, además se sugiere tener un depósito de uso diario y uno de mayor capacidad para evitar paros por falta de combustible.

**b) Sistema de admisión de aire.-** El aire admitido por el motor debe ser aire limpio y frío, este es aspirado de la zona que rodea el grupo a través del filtro de aire del motor. En casos especiales donde el polvo o calor se encuentran cerca de la entrada de aire, se debe instalar una conducción de aire externa la cual viene de afuera con aire limpio y fresco.

**c) Sistema de enfriamiento.-** El sistema de enfriamiento del motor consta de un radiador, termostato y un ventilador de acuerdo a la capacidad de enfriamiento requerida. La función del radiador es, intercambiar el calor producido por el motor al hacer pasar aire forzado a través de él. El ventilador es el que fuerza el aire a través del radiador el cual es movido, por el cigüeñal o por un motor eléctrico en algunos casos. El termostato es el que se encarga de que el motor trabaje en un rango de temperatura óptima para un buen desempeño abriendo y cerrando, según los rangos de temperatura.

**d) Sistema de Lubricación.-** Este sistema se encarga de mantener lubricadas todas las partes móviles del motor, a sí mismo sirve como medio refrigerante.

La función es crear una película de aceite lubricante, en las partes móviles, evitando el contacto metal con metal. Consta básicamente de:

- \* Bomba de circulación de aceite
- \* Válvula reguladora de presión
- \* Filtro de aceite
- \* Conductos externos e internos para circular el aceite

**e) Sistema Eléctrico.**- El sistema eléctrico del motor es de 12 ó 24 VDC con el negativo a masa y dependiendo del tamaño del grupo este puede contener uno o dos motores de arranque, cuenta con un alternador para cargar la batería autoexcitado, autorregulado y sin escobillas.

El alternador es accionado por el cigüeñal a través de una transmisión flexible (banda-polea), teniendo como finalidad recargar la batería cuando el grupo electrógeno se encuentra en operación, sus principales componentes son:

- \* Rotor (piezas polares)
- \* Estator (inducido)
- \* Carcaza
- \* Puente rectificador (puente de diodos)

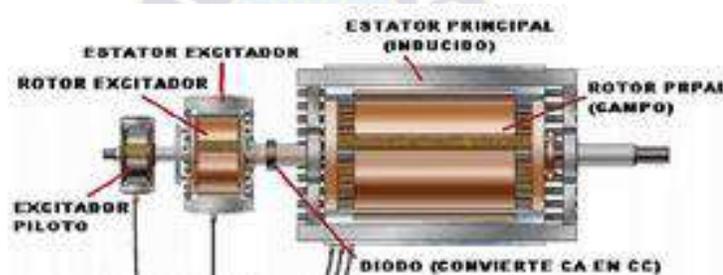
**f) Sistema de arranque.**- Puesto que el motor de combustión interna no es capaz de arrancar por sí solo, debido a que se requiere vencer el estado de reposo en que se encuentra el motor de combustión interna, se requiere de un motor de arranque el cual puede ser cualquiera de los siguientes tipos.

- \* Motor de arranque eléctrico.
- \* Motor de arranque neumático.

Es muy importante tener en buen estado las baterías, ya que este tipo de motores demandan una cantidad muy elevada de corriente en el arranque.

**2.- Generador de corriente alterna.** El generador sincrónico de corriente alterna, está compuesto por las siguientes partes, como se muestra en la Figura 12.

**Figura 12 Partes del Alternador A.C.**



Fuente: [ <http://www.sertec.com.py> ]

- Inductor principal.
- Inducido principal.
- Inductor de la excitatriz.
- Inducido de la excitatriz.
- Puente rectificador trifásico rotativo.
- \*Regulador de voltaje estático.
- \*Caja de conexiones.

**3.- Circuito de control de arranque y paro.** El circuito del motor de arranque y protecciones de la máquina consta de las siguientes funciones:

a) Retardo al inicio del arranque (entrada de marcha):

- Retardo programable (3 y 5 intentos).
- Periodo de estabilización del genset.

b) El control monitorea las siguientes fallas:

Largo arranque, baja presión de aceite, alta temperatura, sobre y baja velocidad, no-generación, sobrecarga, bajo nivel de combustible, nivel de refrigerante, paro de emergencia y cuenta con algunos casos de entradas y salidas programables dependiendo del control que se use.

c) Solenoide de la máquina:

- Solenoide auxiliar de arranque (4x).
- Válvula de combustible.

d) Fusibles: Para la protección del control y medición.

e) Cuenta con indicador de fallas el cual puede ser:

- Alarma audible
- Mensaje desplegado en el display
- Indicador luminoso (tipo incandescente o led)

**4.- Instrumentos de Medición.** Los instrumentos de medición que se instalan normalmente son los siguientes:

- Voltímetro de A.C. con su conmutador.
- Amperímetro de A.C. con su conmutador.
- Frecuencímetro digital integrado en el controlador
- Horómetro digital integrado en el controlador

**5.- Control Electrónico.-** Controla las operaciones del grupo electrógeno, además lo protege contra fallos en el funcionamiento, a través de un micro controlador programado de fabricación.

**6.- Silenciador.-** Todos los grupos electrógenos emiten ruidos debido al tubo de escape, al motor y al flujo de aire, el silenciador permite reducir la emisión de ruidos producidos, algunos grupos electrógenos pueden llevar cubiertas que absorben el ruido en exceso.

**7.- Tanque de Combustible.** El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga.

**8.- Regulador de Velocidad.** 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.

## **2.2.2 CICLOS TERMODINÁMICOS**

### **2.2.2.1 CICLO IDEAL OTTO**

Nicolaus Otto fue un ingeniero alemán que, a mediados del siglo XIX, diseñó el motor que lleva su nombre y, aunque en nuestro país es más conocido como el motor de gasolina de cuatro tiempos, pueden utilizarse otros combustibles como alcohol, butano, propano, etc.

#### **Tiempos del motor Otto:**

Tiempo 1<sup>o</sup> Admisión. (Transformación isobara 0-1): en este momento, el pistón se encuentra en el PMS, se abre la válvula de admisión, se inicia el descenso del pistón hacia el PMI, entrando en el cilindro comburente más combustible mezclados.

Tiempo 2º Compresión. (Transformación adiabática 1-2): cuando el pistón llega al PMI se cierra la válvula de admisión y el pistón inicia su ascenso hasta el PMS comprimiendo la mezcla, a expensas de un trabajo negativo  $W_1$ . Al ser la transformación adiabática no hay transferencia de calor.

Tiempo 3º Combustión – expansión. (Transformación isócara 2-3 y adiabática 3-4): cuando el pistón se encuentra próximo al PMS, se produce una chispa en la bujía, inflamando la mezcla y aumentando considerablemente la presión dentro del cilindro ( $Q_1$  es el calor generado en la combustión). En este momento se inicia la única carrera útil del ciclo haciendo que el pistón pase desde el PMS al PMI.

En la expansión se genera el trabajo positivo  $W_2$ .

Tiempo 4º Expulsión o escape.

(Transformación isócara 4-1 y isobara 1-0): cuando llegue de nuevo al PMI se abre la válvula de escape provocando la evacuación de los gases quemados a la atmósfera, el resto de los gases son expulsados por el pistón en su ascenso al PMS. Cuando llega al PMS se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión iniciándose un nuevo ciclo con el descenso del pistón.

NOTAS:

PMS

(Punto Muerto Superior). Indica la máxima altura que puede alcanzar el pistón.

PMI

(Punto Muerto Inferior). Indica la mínima altura que puede alcanzar el pistón.

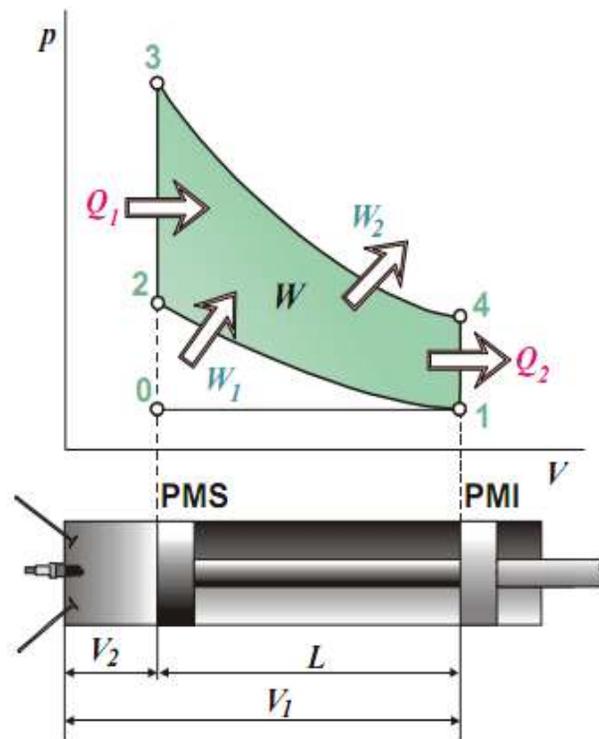
CARRERA

(L): distancia que puede recorrer el pistón, es decir, distancia que hay entre el PMS y el PMI.

El trabajo neto  $W$ , producido en el ciclo

### Ciclo termodinámico de Otto

Figura 13 ciclo termodinámico Otto



Fuente:[ <http://es.wikipedia.ciclootto.org/>]

Transformación 0-1 y 1-0 ⇒ Isobara a presión atmosférica.

Transformación 1-2 ⇒ Adiabática (Q= 0)

Transformación 2-3 ⇒ Isócara (V= cte)

Transformación 3-4 ⇒ Adiabática (Q= 0)

Transformación 4-1 ⇒ Isócara (V= cte)

Q1 ⇒ Calor generado en la combustión.

Q2 ⇒ Calor cedido al ambiente o perdido

### **Análisis termodinámico**

Rendimiento teórico ( $\eta_T$ )

Considerando al motor como un sistema cerrado en un cilindro y un ciclo se cumplirá:

$$\eta_T = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Por otra parte, si consideramos a la mezcla de aire más combustible como un gas ideal y estudiamos el trabajo producido en las diferentes transformaciones termodinámicas, obtendríamos la siguiente ecuación:

$$\eta_T = 1 - \frac{1}{\epsilon^{r-1}}$$

### **2.2.2.2 CICLO IDEAL DIESEL**

Rudolff Diesel fue un ingeniero alemán que, a finales del siglo XIX, diseñó el motor que lleva su nombre y, aunque en nuestro país es más conocido como motor de gasoil de cuatro tiempos, pueden utilizarse otros combustibles como aceites ligeros de origen aceite mineral o vegetal como el aceite de girasol.

## Tiempos del motor Diesel

TIEMPO 1º Admisión. (Transformación isobara 0-1): en este momento, el pistón se encuentra en el PMS, se abre la válvula de admisión, se inicia el descenso del pistón hacia el PMI, entrando en el cilindro sólo comburente (aire).

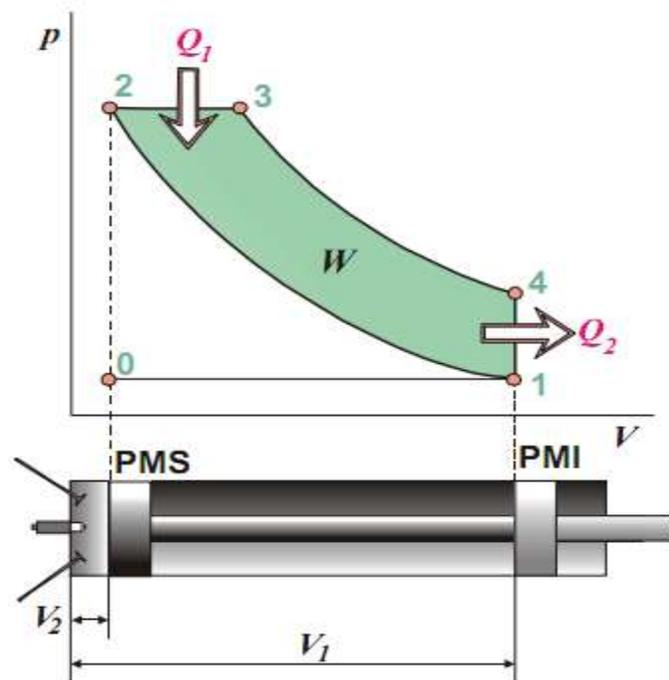
TIEMPO 2º Compresión. (Transformación adiabática 1-2): cuando el pistón llega al PMI se cierra la válvula de admisión y el pistón inicia su ascenso hasta el PMS comprimiendo considerablemente al aire. Esta compresión eleva la temperatura del aire.

TIEMPO 3º Combustión – expansión. (Transformación isobárica 2-3 y adiabática 3-4): cuando el pistón se encuentra próximo al PMS, por el inyector, se introduce el combustible a gran presión, produciéndose una explosión como consecuencia del calor desprendido en el roce del aire con el combustible, aumentando considerablemente la presión dentro del cilindro. En este momento se inicia la única carrera útil del ciclo haciendo que el pistón pase desde el PMS al PMI.

TIEMPO 4º Expulsión o escape. (Transformación isócora 4-1 y isobara 1-0): cuando el pistón llegue de nuevo al PMI se abre la válvula de escape provocando la evacuación de los gases quemados a la atmósfera. El resto de los gases son expulsados por el pistón en su ascenso al PMS. Cuando llega al PMS se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión iniciándose un nuevo ciclo con el descenso del pistón.

## Ciclo termodinámico de Diesel

Figura 14 Ciclo termodinámico Diesel



Fuente: [ <http://es.wikipedia.ciclodiesel.org> ]

Transformación 0-1 y 1-0  $\Rightarrow$  Isobara a presión atmosférica.

Transformación 1-2  $\Rightarrow$  Adiabática

Transformación 2-3  $\Rightarrow$  Isócara

Transformación 3-4  $\Rightarrow$  Adiabática

Transformación 4-1  $\Rightarrow$  Isócara

$Q_1 \Rightarrow$  Calor generado en la combustión.

$Q_2 \Rightarrow$  Calor cedido al ambiente o perdido

## Análisis termodinámico

Rendimiento teórico ( $\eta_T$ )

Considerando al motor como un sistema cerrado, en un cilindro y un ciclo se cumplirá:

$$\eta_T = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Por otra parte, si consideramos al aire como un gas ideal y estudiamos el trabajo producido en las diferentes transformaciones termodinámicas, obtendríamos la siguiente ecuación:

$$\eta_T = 1 - \frac{1}{\gamma} * \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}} * \frac{\tau^{\gamma} - 1}{\tau - 1}$$

$\varepsilon = R_c = \frac{V_1}{V_2}$  Ecuación conocida como relación de compresión

$\tau =$  Relación de combustión a presión constante  $\tau = \frac{V_3}{V_2}$

$\Gamma =$  Coeficiente adiabático.

$V_1 =$  Volumen total del cilindro, se obtiene cuando el pistón se encuentra en el PMI.

$V_2 =$  Volumen de la cámara de combustión, es el volumen del cilindro que queda cuando el pistón se encuentra en el PMS; ver figura anterior.

### 2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS:

La clasificación de los grupos electrógenos es la siguiente:

- a) De acuerdo al tipo de combustible
  - Con motor a gas (LP) o natural
  - Con motor a gasolina con motor a diesel
  - Con motor bifuel (diesel/gas)
- b) De acuerdo a su instalación.
  - Estacionarias
  - móviles
- c) De acuerdo a su operación.
  - Manual
  - Semiautomática
  - Automática
- d) De acuerdo a su aplicación.
  - Emergencia
  - continua

### 2.3 TRANSFERENCIA DE CARGA

Con la automatización de transferencia de carga eléctrica, servirá para dar un servicio continuo de energía eléctrica, al lugar deseado durante las horas del día que sean necesarias, por medio del encendido y cambio automático del generador de emergencia en corto tiempo y sin intervención de personal.

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre si, de manera que regulen o dirijan su actuación por si mismos, es decir, sin intervención humana. En la actualidad los sistemas automáticos juegan un gran papel en muchos campos.

Todo sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción y otra parte de mando o control, que genera las ordenes necesarias para que esa acción se lleve o no acabo.

Los sistemas de control deben cumplir los siguientes objetivos:

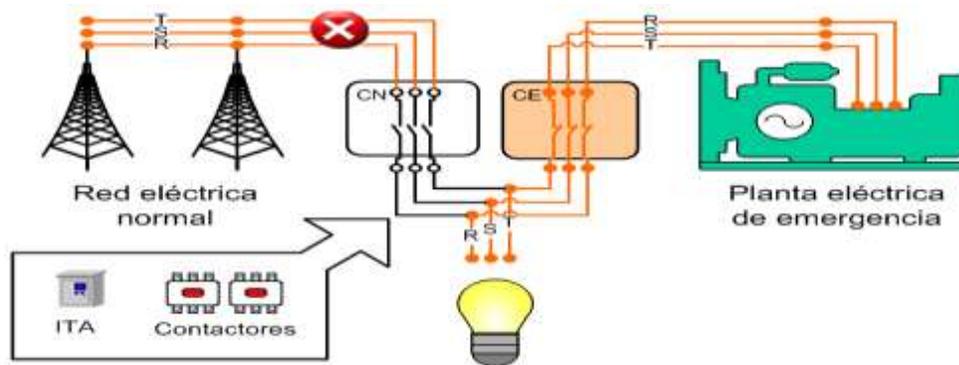
1. Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
2. Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales.

#### Sistemas De Transferencia De Energía Eléctrica

El sistema de transferencia de energía eléctrica, esta compuesto de los siguientes elementos.

- Una red eléctrica externa publica
- Un generador de emergencia
- Un tablero de transferencia (manual o automatico)
- Cargas eléctricas (edificios, hospitales, fabricas, etc)

**Figura 15 Elementos del Sistema de Transferencia Eléctrica**



Fuente:[ <http://www.velasquez.com>]

El sistema de transferencia eléctrica es utilizado cuando se requiere un sistema continuo de energía eléctrica, donde la continuidad de la misma es fundamental, cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico de una red publica.

En la actualidad son muchas las empresas que deciden instalar un sistema auxiliar de energía eléctrica por tres motivos generales:

- No hay red eléctrica disponible
- No llega suficiente potencia de la red eléctrica como para cubrir las necesidades
- Para protegerse frente a la posibilidad de pérdidas periódicas o habituales de potencia de la red eléctrica publica que puedan ocasionar, pérdidas económicas, de potencia, de luz apagado de equipos informáticos, apagado de equipos de mantenimiento de las constantes

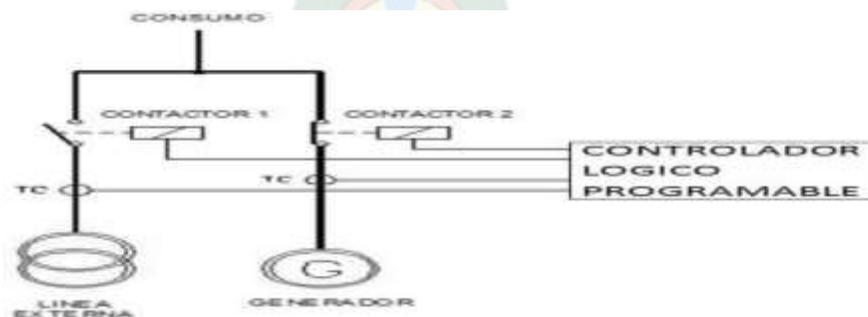
vitales, pérdida de producción de datos archivados y de productos o o incluso de vidas humanas.

### 2.3.1 TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La transferencia automática de energía eléctrica, es un sistema que consiste en poner en marcha un grupo electrógeno de emergencia y realizar el cambio o transferencia entre las redes de suministro de energía eléctrica en forma automática sin intervención humana, cuando se produce una interrupción del servicio de electricidad de la red principal a consecuencia de algún fallo.

La transferencia automática resulta por completo muy útil para un grupo electrógeno de emergencia, en aquellos casos en que se necesite un suministro de energía constante, la operación en modo automático brinda la confiabilidad y tranquilidad al momento de una falla en la red externa de energía.

**Figura 16 Esquema de Transferencia Automática de Energía Eléctrica**



Fuente [ <http://www.velasquez.com.co/catalogo/> ]

La automatización del sistema de transferencia de energía eléctrica realiza la siguiente serie de acciones ante una falla eléctrica, en función de poner en marcha el grupo electrógeno:

**1.-** comportamiento frente a una falla de energía externa: la unidad se encuentra supervisando la presencia de las fases de voltaje de entrada de modo permanente y permanece a la espera de una falla eléctrica.

**2.-** arranque del motor: pone en contacto el grupo electrógeno en forma automática, la operación que se verifica con el encendido de la luz indicadora de contacto ON, seguidamente energiza el motor de arranque, encendiendo la luz del indicador arranque START y una vez establecido, quita la energía al arranque. Esta operación se verifica con el apagado de la luz correspondiente. A partir de este momento, espera el tiempo programado para precalentamiento del motor (programable de 0 a 256 segundos).

**3.-** transferencia de carga: una vez superado el tiempo de precalentamiento, inicia la transferencia, habiendo anteriormente desconectado ya el contactar de red procede a conectar el contactar del grupo electrógeno.

**4.-** espera de normalización de red externa: una vez terminada la rutina de transferencia de cargas, queda en espera del retorno de la red externa y controlando permanentemente el norma funcionamiento del generador.

**5.-** reconexión a la red eterna: cuando se detecta el retorno de la red externa, la unidad esperara que la misma se mantenga normal por un periodo programable de 0 a 255 segundos. Superando tal tiempo se producirá el paso a la rutina de reconexión a la red externa.

**6.-** finalización de maniobra de reconexión a la red externa: una vez devuelta la caga a la red externa, se esperara el tiempo programado del apagado del motor (tiempo variable de 0 a 255 segundos),útil para permitir una baja temperatura del motor, por encontrarse sin carga antes de apagarlo. Luego de ese tiempo se quitara el contacto al grupo electrógeno finalizando a si el ciclo de transferencia de carga.

Una vez apagado el grupo electrógeno normalmente, el sistema permanecerá en alerta para una nueva llamada de transferencia. La transferencia automática de energía eléctrica, es aplicable a todo tipo de sistema eléctrico, permite además operar como protección en sistemas trifásicos y monofásicos.

Aprovechando los avances de la electrónica y la automatización, se puede desarrollar con mayor eficiencia y confiabilidad, de las siguientes características.

**SENCILLAS.-** la configuración de red - planta, se construye con un par de contactares.

**MULTIPLES.-** la configuración de red – planta, planta-planta y red1-red2 – planta, se construyen con mas de 2 contactares.

La unidad de transferencia de energía eléctrica puede ser cualquiera de las que se mencionan a continuación, según la capacidad del genset.

- Contactores electromagnéticos
- Interruptores termomagneticos
- Interruptores electromagnéticos

Por motivos de seguridad del sistema de transferencia de redes, se utilizan enclavamientos eléctrico, electrónico o mecánico, con el objeto de asegurar que nunca se activen los dos contactores que suministren energía eléctrica al mismo tiempo, lo que puede provocar grandes daños al sistema eléctrico conectado.

## **2.3.2 DISEÑO DE CIRCUITOS**

Los problemas considerados en la ingeniería de los sistemas de control, básicamente se tratan mediante dos pasos fundamentales como son:

1. El análisis.
2. El diseño.

En el análisis se investiga las características de un sistema existente. Mientras que en el diseño se escogen los componentes para crear un sistema de control que posteriormente ejecute una tarea particular.

Los circuitos de automatismos se separan en dos grandes bloques que son el circuito de mando y el circuito de potencia.

### **2.3.2.1 CIRCUITO DE CONTROL O DE MANDO.**

Los circuitos de mando realmente son un manejo de los circuitos de potencia pero a distancia, esta circunstancia evitará que los operarios que controlan un proceso tengan que efectuar desplazamientos innecesarios y el sistema de transferencia entre en funcionamiento rápidamente sin pérdidas de tiempo.

En el circuito de mando se representa la lógica cableada del automatismo mediante cables conductores y en él se incluirán los equipos que por un lado reciben la información de los distintos elementos de captación de señales.

Los elementos básicos de un circuito de control son:

- Actuador - Protecciones
- Controles automáticos
- Controles Manuales
- Indicadores

## 2.3.2.2 COMPONENTES ELECTRÓNICOS DE CONTROL

### 2.3.2.2.1 SUPERVISOR DE VOLTAJE:

El supervisor trifásico se muestra en la Figura 17 es un dispositivo electrónico construido con base a un micro controlador, utilizado para la protección de motores y cargas trifásicas contra los efectos producidos por fallas o perturbaciones en el suministro de la energía eléctrica.

**Figura 17 Supervisor de voltaje Trifásico**



Fuente:[<http://jenifer10489.blogspot.com>]

### Características:

- Supervisor trifásico con micro controlador
- Señalización de fallas s través de indicadores luminosos
- Protección contra:- Alto/bajo voltaje.
  - Desbalance de fases.
  - Pérdida de una fase.
  - Secuencia invertida.
- Ajustes manuales con escala numérica: mínimo voltaje, máximo voltaje.

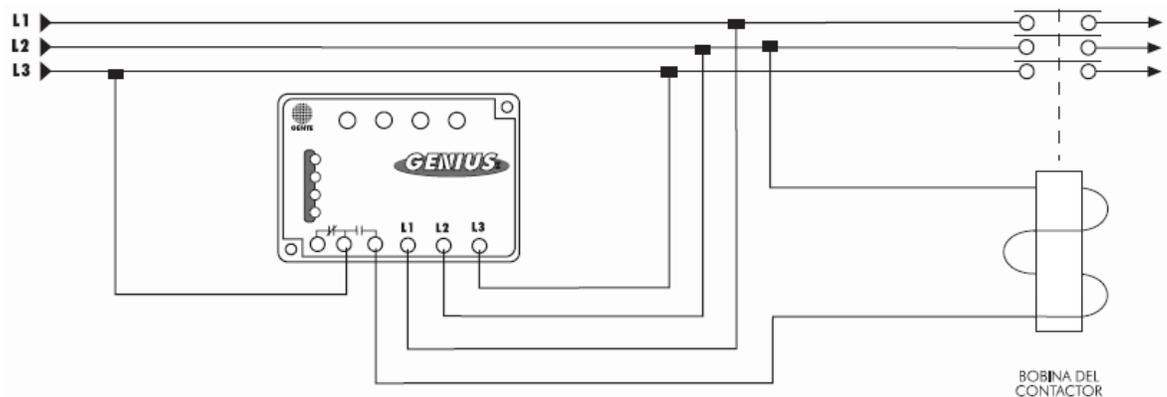
**Tabla 1 Especificaciones técnicas del supervisor de voltaje**  
**Especificaciones técnicas:**

Voltaje de operación según modelo	117,208/220,380 y 440/480
Frecuencia de operación	60 Hz
Ajuste de voltaje mínimo permitido	
Ajuste de voltaje máximo permitido	100 % al +30% $V_n$
Desbalance de voltaje	8 % fijo
Exactitud de la escala	
Ajuste del tiempo de conexión	5 a 300 <u>seg.</u>
Ajuste del tiempo de desconexión	0,5 a 5 <u>seg.</u>
Modo de operación	Automático
Capacidad de salida	SPDT; 3,5 A @ 250 $V_{ac}$ y 1,5 A@480 $V_{ac}$
Número de <u>operaciones eléctricas</u>	100,000
Terminales	Bornera
Temperatura de operación	
Humedad relativa máxima	85%
Medidas	124 x 91 x 42 mm
Peso	225 grs.
<u>Materialde la carcasa</u>	ABS

Fuente:[ <http://jenifer10489.blogspot.com>]

Esquema de conexión:

Figura 18 Esquema de conexión del supervisor de voltaje



Fuente:[ <http://jenifer10489.blogspot.com>]

### 2.3.3 CIRCUITO DE FUERZA O DE POTENCIA.

Los circuitos de potencia son aquellos elementos que hacen de alguna manera el trabajo duro, puesto que son los encargados de ejecutar las órdenes dictaminadas por el circuito de mando.

Este tipo de circuito se caracteriza sobre todo por trabajar a tensiones superiores: 230 voltios, 400 voltios y más, en corriente alterna principalmente.

Para el control, transporte y aprovechamiento de la energía eléctrica existen muchos dispositivos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, que actúan sobre el flujo de la energía, conectando, desconectando y regulando las cargas eléctricas. Los más comunes son los interruptores, conmutadores y relés.

## 2.3.4 COMPONENTES ELÉCTRICOS DE POTENCIA.

### 2.3.4.1 CONTACTORES

Figura 19 Contactor conectado en un circuito de fuerza

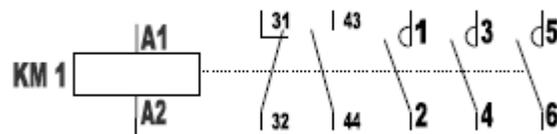


Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

Un contactor como en la figura anterior, es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

**Simbología:** En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

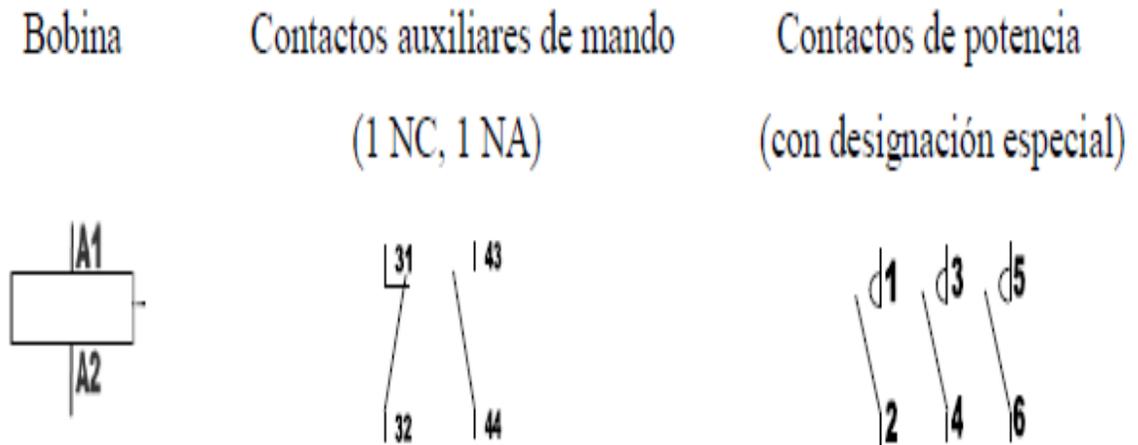
Figura 20 Simbología del contactor



Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

A cada elemento se le conoce como:

**Figura 21 Descripción del contactor**



Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

**Funcionamiento:** Tienen dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases, abiertos (NA) y cerrados (NC). Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las auto

alimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor. Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil.

#### **2.3.4.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CONTACTORES**

Podemos clasificar a los contactores de la siguiente manera:

##### **a) Por su construcción:**

**Contactores electromagnéticos.-** Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.

**Contactores electromecánicos.-** Se accionan con ayuda de medios mecánicos.

**Contactores neumáticos.-** Se accionan mediante la presión de aire.

**Contactores hidráulicos.-** Se accionan por la presión de aceite.

**Contactores estáticos.-** Estos contactores se construyen a base de tiristores. Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario, la potencia disipada es muy grande, son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante además su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.

**b) Por el tipo de corriente que alimenta a la bobina:**

Contactores para corriente alterna Contactores para corriente continua

**c) Por la categoría de servicio:**

**AC1** ( $\cos \varphi \geq 0,9$ ).- Para cargas puramente resistivas, no inductivas (NO MOTORES), son para condiciones de servicio ligeros de cargas, hornos de resistencia, iluminación, calefacciones eléctricas, etc.

**AC2** ( $\cos \varphi = 0,6$ ).- Son utilizados para motores síncronos (de anillos rozantes) para mezcladoras, centrífugas, etc.

**AC3** ( $\cos \varphi = 0,3$ ).- Son para cargas puramente inductivas como son los motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio continuo, compresores, ventiladores, etc.

**AC4** ( $\cos \varphi = 0,3$ ): Son utilizados para motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio intermitente para grúas, ascensores, etc.

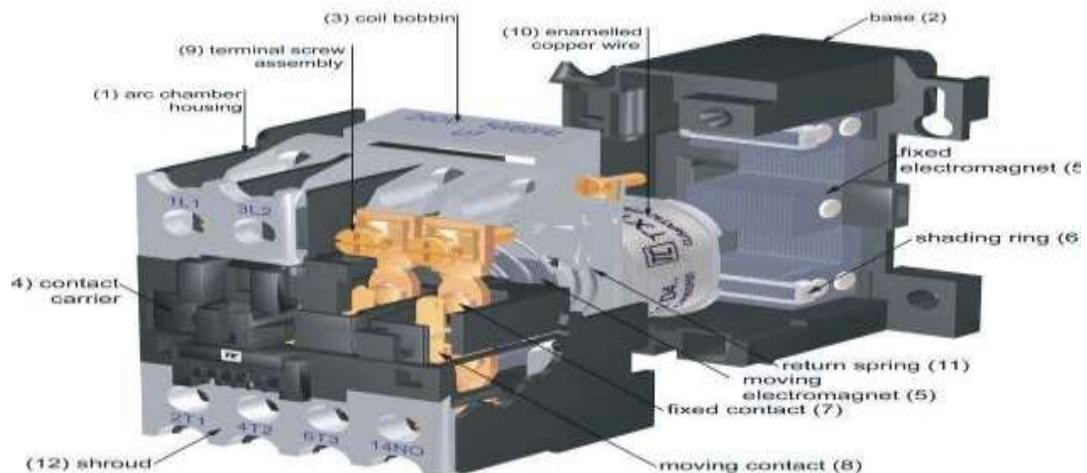
**Contactores Electromagnéticos**

El contactor electromagnético se compone de un circuito magnético y de una bobina, su forma varía en función del tipo de contactor y puede eventualmente diferir según sea la naturaleza de la corriente de alimentación alterna o continua.

El contactor está diseñado para trabajar como interruptor automático, con corrientes y tensiones elevadas.

### 2.3.4.1.1 PARTES DEL CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO

Figura 22 Partes del contactor electromagnético



Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

**Carcasa.-** Es la presentación visual del contactor, fabricado en material no conductor que posee rigidez y soporta el calor no extremo, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores al contactor.

**Electroimán.-** Es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de dispositivos, los más importantes son el circuito magnético y la bobina; su finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que provocará un movimiento mecánico.

**Bobina.** Es un arrollamiento de cable de cobre con un gran número de espiras, que al aplicarse una tensión genera un campo magnético. Su tensión de alimentación puede ser de 12, 24 y 220V de corriente alterna, siendo la de 220V la más usual.

**Núcleo.-** Es una parte metálica de material ferromagnético, generalmente en forma de E que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo) para atraer con mayor eficiencia la armadura.

**Espira de sombra.-** Forma parte del circuito magnético, situado en el núcleo de la bobina, y su misión es crear un flujo magnético auxiliar desfasado  $120^\circ$  con respecto al flujo principal, capaz de mantener la armadura atraída por el núcleo evitando así ruidos y vibraciones.

**Armadura.-** Elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada.

**Contactos.-** Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente en cuanto la bobina se energice. Todo contacto está compuesto por tres conjuntos de elementos:

\* **Contactos principales.** Su función es abrir y cerrar el circuito de potencia, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga

\* **Contactos auxiliares.** Son los encargados de abrir y cerrar el paso de la corriente a las bobinas de los contactores o los elementos de señalización, por los cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas. Los tipos más comunes son:

\* **Instantáneos:** Actúan tan pronto se energiza la bobina del contactor, se encargan de abrir y cerrar el circuito.

\* **Temporizados:** Actúan transcurrido un tiempo determinado desde que se energiza la bobina (temporizados a la conexión) o desde que se desenergiza la bobina (temporizados a la desconexión).

\* **De apertura lenta:** El desplazamiento y la velocidad del contacto móvil es igual al de la armadura.

\* **De apertura positiva:** Los contactos cerrados y abiertos no pueden coincidir cerrados en ningún momento.

**Resorte.-** Es un muelle encargado de devolver los contactos a su posición de reposo una vez cesa el campo magnético producido por la bobina.

### 2.3.5.1.3 Dimensionamiento De Contactores

Es necesario conocer las siguientes características del receptor:

- 1.- La tensión nominal de funcionamiento, en voltios (V).
- 2.- La corriente de servicio ( $I_e$ ) que consume, en amperios (A).

**Tabla 2 Dimensionamiento de contactores**

Potencia Mecánica (Kw)	Corriente de servicio ( $I_e$ ) [A].	
	220 V	380 V
0,75	3	2
1,1	4	2,5
1,5	6	3,5
2,2	8,5	5
3	11	6,5
4	14,5	8,5
5,5	18	11,5
7,5	25	15,5
10	35	21
11	39	23
15	51	30
22	73,5	44

Fuente [[www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

3.- La naturaleza y la utilización del receptor o sea, su categoría de servicio.

**Tabla 3 Selección del tipo de contactor**

Categoría de servicio	Ic / Ie	Factor de potencia
AC1	1	0,95
AC2	2,5	0,65
ACE	1	0,35
AC4	6	0,35

Fuente:[ [www.bricolajecasero.com/](http://www.bricolajecasero.com/)]

4.- La corriente cortada (Ic), que depende del tipo de categoría de servicio y se obtiene a partir de la corriente de servicio (Ie), amperios (A).

#### **2.3.4.1.2 SELECCIÓN DE UN CONTACTOR**

Los pasos a seguir para la elección de un contactor son los siguientes:

- 1.- Obtener la corriente de servicio (Ie) que consume el receptor.
- 2.- A partir del tipo de receptor, obtener la categoría de servicio.
- 3.- A partir de la categoría de servicio elegida, obtener la corriente cortada (Ic) con la que se obtendrá el calibre del contador.

La corriente de servicio se obtiene aplicando la expresión de la potencia en circuito trifásico:

## Ecuación 12

$$I_c = P \sqrt{3} * V * \cos\phi$$

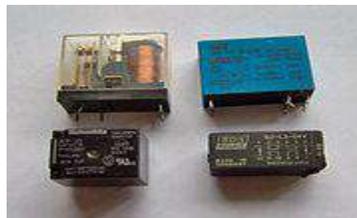
Debemos tener en cuenta algunos parámetros al momento de seleccionar un contactor:

1. El tipo de corriente, la tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.
2. La potencia nominal de la carga.
3. Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
4. Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.

### 2.3.4.2 RELÉS

El relé (relay) de la Figura 23, es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

**Figura 23 Vistas lateral y superior de relés**



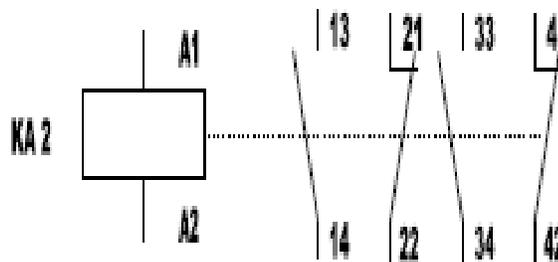
Fuente: [<http://es.wikipedia.org>]

El relé es el elemento básico de los automatismos cableados y consiste básicamente en:

- *Una bobina:* La bobina genera un campo magnético para activar los contactos.
- *Un conjunto magnético de acero:* Mueve los contactos en dos posiciones.
- *Los contactos del circuito de potencia:* Máxima intensidad y voltaje que puede soportar.

**Simbología:** En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KA seguidas de un número de orden.

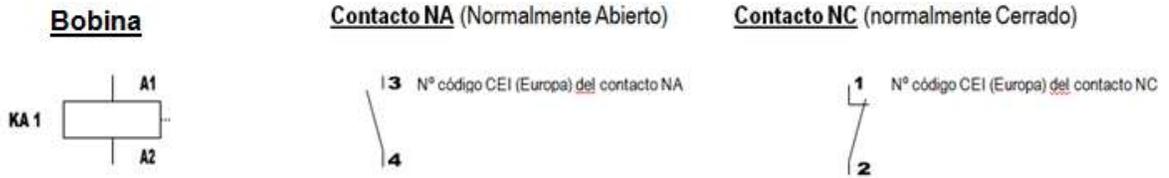
**Figura 24 Descripción del Relé**



Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

A cada elemento se conoce como:

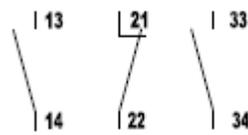
**Figura 25 partes del relé**



Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

*Ejemplo:* Bobina 12 V (AC/DC) y Contacto 3A/250V. Si hay varios contactos, el 1º dígito representa el número de contacto y el 2º el número de contacto estándar de fábrica.

**Figura 26 Representación numérica**



Fuente:[ <http://es.scribd.com>]

***Funcionamiento:***

- Al circular una corriente por la bobina, se crea un campo magnético que atrae a una pieza móvil cuyo desplazamiento mueve al contacto del circuito de potencia.

- Al cesar la corriente en la bobina, un resorte restringe la pieza móvil y los contactos a su situación de reposo

### 2.3.4.2.1 TIPOS DE RELÉS

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de la intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc.

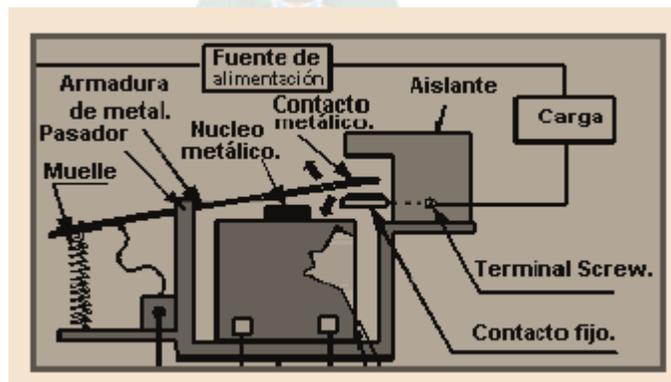
Entre los más importantes y de uso industrial, podemos mencionar los siguientes:

#### 1.- Relés electromecánicos

Están formados por una bobina y unos contactos los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna. Vamos a ver los diferentes tipos de relés electromecánicos.

- **Relés de tipo armadura:** Son los más antiguos y también los más utilizados, en la figura 27 se muestra un ejemplo. El electroimán hace vascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es NO ó NC.

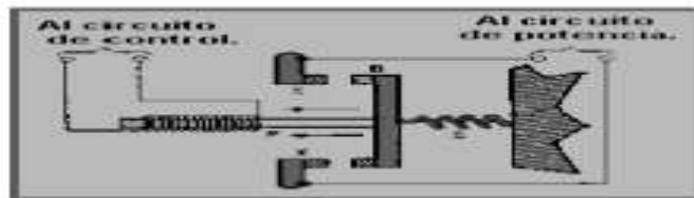
Figura 27 Relé de tipo armadura



Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

- **Relés de núcleo móvil:** Estos tienen un émbolo en lugar de la armadura anterior. Se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos, debido a su mayor fuerza atractiva (por ello es útil para manejar altas corrientes).

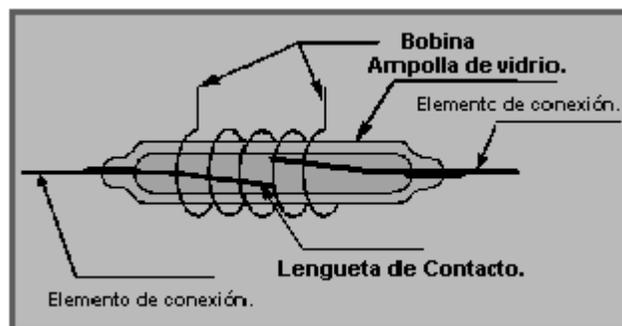
**Figura 28 Relé de núcleo móvil**



Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

- **Relé tipo red o de lengüeta:** Formados por una ampolla de vidrio, en cuyo interior están situados los contactos (pueden ser múltiples) montados sobre delgadas láminas metálicas. Dichos contactos se cierran por medio de la excitación de una bobina, que está situada alrededor de dicha ampolla.

**Figura 29 Relé de lengüeta**



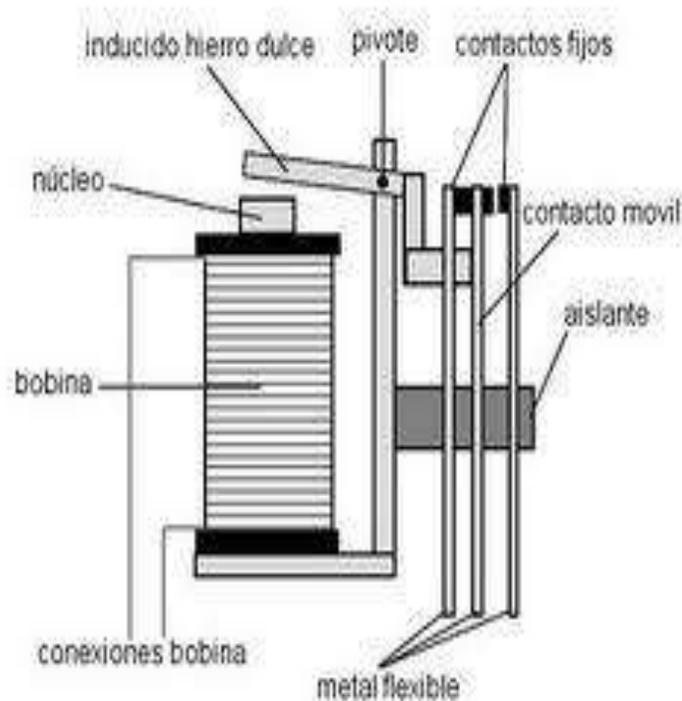
Fuente:[ [www.bricolajecasero.com](http://www.bricolajecasero.com)]

- **Relés polarizados o biestables:** Llevan una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior puede girar dentro de los polos de un electroimán y el otro lleva una cabeza de contacto. Si se excita al electroimán, se mueve la armadura y cierra los contactos. Si la polaridad es la opuesta girará en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito (ó varios)

## 2.- Relé de estado sólido

Un relé de estado sólido SSR de la Figura 30, es un circuito electrónico que contiene en su interior un circuito disparado por nivel, acoplado a un interruptor semiconductor, un transistor o un tiristor. Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.

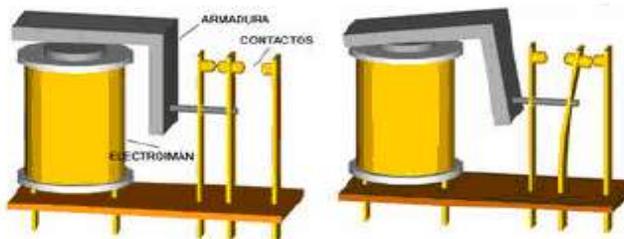
**Figura 30 Relé de estado sólido**



Fuente: [<http://es.wikipedia.org>]

### 3.- Relés Electromagnéticos

Figura 31 Relé electromagnético



Fuente: [<http://es.wikipedia.org>]

El relé electromagnético de la figura anterior, se define como aquel interruptor mandado a distancia que vuelve a la posición de reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de actuar sobre él.

El funcionamiento se basa en la excitación de una bobina que magnetiza a un núcleo de hierro y éste a su vez atrae una armadura móvil a la cual van unidos los contactos.

La parte de mando es el electroimán, el cual está constituido por un núcleo magnético y una bobina. El núcleo magnético está formado por chapas laminadas y aisladas entre sí cuando el relé está destinado a trabajar con corriente alterna, o es de acero macizo en caso de trabajar con corriente continua.

Del correcto funcionamiento de la bobina dependerá, consecuentemente, del relé. Para mayor seguridad de funcionamiento, suelen diseñar de manera que,

aun con tensiones del 10 % por encima y por debajo del valor nominal, el accionamiento sea correcto.

En cuanto al comportamiento, se aprecian grandes diferencias según se alimenten con corriente continua o alterna. Alimentadas con corriente continua, la oposición sólo se debe al valor de la resistencia óhmica, debiendo por ello poseer muchas espiras y ser de hilo fino.

Cuando se usan en alterna, la corriente absorbida no depende sólo de la resistencia óhmica sino también de la reactancia. En posición de reposo, la reactancia del electroimán es baja, ya que el entrehierro es grande; como consecuencia, la bobina absorbe una gran intensidad de corriente en la conexión. Cuando la estructura magnética se cierra, la reactancia aumenta y la intensidad de corriente disminuye hasta su valor nominal. Por esta razón, la bobina para alterna se construye con hilo más grueso y menos espiras que la bobina para continua.

### **2.3.5 PROTECCIONES ELECTRICAS**

Las protecciones eléctricas son los dispositivos o sistemas encargados de garantizar la seguridad de las personas y de los equipos en el campo de las instalaciones eléctricas.

A las protecciones eléctricas se las puede dividir en dos grupos, que son:

#### **a) Destinadas a la seguridad de las instalaciones**

- Fusibles. - Interruptor de control de potencia. - Interruptor magneto térmico.

#### **b) Destinadas a la seguridad de las personas**

- Esquemas de Conexión a Tierra - Interruptordiferencial - Puesta a tierra

### 2.3.5.1 FUSIBLES

**Figura 32 Vista de fusibles cilíndricos**



Fuente [<http://electricidad-viatger.blogspot.com>]

Los fusibles de la figura anterior, es un dispositivo protector de los circuitos eléctricos cuyo principio de interrupción se basa en la fusión por efecto Joule de un hilo conductor o lámina intercalada en la línea como punto débil.

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

**Según su tamaño se clasifican en:**

**TIPO HH.-** El dispositivo de alta capacidad de ruptura y alta tensión, posee corrientes nominales desde 0,5 A hasta 400 A, y tensiones nominales desde 2,3 kV hasta 33kV.

**TIPO NH.-** Fusibles tipo cuchillas o también llamano NH de alto poder de ruptura (APR) y media tensión, se fabrica en siete tamaños, como se en la figura 33.

**Figura 33 Vista frontal del fusible NH**



Fuente [<http://electricidad-viatger.blogspot.com>]

- Tamaño 00(000): desde 35 a 100 A
- 0(00): desde 35 a 160 A
- Tamaño 1: desde 80 hasta 250 A
- Tamaño 2: desde 125 hasta 400 A
- Tamaño 3. Desde 315 hasta 630 A
- Tamaño 4: desde 500 hasta 1000<sup>a</sup>
- Tamaño 4a: desde 500 hasta 1250 A

Al cambiar los fusibles Nh se debe utilizar siempre la maneta y no utilizar los alicates universales para reitrar estos fusibles y menos con tensión.

TIPO D Y D0 .- los tipos D y D0 son especiales para aplicaciones de menor potencia y corriente que los NH, con tensiones nominales 500 y 380 o 400 V respectivamente, con corrientes variables según el tipo.

Fusibles de tipo D:

- Tamaño de 25A para fusibles de 2 a 24A.
- Tamaño de 63 A , para fusibles de 35 a 50 A.
- Tamaño de 100 A, para fusibles de 80 a 100 A.

Fusibles de tipo D0.

- Tipo D01, para fusibles de 2 a 16 A.
- Tipo D02, para fusibles de 2 a 63 A.
- Tipo D03, para fusibles de 80 a 100 A.
- Fusible D02, 63 A.

Fusibles Cilindricos.- podemos encontrar fusibles de diferentes tamaños y capacidades con sus respectivas bases de fusibles.

- Tipo C10, de 10 x 38 mm, para fusibles de 2 a 32 A.
- Tipo C100, de 8,5 x 31,5 mm, para fusibles de 1 a 25 A.
- Tipo C11 de , 14x 51 mm, para fusibles de 4 a 4ª A.
- Tipo C12, de 22 x 58 mm, para fusibles de 10 a 100 A.

### 2.3.5.2 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Figura 34 Interruptor Automático o Breaker



Fuente[<http://diccionario.motorgiga.com>]

El interruptor automático como el de la figura anterior, es un dispositivo capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor, o en el caso de se haya producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.

El disyuntor puede ser reactivado una vez se ha localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática.

### **Características:**

Los parámetros más importantes que definen al disyuntor son:

**Calibre o corriente nominal:** la corriente de trabajo para la cual está diseñada el dispositivo.

**Tensión de trabajo:** la tensión para la cual está diseñada el disyuntor. Existen monofásico 220 V o trifásico 380 V.

**Poder de corriente:** la intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirán la apertura del circuito.

**Poder de cierre:** Intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.

**Número de polos:** Número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. Existen de uno, dos, tres y cuatro polos.

Los disyuntores más comúnmente utilizados son los que trabajan con corrientes alternas, aunque existen también para corrientes continuas.

Los tipos más habituales de disyuntores son:

- \* Disyuntor magneto-térmico
- \* Disyuntor magnético.
- \* Disyuntor térmico.
- \* Interruptor diferencial o disyuntor por corriente diferencial.
- \* Guarda motor.

### 2.3.5.3 INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

**Figura 35 . Interruptor Termomagnético**



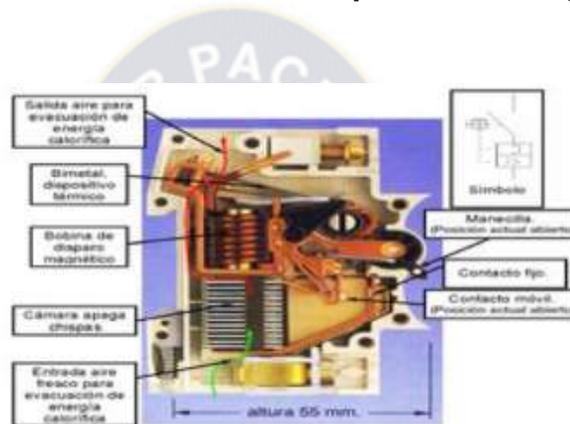
Fuente [<http://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>]

Un interruptor magneto térmico o interruptor termomagnético como de la Figura 35, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético.

Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico. 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.

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad (I) que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. En la figura 36 se puede observar las partes que constituyen el interruptor termo magnético.

**Figura 36 Partes de un Interruptor Termomagnético**



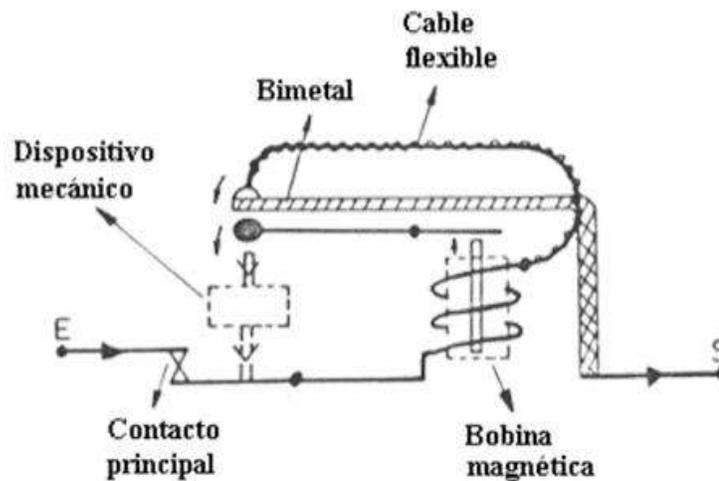
Fuente [<http://es.wikipedia.org>]

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (figura 31) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las

permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

**Figura 37 Lamina Bimetálica del Termomagnético**



Fuente [<http://es.wikipedia.org>]

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

Para los magneto-térmicos bipolares o tripolares, podemos decir también que cuando una fase es afectada en la desconexión, ésta se efectúa

simultáneamente en todos los polos mediante transmisión interna, independiente de la pieza de unión entre manecillas

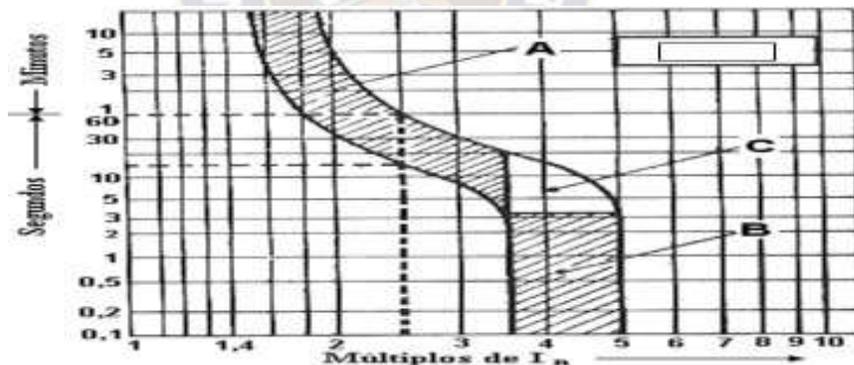
Las características que definen un interruptor termomagnético son:

- El amperaje
- El número de polos
- El poder de corte
- El tipo de curva de disparo (B, C, D, MA).

Por ejemplo: Interruptor Termomagnético C-16A-IV 4,5kA.

La curva característica se muestra en la Figura 38, en la que se aprecia una zona A, claramente térmica, una zona B que corresponde a la reacción magnética, y la zona de solape C, en donde el disparo puede ser provocado por el elemento magnético o térmico indistintamente.

**Figura 38 Curva característica de un magnetotérmico**



Fuente [<http://www.upv.es>]

### 2.3.6 TIPOS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS.

A los interruptores termomagnéticos podemos encontrarlos por los tipos B, C y D.

**Tipo B.-** Estos magnetotérmicos actúan entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal  $I_n$  en la zona térmica y en su zona magnética entre un 3  $I_n$  y 5  $I_n$ .

Con 3  $I_n$  de sobrecarga, no desconecta Con 5  $I_n$  de sobrecarga, desconecta

*Aplicación:* Permiten realizar la protección de las personas para longitudes mayores que con la curva C, siendo indicado para instalaciones de líneas y generadores. Se aplican en líneas con cargas fuertemente resistivas (horno eléctrico) o con alumbrado fluorescente (de bajas corrientes de conexión).

**Tipo C.-** Estos magnetotérmicos actúan entre 1,13 y 1,45 veces la intensidad nominal en su zona térmica y en su zona magnética entre 5  $I_n$  y 10  $I_n$ .

Con 5  $I_n$  de sobrecarga, no desconecta Con 10  $I_n$  de sobrecarga, desconecta

*Aplicación:* Son los mayor uso industrial, se utilizan en las instalaciones de líneas-receptores. Se aplican para evitar los disparos intempestivos, con cargas del tipo de alumbrado y aparatos electrodomésticos (sin preponderancia de motores).

**Tipo D.-** Estos magnetotérmicos actúan en la zona térmica con sobrecargas comprendidas entre 1,1 y 1,4  $I_n$ ; y en su zona magnética actúan entre 10  $I_n$  y 14  $I_n$ .

Con 10  $I_n$  de sobrecarga, no desconecta Con 20  $I_n$  de sobrecarga, desconecta

*Aplicación:* Son adecuados para instalaciones que alimentan receptores con fuertes puntas de arranque. En caso de circuitos que alimentan motores que

pueden arrancar con  $I$  corrientes de 6 o 7 veces la  $I_n$  (con cuplas resistentes de arranque importantes). Los tiempos de desconexión son  $< 0,1$ seg.

## 2.4 UPS Ó (FUENTE ININTERRUMPIDA DE ENERGIA)

Una UPS (Uninterruptible Power Supply) ó (fuente ininterrumpida de energía), como su nombre lo indica, tiene la finalidad de mantener la alimentación de un receptor. Para eso cuando la tensión de alimentación desaparece el UPS siempre estará alimentando con la energía suministrada por una batería de acumuladores eléctricos.

Una UPS posee 4 partes fundamentales:

- Rectificador
- Inversor
- Batería
- Conmutador

**Un rectificador** que rectifica la corriente alterna de entrada, proveyendo corriente continua para cargar a una batería. Desde ésta se alimenta a un inversor que la convierte nuevamente en alterna. Luego de haberse descargado la batería, ésta se recarga generalmente en un tiempo de 8 a 10 horas, por lo cuál la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.

**Un Inversor** que convierte la corriente continúa de la batería en corriente alterna, adecuada para alimentar a los equipos conectados a la salida del UPS. Su capacidad de potencia depende del consumo total de los equipos a alimentar.

**Una batería** cuya capacidad (en Amperes Hora) depende del tiempo (autonomía) durante el cual debe entregar energía cuando se corta la entrada del equipo UPS.

**Un conmutador** (By-Pass) de 2 posiciones que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

Las baterías almacenan energía eléctrica, de ellas se obtienen la energía para el funcionamiento del receptor cuando no hay energía en la red local. La función del cargador de baterías es recuperar y mantener la energía almacenada en las baterías.

#### **2.4.1 OTROS TIPOS DE UPS - UPS DE GRAN CAPACIDAD**

Para grandes organizaciones, dónde es necesario mantener trabajando decenas ó cientos de equipos, servidores, Switches, cámaras IP, escáneres, iluminación, aires acondicionados, etc. es muy caro asignar un dispositivo de respaldo por máquina, por ello es que se han diseñado UPS industriales con altas capacidades, los cuáles permiten seguir ofreciendo alimentación eléctrica mientras se toman medidas para mitigar la falta de electricidad (apagar manualmente servidores, cerrar aplicaciones críticas, terminar un proceso, etc.)

Estos UPS se encuentran instalados por personal especializado, ya que están conectados a la red eléctrica comercial, como a plantas eléctricas de emergencia, por lo que tienen un amplio rango de protección eléctrica y respaldo. Para dar una idea, un UPS industrial puede tener una capacidad de 20 KVA a 160 KVA, pesar unos 600 Kg y alimentar 143 computadoras.

La forma de conexión recomendada es:

Planta de emergencia / red eléctrica comercial -----> UPS -----> Dispositivos a respaldar.

**Figura 39 UPS industrial marca EATON, modelo PowerWare 9390**



Fuente: [www.informaticamoderna.com]

### **2.4.2 USOS ESPECÍFICOS DEL UPS**

Anteriormente eran utilizados solo en grandes empresas que manejan información crítica, ya que la pérdida de ella es sumamente costosa, pero actualmente se ha integrado al entorno doméstico, ya que los precios han disminuido, sobre todo para no perder información del usuario mientras trabaja con alguna aplicación ofimática e inclusive en hardware médico, ya que hay lecturas que no pueden detenerse con un paciente enfermo. En el caso de UPS industriales, se utilizan en centros de proceso de datos, bancos, tiendas de autoservicio, etc.

### **2.4.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL UPS**

Para el uso de UPS en cargas críticas se debe tener en cuenta las siguientes características a mencionarse:

- Se diseñó inicialmente para alcanzar a respaldar el trabajo que se está realizando al momento que ocurre el apagón, posteriormente se le agregó la capacidad de permitir seguir trabajando durante cierto tiempo.
- Dependiendo el modelo, permite conectar desde 1 hasta varias receptores.
- Los hay para seguir trabajando durante 15 minutos hasta 270 minutos.
- Existen UPS para diferentes usos de tipo industrial, y para uso en bancos.
- Algunos modelos incluyen un regulador de voltaje integrado, para evitar que lleguen sobrecargas de energía a la computadora.
- Opcionalmente puede tener un puerto para comunicarse con la computadora y controlar algunas funciones por medio de software.
- Otra opción es tener un conector para protección de la línea telefónica ó el módem.

#### 2.4.4 PARTES BÁSICAS DEL UPS

Internamente cuenta con circuitos especiales y baterías para suministrar energía eléctrica de manera automática al receptor en caso de una falla en la red de energía, externamente cuenta con las siguientes partes:

**1.- Panel de botones:** controlan la prueba de diagnóstico de carga y encendido digital ("*Stand By*").

**2.- Indicadores:** muestran si se encuentra funcionando desde la corriente alterna del enchufe, utilizando las baterías de respaldo y encendido.

**3.- Cubierta:** protege los elementos electrónicos internos y da estética al "*No Break*".

**4.- Entradas de aire:** introducen aire fresco al interior del UPS, ya que las baterías tienden a sobrecalentarse.

5.- **Encendido mecánico:** prende o apaga totalmente el suministro eléctrico al UPS.

6.- **Conectores RJ11:** suministra señal telefónica estabilizada.

7.- **Conectores RJ45:** suministra señal estabilizada para la red de datos.

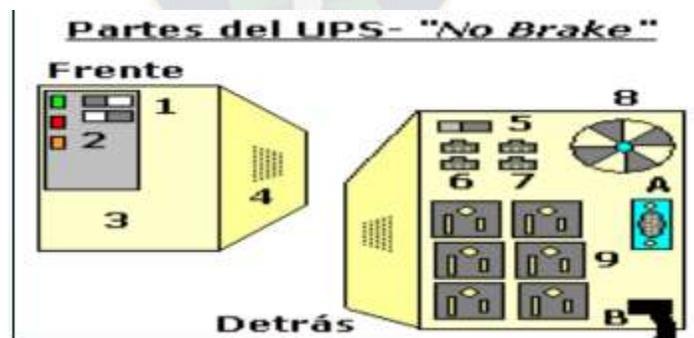
8.- **Ventilador:** expulsa el calor generado internamente y evita desgaste de elementos electrónicos.

9.- **Enchufes de 3 terminales:** permite suministrar de electricidad estabilizada a los equipos a conectar.

A.- **Puerto:** se encarga de conectarse con la computadora y enviar información como el nivel de carga, tensión, variaciones, etc.

B.- **Cable de alimentación:** suministra de la electricidad a regular desde el enchufe de pared.

Figura 40 Esquema de partes externas de un UPS



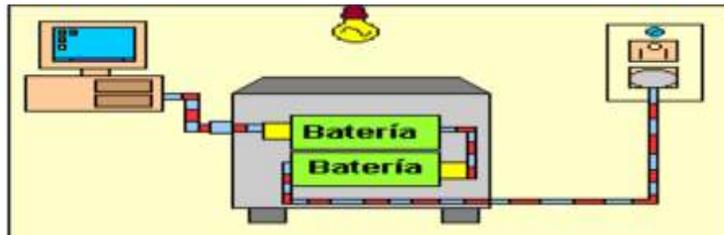
Fuente: [www.informaticamoderna.com]

## 2.4.5 FUNCIONAMIENTO

- Cuando la tensión de cuando una tensión de la red instalada, esta dentro del rango de entrad de la UPS, la energía de la red pasa por el

rectificador hacia la entrada del inversor y la salida del inversor alimenta al receptor. Las baterías son cargadas.

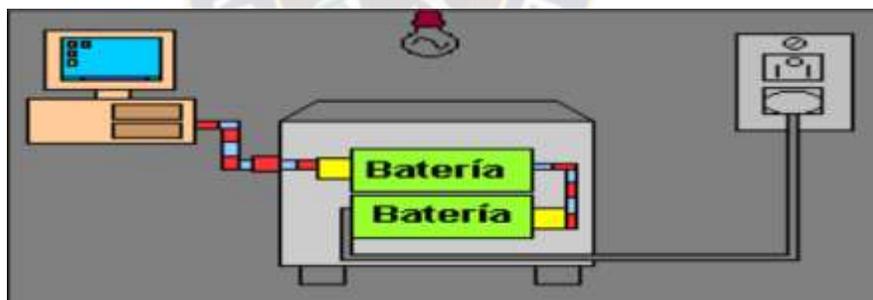
**Figura 41 cuando la red local es normal**



Fuente: [www.informaticamoderna.com]

- Al producirse el corte de energía, las baterías entregan energía al inversor y la salida del inversor alimenta al receptor. Las baterías son descargadas.

**Figura 42 el UPS entra en funcionamiento**



Fuente: [www.informaticamoderna.com]

En ambos casos el inversor siempre alimenta la carga, y es la entrada del inversor la que se conmuta entre el rectificador y las baterías. Esta acción de conmutación se realiza mediante elementos electrónicos llamados diodos y no produce interrupción en la tensión de salida y tampoco existe tiempo de transferencia.

## **CAPITULO 3:**

### **ANALISIS DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA**

#### **3.1 LEVANTAMIENTO DE LA CARGA ACTUAL:**

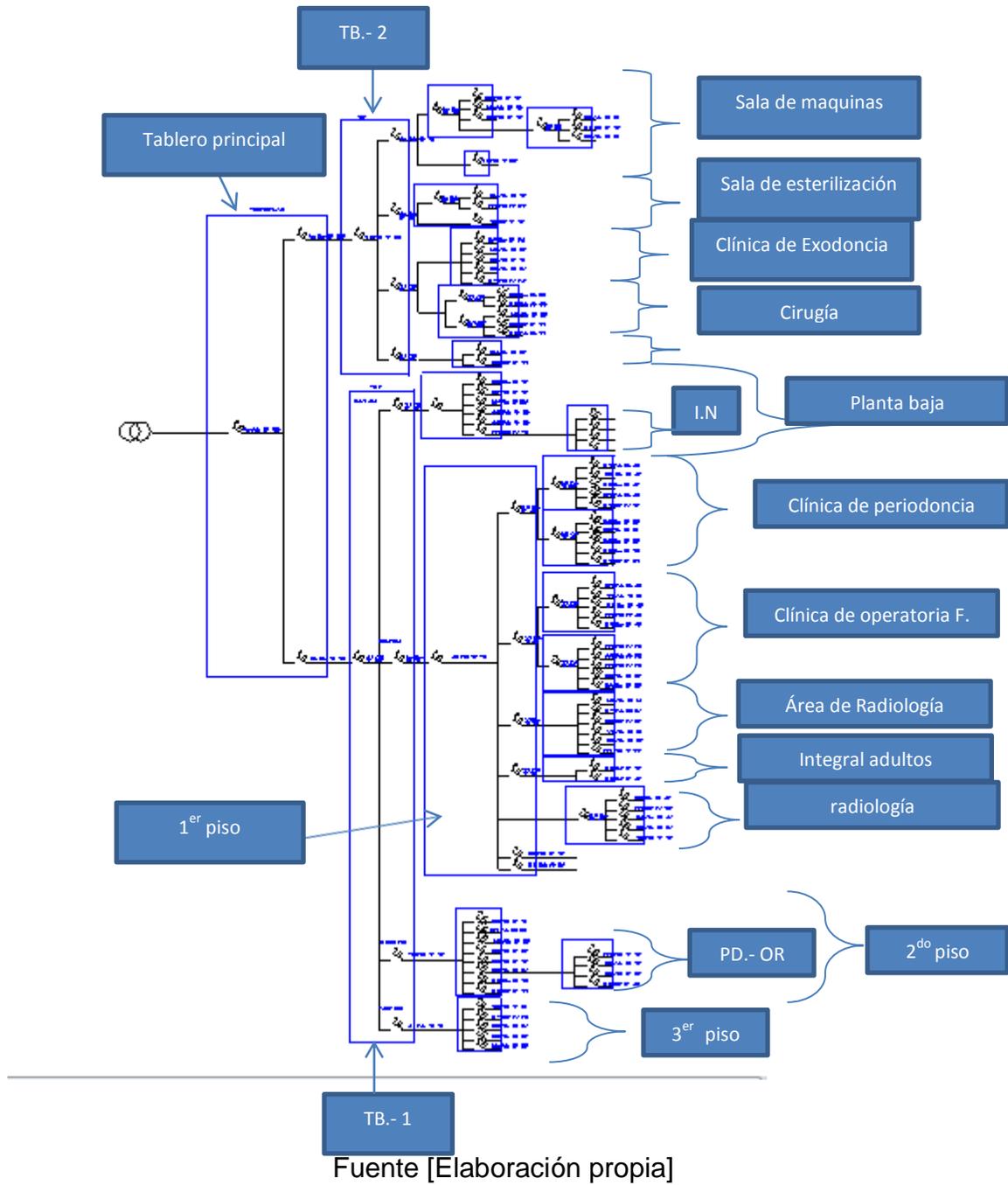
Para la elaboración del levantamiento de carga de los previos de la Facultad de Odontología, se deberá tener en cuenta todos los sistemas de iluminación de los ambientes, a si mismo también se tomara datos de los equipos medico dentales que se emplean en cada clínica, la sala de maquinas, auditorios, aulas, oficinas, pasillos, auditorios, etc.

Para esta situación es necesario tener en cuenta el diagrama unifilar de toda la facultad, para evaluar en que partes es necesaria la energía eléctrica de respaldo. Con la información recabada acerca de los datos eléctricos de toda la facultad se verifica que no hay referencia de diagramas unificables de todo el edificio; para esta situación se deberá elaborar el diagrama unifilar para un estudio más exacto.

Para la elaboración del diagrama unifilar se deberá recabar información de todos los taleros de distribución internos de la facultad de Odontología, con el propósito de saber y ubicar los tableros principales y sus derivaciones respecto a cada piso, a si también se verificara que cada clínica deba tener un tablero de control individual respecto a cada piso para un mejor control de los ambientes.

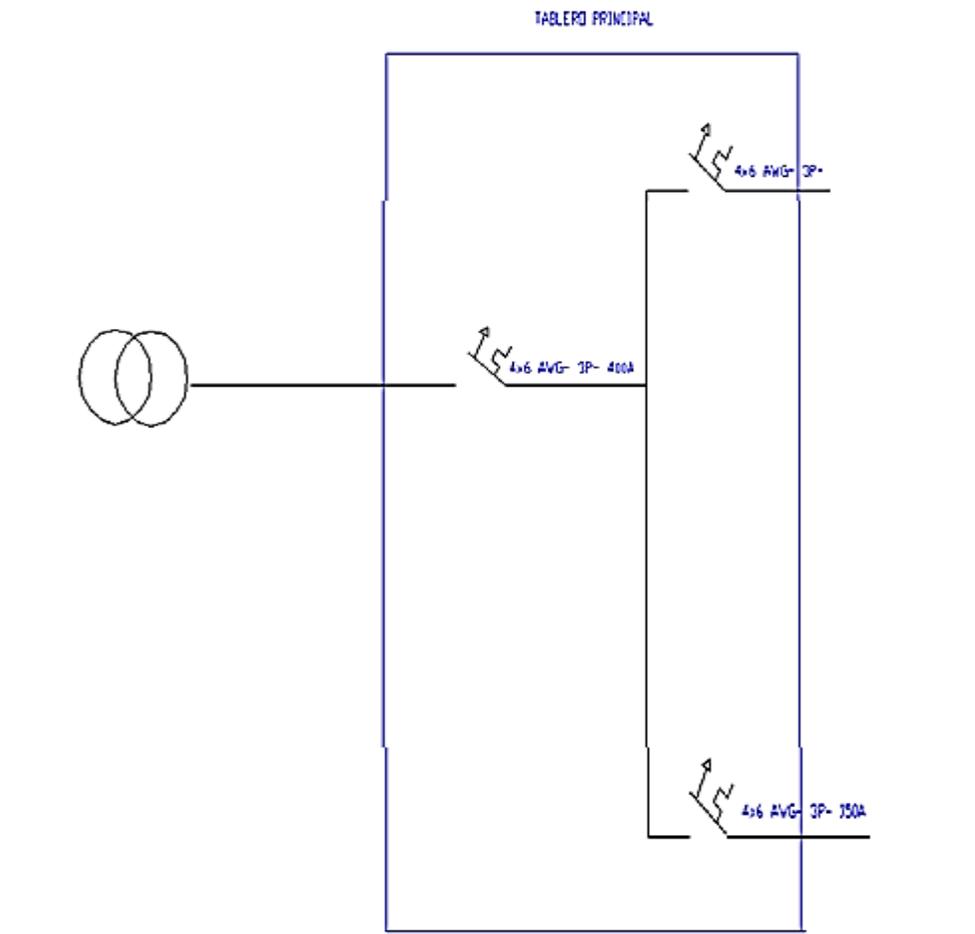
Para tal efecto se diseño el siguiente diagrama unifilar (Figura 43):

Figura 43 diagrama unifilar de la facultad de Odontología



Como se ve en la figura anterior toda la alimentación proviene de un transformador que tiene un sistema eléctrico estrella, 380 V, 3Ø (trifásico), el transformador con el que se cuenta es de 150KVA, como se ve en la figura 40.

**Figura 44 diagrama unifilar del tablero principal**



Fuente [Elaboración propia]

El diagrama unifilar del tablero principal se muestra en la anterior figura, físicamente se ve de la siguiente manera.

**Figura 45 forma física del tablero principal**



Fuente [elaboración propia]

Para la descripción de los tableros 1 y 2 se verán las siguientes figuras, el orden de descripción será de acuerdo al orden de colocación figura39:

### **Tablero de distribución 2.**

En la siguiente figura se mostrara las distintas derivaciones del tablero de distribución 2, y la se mencionara tambien los lugares a los que van destinados.



**Tablero de control de baños, cancha, biblioteca, compresores auxiliares.**

Para la evaluación de cargas se deberá contar con datos de uso eléctrico en dichas partes, para ese caso se debe ver la siguiente tabla:

**Tabla 4 cargas baños, cancha y Biblioteca**

	Baños	S. M.	Lab. Anato.	Aula anat.	Bi bli o.	S. I.	S. L.	B. U T.	Dep. Bibli.	Dep.. A.D.	sum atori a	Total KW
Tubos de 40 W	20	6	18	18	30	6	6	4	18	8	134	5.36
Computadoras 700W					3	10					13	9.1
Impresoras 550 W					1						1	0.55
Estufas 2200 W					1						1	2.2
												17.1 Kw

Fuente [Elaboración propia]

Esta tabla muestra las cargas que se manejan en todo el zócalo, de la Facultad de Odontología a si también se pone en específico áreas internas a donde se distribuye la energía eléctrica, como se puede ver en la tabla.

**Sala de maquinas.**

En la sala de maquinas se identificara 2 tableros de los cuales uno es directamente para el compresor principal y el otro tablero para los compresores auxiliares, para la evaluación de cargas se vera sus datos en una sola tabla:

**Tabla 5 cargas sala de maquinas**

	Sala de maquinas	Potencias en Kw	Potencia de arranque (sumatoria *1.75)KW	total
Compresor ind. 31,13 kw	1	31.13	54.48	54.48
compresora de 5 hp Ó 3,7 kw	3	11.1	19.43	19.43
				<b>73.91Kw</b>

Fuente [Elaboración propia]

### **Sala de Esterilización.**

La sala de esterilización cuenta con un tablero propio el cual alimenta desde la iluminación, tomas de energía y energiza el autoclave principal de la facultad.

**Tabla 6 cargas sala de esterilización**

	Sala de esterilización	Total Kw
Tubos de 40 W	8	0.32
Computadora 700W	1	0.7
Autoclave 15 kW	1	15
Pupinel 2000 W	2	0.4
		<b>16.42 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

### **Clínica de Exodoncia, Cirugía, iluminación.**

La Clínica de Exodoncia esta ubicada en el mismo piso donde se encuentra los quirófanos, para la siguiente evaluación de cargas se realizara la siguiente tabla enfocada en ambas partes:

**Tabla 7 Cargas Exodoncia y cirugía**

	Exodoncia	Quirofano 1	Sala de preparación	Quirófano 2	Aula	Oficina docente	Pasillos, enfermería, baños y sala de espera	Potencia de arranque *1.75 KW	Sumatoria	totalKW
Tubos de 40 W	70	8	4	8	16	6	26		138	5.52
Computadora 700 W	1					1			2	1.4
Impresora 550 W	1								1	0.55
Pupinel 900 W	1								1	0.9
Tv. 100 W	1								1	0.1
Equipos dentales dabi atlante 880W	16								16	14.08
Compresor odontológico 1.5hp o 1.12 kw			1					1.96	1.96	1.96
										<b>24.51 Kw</b>

Fuente [Elaboración propia]

## Bloque nuevo.

**Tabla 8 cargas bloque nuevo**

	Audi 1	Inventario	Baños , descanzo y pasillos	sumatoria	Total KW
Tubos de 40w		6	10	16	0.64
PI 15w	30			30	0.45
Computadoras 700w		3		3	2.1
Impresora 550 w		3		3	1.65
Estufa 2000w		1		1	2
Dicroicos de 55w	8			8	0.44
Equipo de sonido 500 w	1			1	0.5
Datshop 440w	1			1	0.44
					<b>8.22 KW</b>

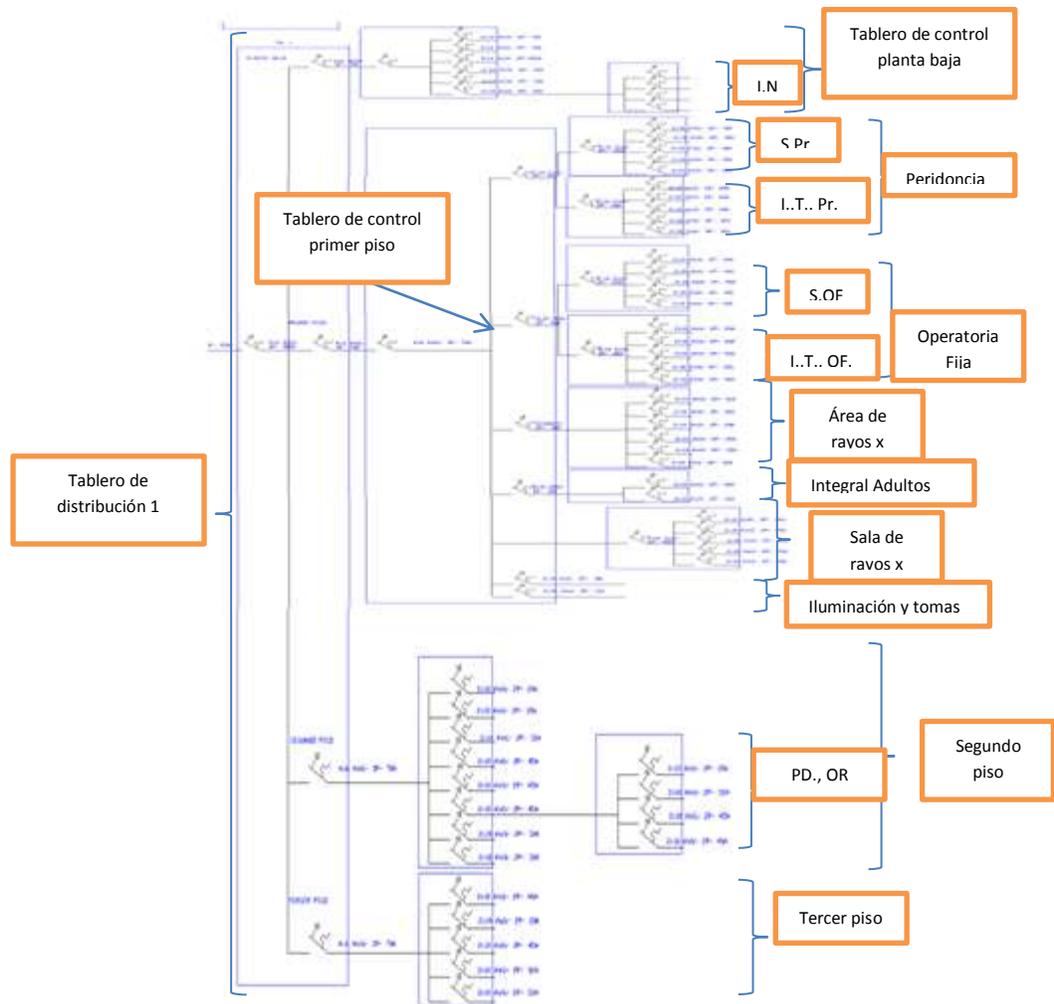
Fuente [Elaboración propia]

## Tablero de distribución 1.

En la siguiente figura se mostrara las distintas derivaciones del tablero de distribucion 1, y la se mencionara tambien los lugares a los que van destinados.

Para la descripcion de la misma se debera identificar los puntos a los cuales va derivado cada tablero de control, para lo cual se debe ver el siguiente diagrama unifilar:

Figura 47 diagrama unifilar TB-1



Fuente [Elaboración propia]

### Planta Baja.

Para l descripción de las cargas de la planta baja se toma en cuenta la **clínica de admisión** la cual no cuenta con un tablero de control individual, para una mejor descripción la evaluación se lo hará partes.

**Tabla 9 cargas planta baja 1**

	Ad.	Integral niños	Sala de semiología	Casilleros	fotocopiadora	Dep. Doc.	Dep. Deportes	La b.	sumatoria	Total KW
Tubos de 40 W	8	26	8	64	12	8	4	6	136	5.44
Computadora de 700W	1	1							2	1.4
Impresora de 550 W	1	1							2	1.1
Estufas de 2000 W		4							4	8
Tv. De 100 W		1							1	0.1
Sillones dentales dabi atlante 880 W	3								3	2.24
Sillones pediátricos 1200W		5							5	6
Sillones knig 880w		7							7	6.16
										<b>33.76 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 10 cargas planta baja 2**

	aula 1	AULA2	aula3	pre facultativo	Pasillos, ingresos, descanso.	depósitos	sumatoria	Total kw
<b>Tubos de 40 w</b>	32	27	27	4	66	6	162	6.48
<b>PI 15 w</b>					12		12	0.18
<b>Computadora 700 w</b>	1	1	1	1			4	2.8
<b>Impresoras de 550 w</b>				1			1	0.55
<b>Tv. 100w</b>	2	1	1		1		4	0.4
<b>Datashop 440 w</b>	1	1	1				5	2.2
<b>Equipo de sonido 500 w</b>	1	1	1				3	1.5
								<b>14.11 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

## Primer piso.

Para la evaluación de cargas, se tomara en cuenta el diagrama unifilar de la figura 43. para el estudio de las cargas se especificara los lugares a los cuales va dirigido el cableado. Para este efecto se realizaran dos tablas.

**Tabla 11 cargas primer piso 1**

	Periodoncia	Operatoria Fija	Unidad técnica	Vestidores	Oficina de caja	ADOFO	Integral adultos	Sumatoria	Total en KW
Tubos de 40w	4	4	8	3	4	12	6	41	1.64
Focos de 75w	17	20					12	49	3.68
Computadora de 700w	1	1	1		1	1	1	6	4.2
Impresora de 550 w	1	1	1		1	1	1	6	3.3
Estufa 2000w		1	1		1	1	2		12
Tv. 100w						1			
Autoclave 1000w	1	1						2	2
Sillón dental KAVO 440 w	30	23						53	23.32
Sillón dental Dabi Atlante 880w		7						7	6.16
Sillones dentales Kning 880w							15	15	13.20
									<b>69.5KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 12 cargas planta baja 2**

	Radiologia	Jefatura de radiología	Aula1 radiologia	Aula2 radiologia	Pasillos descanzos y salas de espera	sumatoria	Total KW
Tubos de 40w	2	6	8	8	65	89	3.56
Focos de 75w	6						0.45
Computadora 700w	1	2				3	2.1
Impresora 550w		2				2	1.1
Estufa 2000w		1				1	2
Tv. 100w					1	1	0.1
Focos de 100w	5					5	0.5
Equipos de rayos X 1200w	4					4	4.8
							<b>14.31KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Segundo piso.**

Como en el anterior caso, se realizara la tabla especificamente por división de clínicas y ambientes.

**Tabla 13cargas segundo piso1**

	Almacén	Adm.	Decanato	Vicedecanato	Audi3	Lab. fisiología	Vestidores doc.	Lab Histología	Kardex	Sumatoria	Total KW
Tubos de 40w	4	2	10	10	18	4	2	12	4	66	2.64
Computadora de 700w		1	3	3	1	1		1	2	12	8.4
Impresora de 550w		1	2	2					2	7	3.85
Estufa de 2000w	1	1	2	2					1	7	14
Datashop de 440w					1				1	1	0.44
Equipo de sonido 500w					1					1	0.5
											<b>29.83</b> <b>KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 14 cargas segundo piso 2**

	Audi2	Odontopediatria	ortodoncia	Pasillo, descanzos	Sumatoria	Total KW
Tubos de 40w	18	26	12	20	76	3.04
Computadora de 700w	1	1	1		3	2.1
Impresora de 550w		1	1		2	1.1
Tv. De 100w				1	1	0.1
Estufa de 2000w			1	1	2	4
Datashop de 440w	1				1	0.44
Equipo de sonido 500w	1				1	0.5
Autoclave 1000w		1			1	1
Pupinel 900w		1			1	0.9
Sillones dentales Dabi atlante 880w		15	7		22	19.36
						32.54KW

Fuente [Elaboración propia]

**Tercer piso.**

Para el tercer piso se deberá tomar los datos de los siguientes equipos eléctricos y realizar la siguiente tabla:

**Tabla 15 cargas tercer piso 1**

	A.D.	Trabajo social	Post-grado	Redes	lavand ería	Laboratori o1	Laboratori o2	cuart o	Suma toria	Total KW
Tubo de 40w	6	4	6	4	4	8	8	6	46	1.84
Comp utado ra de 700w	5	1	2	2					10	7
Impre sora 550w	4	1	1	1					7	3.85
Estufa 2000 w	2	1	1						4	8
										<b>20.69 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 16 cargas tercer piso 2**

	Cubiculo 1	Cubiculo 2	Cubiculo 3	Cubiculo 4	Infraestructura	Clinicas y preclínicas	Oficina	Farmacología	Pasillos y baños	Sumatoria	Total KW
Tubos de 40w	12	12	12	12	2	4	2	4	16	76	3.04
Computadora de 700w					1	2	1			4	2.8
Impresora de 550 w					1	1	1			3	1.65
											7.49 KW

Fuente [Elaboración propia]

Con las tablas ya realizadas se realizara la suma de todas las potencias encontradas:

**Tabla 17 potencia total instalada.**

	Cargas totales Kw
Tabla 4	17.1
Tabla 5	73.91
Tabla 6	16.42
Tabla 7	24.51
Tabla 8	8.22
Tabla 9	33.76
Tabla 10	14.11
Tabla 11	69.5
Tabla 12	14.31
Tabla 13	29.83
Tabla 14	32.54
Tabla 15	20.69
Tabla 16	7.49
	<b>362.39 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

Cabe mencionar que esta tabla no muestra el consumo horario, solo muestra la potencia que tendría que tener en caso de que todos los equipos, aulas auditorios y clínicas estén en un uso constante.

La variación de consumo respecto a su potencia tendría variación en un análisis de uso dependiendo de las horas de trabajo.

### **3.2 DISCRIMINACIÓN DE CARGAS**

Para la elaboración de discriminación de cargas es muy necesaria la recolección de datos de todos los lugares a y previos a energizar, para tal efecto se debe realizar tablas de datos de los lugares a energizar.

Para lo cual veremos las siguientes clínicas y otros más importantes que se deberá energizar mediante su tablero de distribución.

#### **Cuarto de maquinas**

El cuarto de maquinas, un lugar muy indispensable para todas las clínicas de la facultad de odontología, puesto que el trabajo que se desempeñan de dicha cuarto, es de suma importancia ya que se encarga de generar todo el aire comprimido que es necesario en todas las clínicas, para el caso de análisis de carga se tomo los datos de todos los compresores y iluminación, como se ve en la siguiente tabla:

**Tabla 18 cargas cuarto de maquinas**

	Sala de maquinas	Potencias en Kw	Potencia de arranque (sumatoria *1.75)KW	Total kw
Compresor ind. 31,13 kw	1	31.13	54.48	54.48
compresora de 5 hp Ó 3,7 kw	3	11.1	19.43	19.43
Tubos de 40 W	6			0.24
				74.15 kw

Fuente [Elaboración propia]

**Clínicas planta baja:**

Las clínicas de la planta baja son las de integral niños y admisión, diagnostico las cargas mas necesarias están detalladas en la siguiente tabla:

**Tabla 19 clínicas planta Baja**

	admisión	Integral niños	Sumatoria	Total KW
Tubos de 40 W	8	26	34	1.36
Computadora de 700W	1	1	2	1.4
Impresora de 550 W	1	1	2	1.1
Estufas de 2000 W		4	4	8
Tv. De 100 W		1	1	0.1
Sillones dentales dabi atlante 880 W	3		3	2.64
Sillones pediátricos 1200W		5	5	6
Sillones knig 880w		7	7	6.16
				26.76 kw

Fuente [Elaboración propia]

## Clínicas y ambientes a utilizarse en el primer piso:

Los lugares a energizar son los siguientes; periodoncia, operatoria fija, integral adultos, radiología, esterilización y unidad técnica (U.T.).

**Tabla 20 clínicas primer piso**

	Periodoncia	Operatoria Fija	Unidad técnica	Integral adultos	Sumatoria	Total kw
Tubos de 40w	4	4	8	6	22	0.88
Focos de 75w	17	20		12	49	3.68
Computadora de 700w	1	1	1	1	4	2.8
Impresora de 550 w	1	1	1	1	4	2.2
Estufa 2000w		1	1	2	4	8
Tv. 100w						
Autoclave 1000w	1	1			2	2
Sillón dental KAVO 440 w	30	23			53	23.32
Sillón dental Dabi Atlante 880w		7			7	6.16
Sillones dentales Kning 880w				15	15	13.2
						<b>62.24 kw</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 21 sala de esterilización**

	Sala de esterilización	Total Kw
Tubos de 40 W	8	0.32
Computadora 700W	1	0.7
Autoclave 15 kW	1	15
Pupinel 2000 W	2	0.4
		<b>16.42 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 22 cargas radiología**

	Radiología	Total kw
Tubos de 40w	2	0.08
Focos de 75w	6	0.45
Computadora 700w	1	0.7
Impresora 550w		
Estufa 2000w		
Tv. 100w		
Focos de 100w	5	0.5
Equipos de rayos X 1200w	4	4.8
		<b>6.53 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Clínicas del segundo piso:**

Las clínicas a energizar en el segundo piso son las siguientes; Odontopediatria, Ortodoncia, para una mayor información se debe ver la siguiente tabla.

**Tabla 23 clínicas segundo piso**

	Odontopediatría	ortodoncia	Sumatoria	Total kw
Tubos de 40w	26	12	38	1.52
Computadora de 700w	1	1	2	1.4
Impresora de 550w	1	1	2	1.1
Tv. De 100w				
Estufa de 2000w		1	1	2
Datashop de 440w				
Equipo de sonido 500w				
Autoclave 1000w	1		1	1
Pupinel 900w	1		1	0.9
Sillones dentales Dabi atlante 880w	15	7	22	19.36
				27.28 kw

Fuente [Elaboración propia]

**Clínicas del bloque nuevo:**

El nuevo bloque contiene a la clínica de Exodoncia, en la cual también esta ubicada las diferentes salas de quirófanos y sala de preparación de la misma cátedra.

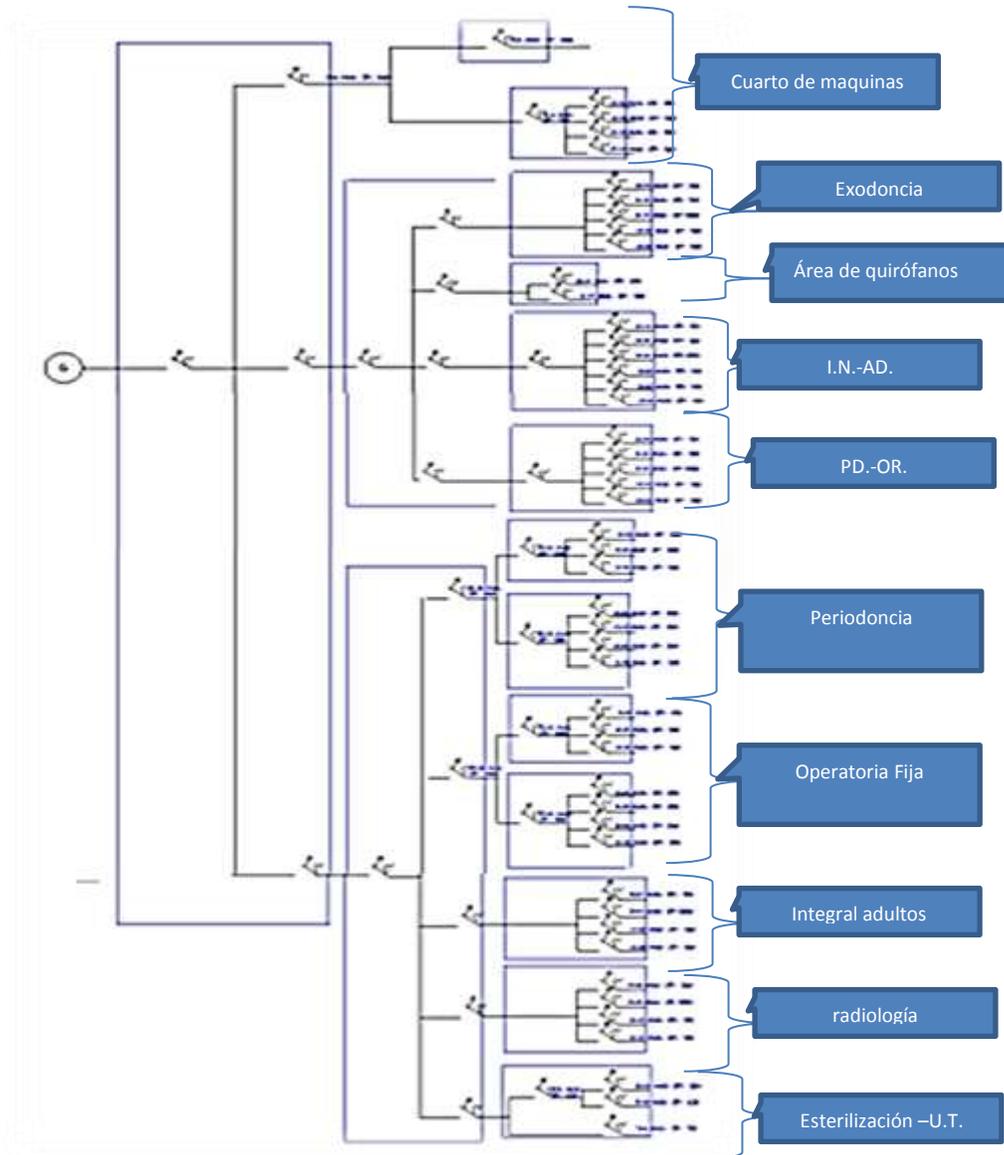
**Tabla 24 cargas Exodoncia y Cirugia**

	Exodoncia	Quirofan o 1	Sala de preparación	Quirófan o 2	P. de arra nque *1.75 KW	sum atori a	Total kw
Tubos de 40 W	70	8	4	8		90	3.6
Computado ra 700 W	1					1	0.7
Impresora 550 W	1					1	0.55
Pupinel 900 W	1					1	0.9
Tv. 100 W	1					1	
Equipos dentales dabi atlante 880W	16					16	14.0 8
Compresor odontológi co 1.5hp o 1.12 kw			1		1.96	1	1.96
							21.7 9kw

Fuente [Elaboración propia]

Como se mostro en las anteriores tablas se identifico los lugares a energizar, respecto a la importancia que merece.

**Figura 48 diagrama unifilar con discriminación de cargas**



Fuente [Elaboración propia]

La descripción del diagrama unifilar por partes se realizó en las anteriores tablas (18,19, 20, 21, 22, 23 y 24), para suponer la carga discriminada se deberá ver la tabla 25.

**Tabla 25 cargas discriminadas**

	Cargas totales Kw
Tabla18	74.15
Tabla19	26.76
Tabla 20	62.24
Tabla 21	16.42
Tabla 22	6.53
Tabla 23	27.28
Tabla 24	21.79
	234.57 KW

Fuente [Elaboración propia]

En la tabla anterior se ve la potencia instalada, para ver la potencia real se deberá ajustar las anteriores tablas, como se ve a continuación:

**Tabla 26 sala de maquinas potencia Real**

	Sala de maquinas	Potencias en Kw	Total kw
Compresor Principal	1	19	19
compresora auxiliar	3	13.73	13.73
Tubos de 40 W	6		0.24
			<b>32.97 kw</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 27 clínicas planta baja potencia real**

	Admisión	Integral niños	Sumatoria	Total KW
Tubos de 40 W	8	26	34	1.36
Computadora 400w	1	1	2	0.8
Impresora 100w	1	1	2	0.2
Tv. De 100 W		1	1	0.1
Sillones dentales dabi atlante (I=1.6A)	3		3	1.7
Sillones pediátricos (I=0.4A)		5	5	0.44
Sillones knig (I=1.7A)		7	7	2.62
				<b>7.22 kw</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 28 clínicas y oficinas importantes potencia real**

	Periodonci a	Operatoria Fija	Unidad técnica	Integral adultos	Sumatori a	Total kw
Tubos de 40w	4	4	8	6	22	0.88
Focos de 75w	17	20		12	49	3.68
Computadora de 400w	1	1	1	1	4	1.6
Impresora de 100 w	1	1	1	1	4	0.4
Autoclave (I=4.4A)	1	1			2	1.94
Sillón dental KAVO (I=0.3A)	30	23			53	3.5
Sillón dental Dabi Atlante (I=1 A)		7			7	1.54
Sillones dentales Kning (I=1.7A)				15	15	5.61
						<b>19.15 kw</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 29 sala de esterilización potencia real**

	Sala de esterilización	Total Kw
Tubos de 40 W	8	0.32
Computadora 400W	1	0.7
Autoclave principal (I=24.6A)	1	14.02
Pupinel en seco (I=8.8)	2	3.87
		<b>18.91 KW</b>

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 30 área de radiología potencia real**

	Radiología	Total kw
Tubos de 40w	2	0.08
Focos de 75w	6	0.45
Computadora 400w	1	0.7
Focos de 100w	5	0.5
Equipos de rayos X (3.5A)	4	3.08
		4.11 KW

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 31 clínicas segundo piso potencia real**

	Odontopediatria	ortodoncia	Sumatoria	Total kw
Tubos de 40w	26	12	38	1.52
Computadora de 400w	1	1	2	0.8
Impresora de 100w	1	1	2	0.2
Autoclave (I=4.4A)	1		1	0.97
Sillones dentales Dabi atlante (I=1.6A)	15	7	22	7.74
				11.23 kw

Fuente [Elaboración propia]

**Tabla 32 clínicas bloque nuevo potencia real**

	Exodonc ia	Quirofan o 1	Sala de preparaci ón	Quirófano o 2	sum atori a	Tota l kw
Tubos de 40 W	70	8	4	8	90	3.6
Computad ora 400 W	1				1	0.4
Impresora 100 W	1				1	0.1
Autoclave (I=20A)	1				1	4.4
Pupinel (I=4.4A)	1					0.97
Equipos dentales dabi atlante (1.6A)	16				16	5.63
Compresor odontológi co (I=4.1A)			1		1	0.9
Camilla de quirófano (I=5A)		1		1	2	2.2
Suctor de sangre (I=0.7A)		1		1	2	0.31
						18.5 1kw

Fuente [Elaboración propia]

Con las potencias reales encontradas según las siguientes tablas se deberá encontrar la potencia total la cual se puede ver en la tabla 33.

**Tabla 33 discriminación de cargas (potencia real)**

	Cargas totales Kw
Tabla26	32.97
Tabla27	7.22
Tabla 28	19.15
Tabla 29	18.91
Tabla 30	4.11
Tabla 31	11.23
Tabla 32	18.51
	<u>112.1</u> <b>KW</b>

Fuente [Elaboración Propia]

234.57 kw=100%

112.1Kw=X

X= 48%

Se determina que la potencia real es el 48 % de la potencia instalada.

## CAPITULO 4:

### INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 4.1 ALTERNATIVAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

#### 4.2 SELECCIÓN A LA MEJOR ALTERNATIVA

Para la selección del grupo electrógeno se deberá tener en cuenta las ventajas y desventajas que presenten cada uno de los equipos, para lo cual se realizó el siguiente cuadro de ventajas y desventajas de grupos electrógenos.

#### VENTAJAS

Tabla 34 ventajas de G.E. a gas, gasolina y diesel

GASOLINA	DIESEL	GAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• producen mayor potencia</li><li>• tienen aceleración más rápida</li><li>• Tienen reducción del ruido del motor</li><li>• menores vibraciones.</li><li>• tienen mejor desempeño en</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• tiene mayor eficiencia del motor</li><li>• economiza el combustible.</li><li>• Los motores Diesel también producen mayores niveles de torque que los motores a gasolina.</li><li>• presentan una</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El combustible es más económico.</li><li>• Realiza menos ruido.</li><li>• ya que no es un combustible líquido, una de las ventajas de los motores de gas, es que generan una combustión totalmente limpia.</li></ul>

<p>climas fríos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• menor cantidad de emisiones nocivas.</li> <li>• los motores a gasolina poseen un arranque sencillo</li> <li>• presentan escaso nivel de ruido si lo comparamos con los motores diesel.</li> </ul>	<p>mayor durabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ausencia de un sistema de ignición eléctrica a menudo mejora la confiabilidad de este tipo de motores.</li> <li>• Generadores de diesel son menos inflamables, con menos riesgo de incendio o explosión</li> <li>• requieren menos limpieza y mantenimiento que cualquier otro tipo</li> <li>• Un generador diesel puede funcionar por más que 2000 horas antes de necesitar un trabajo de mantenimiento mayor</li> <li>• Además es muy sencillo dar solución a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• este tipo de combustible no se degrada con el tiempo y presenta un costo inferior al de la gasolina.</li> </ul>
--	--	--

	<p>problemas de mantenimiento ordinarios porque no hay bujía de mantener</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ofrecen enormes cantidades de potencia y eso permite alimentar hasta equipos de alto consumo.</li><li>• El diesel no se degrada si se deja almacenado en el motor</li><li>• Al no ser explosivo, el combustible diesel puede almacenarse.</li></ul>	
--	--	--

**Tabla 35 desventajas de G.E. a gas, gasolina y diesel.**

**DESVENTAJAS**

GASOLINA	DIESEL	GAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• gasolina es que al ser inflamables, no puede almacenarse gasolina en el interior de obras en construcción</li> <li>• Tampoco puede almacenarse gasolina en el interior del motor por mucho tiempo, ya que se degrada y puede ensuciar el carburador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Causan un poco de ruido</li> <li>• olores fuertes a combustible</li> <li>• cuenta con piezas y tanques pesados y grandes haciéndolos menos portátil que los demás.</li> <li>• los motores diesel es que son altamente sensibles al agua. Por lo tanto, se deberá tener sumo cuidado de que no penetre agua de lluvia, y contamine el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se puede usar continuamente.</li> <li>• requieren mantenimiento frecuente.</li> <li>• son menos eficientes</li> <li>• los humos que desprende el gas son tóxicos y altamente inflamables</li> <li>• tiene que tener varias características de seguridad instalados para evitar incendios y explosiones.</li> <li>• los motores a gas, solo pueden</li> </ul>

	<p>combustible</p>	<p>utilizarse en generadores eléctricos pequeños.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El gas, este no puede ser almacenado en espacios cerrados, porque al ser tan volátil, podrá dispersarse en segundos y generar explosiones</li> <li>• El gas debe ser inspeccionado y estar habilitado para que su utilización no ocasione riesgos.</li> </ul>
--	--------------------	--

## Grupos electrógenos a gas, industriales

**Figura 49. Grupo Electrónico a Gas, industriales**



Fuente [<http://nosbi.com>]

Son grupos con sistemas de combustible que usan tanto gas natural, como propano, su rango de potencia puede ir desde los 10Kw. hasta 2,5Mw., un ejemplo de este tipo de generador se observa en la Figura49

## Grupos electrógenos diesel industriales

**Figura 50 Grupo Electrónico Diesel industriales**



Fuente [<http://nosbi.com>]

Estos son los sistemas de emergencia más usados en aplicaciones de potencia continua el cual puede ir en un rango de 5Kw. hasta 2.5Mw., están equipados

con motores diesel, además poseen un sistema de control de velocidad de rotación de manera que en caso de variación de la carga no se produzcan variaciones en la frecuencia.

Generalmente son equipos estacionarios que deben instalarse en locales específicamente habilitados para este fin, pues de esta manera se aislará los ruidos y las vibraciones que este produce., un ejemplo de este tipo de generador se observa en la Figura 50.

### **Grupos electrógenos a gasolina**

**Figura 51 Grupo Electrónico a Gasolina**



Fuente [<http://nosbi.com>]

Son grupos electrógenos de baja potencia que se accionan con motores Otto, estos e equipos se fabrican en forma de un bloque integrado de manera que todos los componentes queden contenidos en un módulo con forma de paralelepípedo. Este tipo de grupo electrónico funciona con gasolina, son del tipo portátil y su rango de potencia puede ir hasta 10Kw, un ejemplo de este tipo de generador se observa en la Figura 51.

Para la elección del grupo electrógeno se deberá tener muy en cuenta las ventajas y desventajas que se indican en las tablas (26 ,27) anteriores, a si mismo para ese efecto ya se tiene que tener la potencia necesaria de la cual tendrá que ser el grupo electrógeno.

Analizando y teniendo en cuenta que las ventajas que muestra un grupo electrógeno a Diesel son mayores que sus desventajas, es evidente que es una buena opción para la introducción en la facultad de Odontología. Puesto que el mantenimiento es de fácil operación a si mismo en el uso y la disponibilidad del combustible es favorable.

Para un estudio más efectivo se deberá lleva la potencia real de **112.1 Kw** a la potencia aparente que es **140.1 KVA**, al no encontrarse un G.E. de esa capacidad se busca el inmediato superior el cual es de **150 KVA** y por lo tanto con el que trabajaremos:

**Figura 52 grupo electrógeno P150-1**



Fuente:[ <http://www.hansa.com.bo/>]

Para comenzar se deberá tomar la información y datos del grupo electrógeno de emergencia.

**Tabla 36 tabla de datos del grupo electrógeno**

Motor	Perkins® 1006 TAG
Modelo de alternador fabricado para WILSON por	WEG
Voltaje de salida	380/220
Potencia aparente	150 KVA
Frecuencia	50Hz
Velocidad	1500rpm
Factor de potencia	0.8
Numero de fase	3Ø

Fuente [[http:// http://www.hansa.com.bo/](http://www.hansa.com.bo/)]

Como es de suponerse cada generador tiene sus características particulares, por eso es necesario adaptar al tablero de transferencia automática, es a si que con los datos de la tabla anterior se procede al dimensionamiento de los dispositivos eléctricos para el circuito de control y potencia.

### 4.3 TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

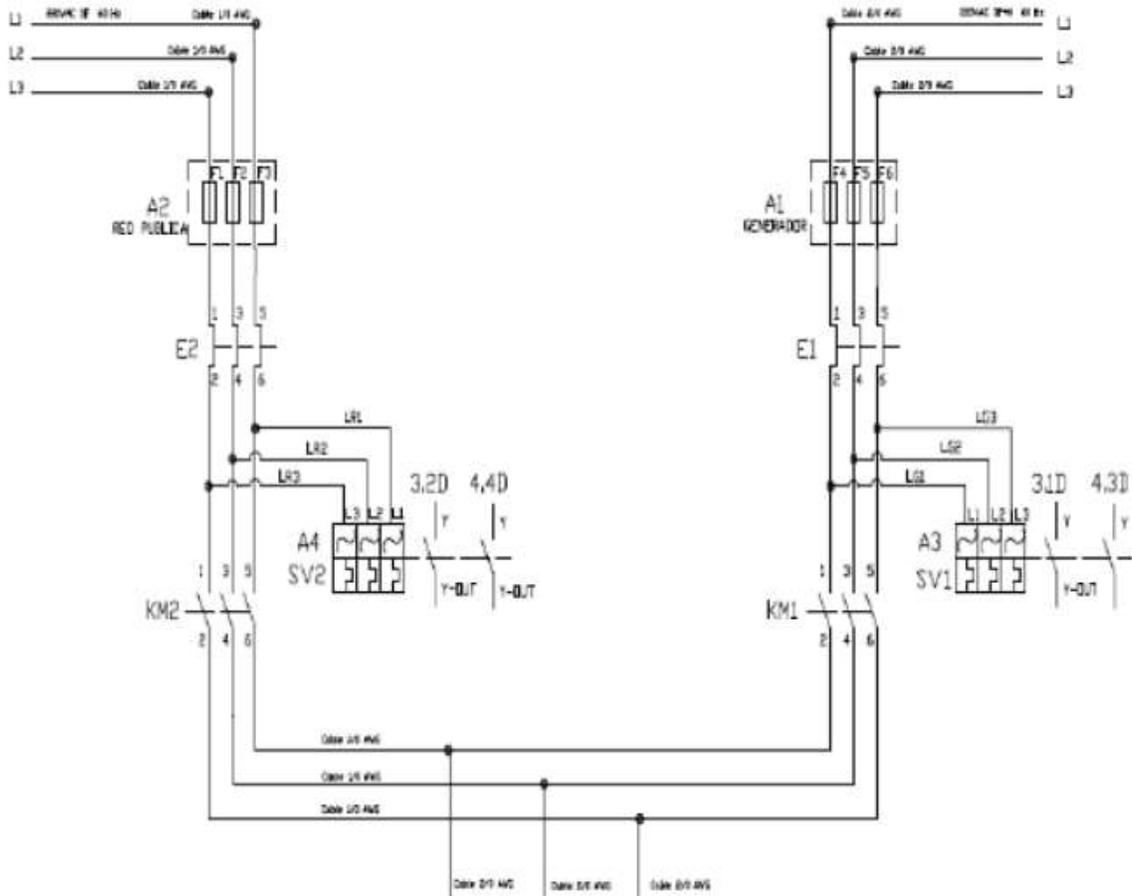
El tablero de transferencia de carga deberá tener las siguientes partes, para que su funcionamiento sea normal y de uso automático, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 53 diagrama unifilar de transferencia de carga.

Empresa eléctrica local  
emergencia



Generador eléctrico de



La figura anterior muestra el diagrama unifilar propuesto, para la transferencia de carga, este diagrama muestra en detalle los elementos que se utilizan para su uso como ser; breaker, contactores, fusibles, porta fusibles y supervisor de voltaje. Esta figura muestra como se realizara la transferencia de carga en caso de corte de energía eléctrica, se podrá energizar los ambientes deseados.

#### 4.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE CONTACTORES.

Calculando la corriente  $I_c$ , se aplica la ecuación la ecuación 10 de la potencia aparente:

$$\text{Potencia aparente } S = \sqrt{3} * I_c * V \text{ (VA)}$$

**Despejando** 
$$I_c = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

**Ecuación 13**

$$I_c = \frac{112100VA}{\sqrt{3} * 220} = 294A$$

El cálculo a realizarse es con un incremento del +5% en crecimiento de cargas para el futuro, tenemos el nuevo valor de la corriente de servicio proyectado ( $I_{cp}$ ):

**Ecuación 14**

$$I_{cp} = I_c * 0.05$$

$I_c = 309A$

Como no existe un contactor con esa medida exacta de corriente entonces elegimos el contactor mas próximo y es de 400 A (AC1) normalizado.

Por tanto tenemos:

Por tanto nuestro Contactor es de 400 A(AC1)bobina de 220 VAC.

#### **4.3.2 ELABORACIÓN DEL CIRCUITO DE POTENCIA**

Para la construcción del circuito y montaje del circuito de fuerza se debe observar el plano 1 de fuerza en el anexo 1, el cual se realizara con los siguientes componentes:

- Dos contactores tipo AC1 de 400 A
- Dos interruptores trifásicos de 400 A
- Seis fusibles tipo NH 400 A ultra rapidos
- Dos bases de fusibles NH para tres fases
- Cable 1/ 0 AWG
- Terminales tipo talon para cable 1/0
- Un enclavamiento mecanico para contactores

El circuito esta establecido por fusibles tipo NH colocados en sus respectivas bases seccionador, uno por cada línea de fase (seis en total) conectado en serie por un interruptor automático trifásico; terminando la secuencia de conexión en serie el contactor electromagnético de cada red (KM1 y KM2); los dos contactores KM1, KM2 están conectados en paralelo para que cualquiera de los dos pueda alimentar a la carga, por medidas de seguridad se instalo un

enclavamiento mecánico para los dos contactores para que nunca se activen los dos al mismo tiempo, como se puede apreciar en la fig 54

**Figura 54 Circuito de potencia**



Fuente:[ TTA. Circuito de potencia wartsila Ecuador]

En la Figura 54 se observa que todo el circuito de potencia está conectado con el tipo de cable 1/0 AWG, los grupos de componentes eléctricos (fusibles, breaker, contactor), se encuentran conectados en serie para cada red, Empresa Eléctrica local (EEL) y grupo generador de emergencia (GEN); además se puede observar que los contactores KM1 y KM2 están puenteados entre sí coincidiendo con las líneas de fase (RST-RST) para terminar conectando los cables de la carga en los terminales de cualquier contactor para el suministro de energía.

### **4.3.3 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL**

Este sistema consta de dos partes:

- a) Sistema de control a 220VAC

b) Sistema de control a 12VDC

**Figura 55 circuito de control**



Fuente:[ TTA. Circuito de control wartsila Ecuador]

**a) Sistema de control a 220VAC**

Para la descripción del circuito de control a 220VAC se debe observar el plano #2 CONTROL 220VAC en la parte de ANEXOS, para la construcción utilizamos los siguientes componentes y materiales eléctricos:

Cable 16 AWG (Blanco, Azul).

- Terminales tipo U.
- Terminales tipo riel.
- Ponchadora.
- Bobinas de los contactores KM1 y KM2.
- Contacto NC de los contactores KM1 y KM2.

- Dos Interruptor Termomagnético de 4 A.
- Relés electromagnéticos 12VDC, 8 pines 3NA,3NC.

El circuito tiene la finalidad de activar un contactor siempre y cuando exista un voltaje de 220V. Entre dos líneas de voltaje de corriente alterna, funciona sólo en modo manual utilizando los dos selectores instalados en el TTA, se puede trabajar con cualquier red que disponga de este voltaje (EEL-GENERADOR), se puede diferenciar el cableado de este circuito por el color del cable utilizado azul (RED EEL) y blanco (RED GENERADOR) como se puede observar en la figura 55.

Este circuito de control está diseñado para trabajar como circuito auxiliar del circuito de control de 12VDC, entra en funcionamiento cuando ocurra una falla del modo automático, que puede ser por falla de la batería de control o del controlador lógico programable PLC.

#### **b) Sistema de control a 12VDC**

Para la descripción del circuito de control de 12VDC se debe observar el plano #3 CONTROL 12VCC de los ANEXOS, para la construcción utilizamos los siguientes componentes electrónicos, además de los materiales y componentes eléctricos:

- Un LOGO PLC Siemens 12/24VDC, 6in/4out,RC
- Un módulo LOGO PLC Siemens 12/24 VDC, 4in/4out,RC.
- Cable 18 AWG (Negro)
- Terminales tipo U, tipo riel
- Selectores de dos y tres posiciones
- Relés Electromagnéticos 12 VDC, 8 pines 3NA 3NC
- Fusibles cilindricos 10X38 con portafusible de 2A.
- Dos Supervisor de voltaje trifásico

- Bateria 12VDC, 9AH
- Cargador de baterias 5A; in 220VAC/out 12VDC

El objetivo del diseño de este circuito es para operar totalmente en modo automático, pero por motivos de prevención ante una falla del circuito, esta diseñado también para operar en modo manual, desde una batería de control de 12VDC, 9AH.

El circuito se encuentra supervisando constantemente las tres líneas de fase de la red EEL, si ocurre una falla de una de ellas o el voltaje no es el adecuado, envía una señal digital hacia el PLC para que tome decisiones del control y envíe las señales digitales hacia los relés que se encuentran en el grupo generador (Figura Fig. 52) y realice el proceso automático de transferencia.

**Figura 56 relés del grupo generador**



Fuente:[ Circuito de TTA. wartsila Ecuador]

El circuito de la figura anterior (de color rojo) está diseñado para recibir las señales digitales que envía desde el PLC, consta de relés electromagnéticos y cable de control que están conectados a los pulsadores de la placa de control del grupo electrógeno, con el fin de realizar el encendido, reset, arranque y paro

del grupo generador de emergencia de forma automática, es decir sin intervención del operador,

Los selectores son utilizados para enviar las señales digitales al PLC el diseño de las entradas y salidas digitales que el PLC utiliza se puede observar en el plano #4 de ANEXOS.

En la figura Fig. 52, (de color verde) además se puede observar el circuito que se implementó para el suministro de voltaje de control 12VDC, que consta de dos baterías una del grupo electrógeno y otra exclusivamente solo para el funcionamiento del TTA, estas se encuentran conectados entre sí de tal manera que, la batería de control no intervenga en el arranque del grupo electrógeno; pero que la batería del grupo electrógeno si reemplace a la batería de control cuando esta falle, para esto utilizamos un diodo rectificador de 1A. El plano de este circuito se encuentra en los plano #6 dl ANEXOS.

#### **4.3.4 CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO DE SEÑALIZACIÓN**

Para la descripción del circuito de señalización se debe observar el plano #7 de ANEXOS, para la construcción utilizamos los siguientes componentes y materiales eléctricos:

- Dos luz piloto 220VAC (amarrillo).
- Cuatro luces piloto VDC (verde).
- Un pulsador tipo hongo de emergencia.
- Un pulsador con retroceso por resorte.
- Una cinta de luces led de 12VDC.
- Una sirena acustica de 12VDC.
- Un foco interno 12VDC.
- Mica de aislamiento

- Cuatro aisladores eléctricos de barra.

El circuito de señalización se observa en la Fig. 57, este circuito se construye secuencialmente con el cableado del circuito de control, está compuesto por luces indicadores (luz piloto, cinta leds) y de una alarma acústica que se encuentra instalada en el interior del taller y se activa cuando ocurre una falla del arranque del grupo electrógeno al realizar el tercer intento de arranque. En la parte interna del TTA cada componente eléctrico se encuentra etiquetado con el nombre respectivo en el diseño de los planos eléctricos, podemos observar el plano #7 de ANEXOS; los contactores de potencia se encuentran protegidos con una lámina de acrílico con su rotulación para evitar el contacto de las manos o herramientas al realizar un mantenimiento del TTA.

Adicional al diseño de planos, podemos observar en el plano #5 de ANEXOS, las conexiones de las borneras del TTA, con el objetivo de tener una idea mejor de la construcción del nuevo sistema de transferencia eléctrica, para que el personal técnico eléctrico designado al mantenimiento correctivo pueda tener una mejor comprensión y ayuda en los posteriores cambios que se requiera implementar.

**Figura 57 Circuito de señalización**



Fuente:[ Circuito de TTA. wartsila Ecuador]

#### 4.3.5 MONTAJE DEL TTA

Para el montaje del nuevo TTA se debe utilizar los siguientes elementos en herramientas y equipos:

- Interruptor electromagnético de 315A. 3 $\Phi$
- Guantes de cuero, guantes dieléctricos.
- Secuenciador de fases.
- Canaletas metálicas
- Sierra
- Taladro con brocas
- Pernos expandibles
- Juego de llaves mixtas

El procedimiento que se tiene que realizar para el montaje del nuevo tablero de transferencia, es el siguiente.

- El montaje del tablero se debe realizar con ayuda de personal técnico eléctrico de experiencia.
- Se debe informar al personal de clínicas sobre el corte de energía para que tomen las debidas precauciones del caso.
- Se procederá a trabajar según un plan de acción previamente establecido y aceptado.

**Figura 58 Montaje de TTA.**



Fuente:[ Circuito de TTA. wartsila Ecuador]

## 4.3.6 PROGRAMACION DEL PLC

### Consideraciones necesarias para la selección de un PLC

Para seleccionar un PLC es necesario considerar ciertos requerimientos que se debe cumplir desde el punto de vista de software y hardware.

**Número de entradas y salidas.-** La cantidad de entradas y salidas, dependerá del esquema para el circuito a controlar, es decir depende del número de sensores y actuadores que el diseño lo disponga.

**Tipo de entradas y salidas.-** En el caso de las entradas, adaptan las señales de sensores para que la CPU las reconozca. En el caso de las salidas, activan un circuito de conexión (transistor, triac o relé) ante una orden de la CPU.

**Fuente de alimentación.-** Se debe verificar los niveles de voltaje necesario el cual puede variar desde 220, 110, 24, 12 voltios.

**Capacidad de memoria.-** Es importante definir al momento de realizar el programa, debido a que según el número de instrucciones o extensión del programa será la capacidad de memoria a utilizar.

**Programa fácil de editar.-** La visualización del programa debe ser editada en una pantalla en forma simple, y en cualquier lenguaje de programación.

**Poseer una memoria no volátil y de respaldo.-** Esta memoria de respaldo es importante ya que permite almacenar el programa necesario.

**Protocolos.-** Esto se refiere a los diferentes tipos de protocolos necesarios para la comunicación con los dispositivos a interactuar.

#### **4.3.6.1 MODULO LOGICO LOGO! SIEMENS 12/24 RC.**

**Figura 59 modulo LOGO**



Fuente[catalogo siemens]

Un LOGO! como de la figura anterior, es el módulo lógico universal de Siemens, el cual puede ser empleado en diversos tipos de instalaciones como: control de luces, calefacción/ventilación, monitoreo, control de puertas, domótica, transporte, plantas embotelladoras, condiciones ambientales especiales, uso en la industria, entre otras; debido a que al automatizar con LOGO! Nos proporciona ahorro en costos de equipos, ahorro de espacio y con los módulos de expansión de entradas y salidas permiten una adaptación muy flexible y precisa a cada aplicación especial.

Un módulo LOGO! es un relé inteligente con salidas de hasta 10A, se puede ampliar el número de entradas y salidas únicamente con módulos de expansión de la misma clase de tensión, a este conjunto se lo puede observar en la figura 61.

#### 4.3.6.2 ESTRUCTURA DEL EQUIPO LOGO!

El equipo LOGO! está formado por diferentes tipos de elementos como se puede observar en la figura 55, distribuidos de la siguiente manera:

**Terminales para alimentación.-** Posibles conexiones como fuente de alimentación son:

- DC 12V
- DC 24 V. AC 24V
- AC/DC 115 V ~ 230V

**Display LCD.-** Mientras se escribe el programa de control, se muestra los bloques de funciones. Cuando se encuentra en servicio, muestra el Status de entradas/ salidas, bits de memoria, hora y día de la semana, display de mensajes de texto., variables/valores actuales.

**Salidas Digitales.-** El equipo viene con 4 DO, mediante los módulos de expansión se puede disponer hasta 16 DO. Dependiendo del tipo LOGO! Tenemos las siguientes salidas:

Tipo Relé: Hasta 10 A, AC 230 V.

Tipo Transistor: 0,3 A, DC 24 V.

**Entradas Digital/Analógica.-** El equipo cuenta con 8 entradas, expandible hasta 24 por medio de módulos de expansión; las posibles conexiones posibles a los terminales de entradas pueden ser: 12 VDC, AC/DC 24 V, AC/DC 115 ~

230 V. Cuando se utilice voltajes de 12 VDC y 24 VDC les entradas I7 e I8 procesan valores analógicos.

**Interfase de expansión modular.-** Este elemento sirve para conectar el módulo de expansión de la misma clase de tensión. Mediante clavijas en la carcasa se impide que se puedan conectar entre sí dispositivos de una clase de tensión diferente.

**Interfase PC/Módulos.-** Este elemento funciona como interfase con el PC para realizar las acciones de upload/download, tests online.

**Figura 60 estructura del equipo LOGO**



Fuente[catalogo siemens]

**Key control panel.-** Este elemento sirve para la generación del programa de control directamente en el equipo, utiliza los conectores de funciones. Además nos permite Setear/cambio de parámetros (tiempo, contadores).

### 4.3.6.3 Módulo de expansión digital DM8 12/24R

Las partes del conjunto formado por LOGO! Con dos módulos de expansión DM8, se puede observar en la Figura 61.

Figura 61 modulo de expansión



Fuente[catalogo siemens]

El módulo de expansión DM8 presenta los siguientes elementos:

**Interfase de extensión de la fuente de poder.-** Se debe alimentar con voltaje de 12/24 VDC al módulo de expansión, se puede utilizar la misma fuente que alimenta al módulo LOGO!.

**Cuatro Entradas.-** El módulo de expansión cuenta con entradas digitales que pueden estar conectadas a 12/24 VDC.

**Run/Stop.-** Mediante un indicador led nos indica el estado en que se encuentra el equipo y presenta las siguientes estados: Led color verde (Run) cuando está operando la ejecución del programa. Led color Rojo (Stop) cuando se interrumpió la ejecución del programa. Led color Naranja (Falla) cuando ocurre falla en la conexión y no puede ejecutarse el programa.

**Cuatro Salidas.-** Dispone de 4 salidas digitales hasta de 5A, tipo relé.

#### 4.3.7 DATOS TÉCNICOS MÓDULO LOGO! 12/24RC Y MÓDULO DM8

Figura 62 descripción de modulo LOGO

LOGO! 12/24RC - 12/24RC0	
<b>Entradas</b>	8
<b>Entradas Analógicas</b>	2 (0 a 10 V)
<b>Entrada/ voltaje de alimentación</b>	DC 12/24 V
<b>Rango permisible</b>	10.8 V – 28.8 V DC
<b>Señal en estado „0“</b>	max. 5 V DC
<b>Señal en estado „1“</b>	min. 8 V DC
<b>Corriente de entrada</b>	1.5 mA DC 12 V/ 2.5 mA DC 24 V
<b>Salidas</b>	4 relay
<b>Corriente continua</b>	10 A carga resistiva; 3 A carga inductiva
<b>Protección de corto circuito</b>	Protección externa necesaria
<b>Frecuencia de operación</b>	2 Hz con carga resistiva; 0.5 Hz con carga inductiva
<b>Pérdidas</b>	0.1 a 1.2 W (12 V) 0.2 a 1.6 W (24 V)
<b>Reserva de energía del switch de tiempo</b>	80 h (valor típico)
<b>Cables de conexión</b>	2 x 1.5 mm <sup>2</sup> , 1 x 2.5 mm <sup>2</sup>
<b>Dimensiones</b>	72 (4WM) x 90 x 55mm (WxHxD)

Fuente[catalogo siemens]

Figura 63 descripción modulo de expansión

	DM8 12/24R
Entradas	4DI
Entradas analógicas	-
Entrada/ Voltaje de alimentación	12/24 V DC
Rango permisible	20.4 V to 28.8 V DC
Señal en estado „0“	max. 4 V AC
Señal en estado „1“	min. 8 V AC
Consumo de corriente	30-140 mA (24V DC)
Salidas	4 relé
Corriente continúa	5 A
Protección de cortocircuito	Protección necesaria (max. 16 A)
Frecuencia de operación	2 Hz con carga resistiva ; 0,5 Hz con carga inductiva
Pérdidas	0.4-1.2 W (12 V DC)
Reserva de energía del switch de tiempo	2 x 1.5 mm <sup>2</sup> , 1 x 2.5 mm <sup>2</sup>
Cables de conexión	
Dimensiones	36 x 90 x 55 mm (W x H x D)

Fuente[catalogo siemens]

Los datos técnicos del módulo LOGO! 12/24 RC y del módulo de expansión DM8 se presenta en las tablas anteriores. Con una expansión máxima de hasta 24 DI + 8 AI + 16 DO.

#### 4.3.8 SOFTWARE LOGO! SOFT COMFORT V7

Para crear un programa de control en el módulo LOGO! Siemens, existen dos posibilidades de elaborar el mismo, como se puede apreciar en la Figura 64; la primera de ellas es utilizando el teclado del panel frontal de control que viene con el dispositivo y la segunda posibilidad es realizando un programa desde un

computador utilizando el software LOGO! Soft Comfort V7 que es el caso que se describe a continuación en el siguiente capítulo.

**Figura 64 Software LOGO**

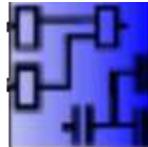


Fuente[catalogo siemens]

El software LOGO! Soft comfort V.7 es la última versión de este tipo de software que permite crear, modificar, simular, probar, guardar, cargar/descargar e imprimir programas de acuerdo a las necesidades requeridas en los sistema de automatización.

Una vez instalado el software de programación, aparece en el escritorio del PC el icono de acceso directo como el de la Figura 65, de esta manera estamos en condiciones de poder editar un programa y utilizar las herramientas que ofrece el software para una programación fácil y completa.

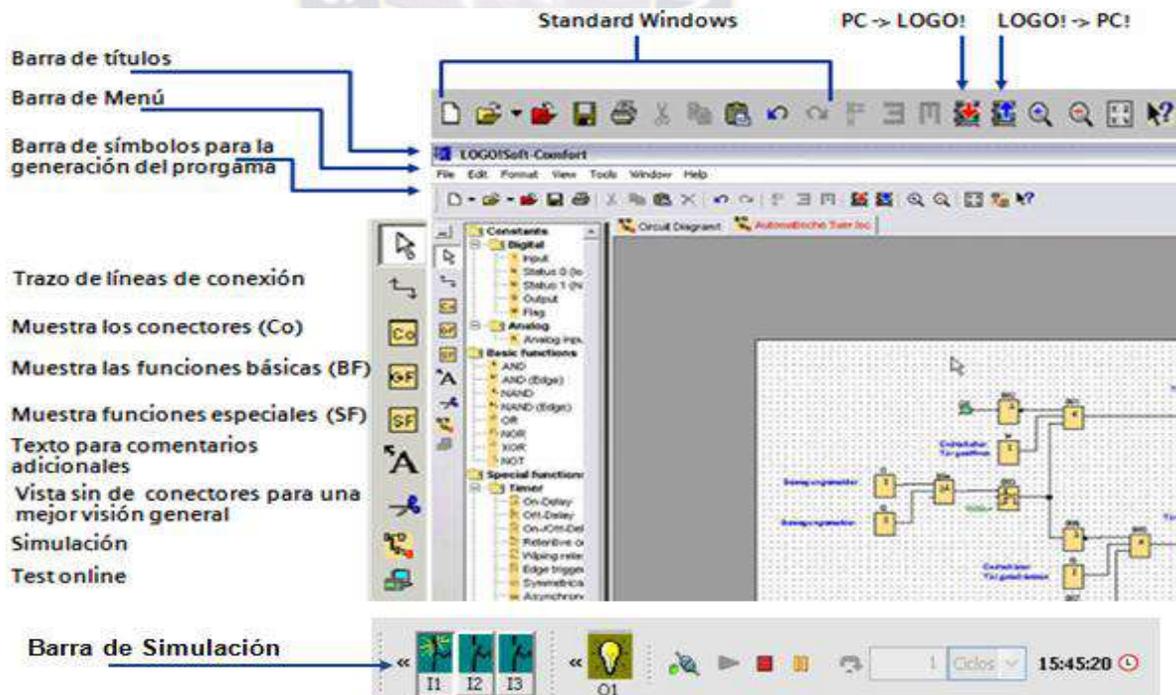
Figura 65 Icono de entrada



LOGOComfort.ico

Al ingresar en el icono de acceso directo nos aparece una ventana con todas las barras de herramientas necesarias para poder programar cualquier tipo de sistema de control, como se muestra en la Figura 66.

Figura 66 interfaz de entrada



Fuente[Elaboración propia]

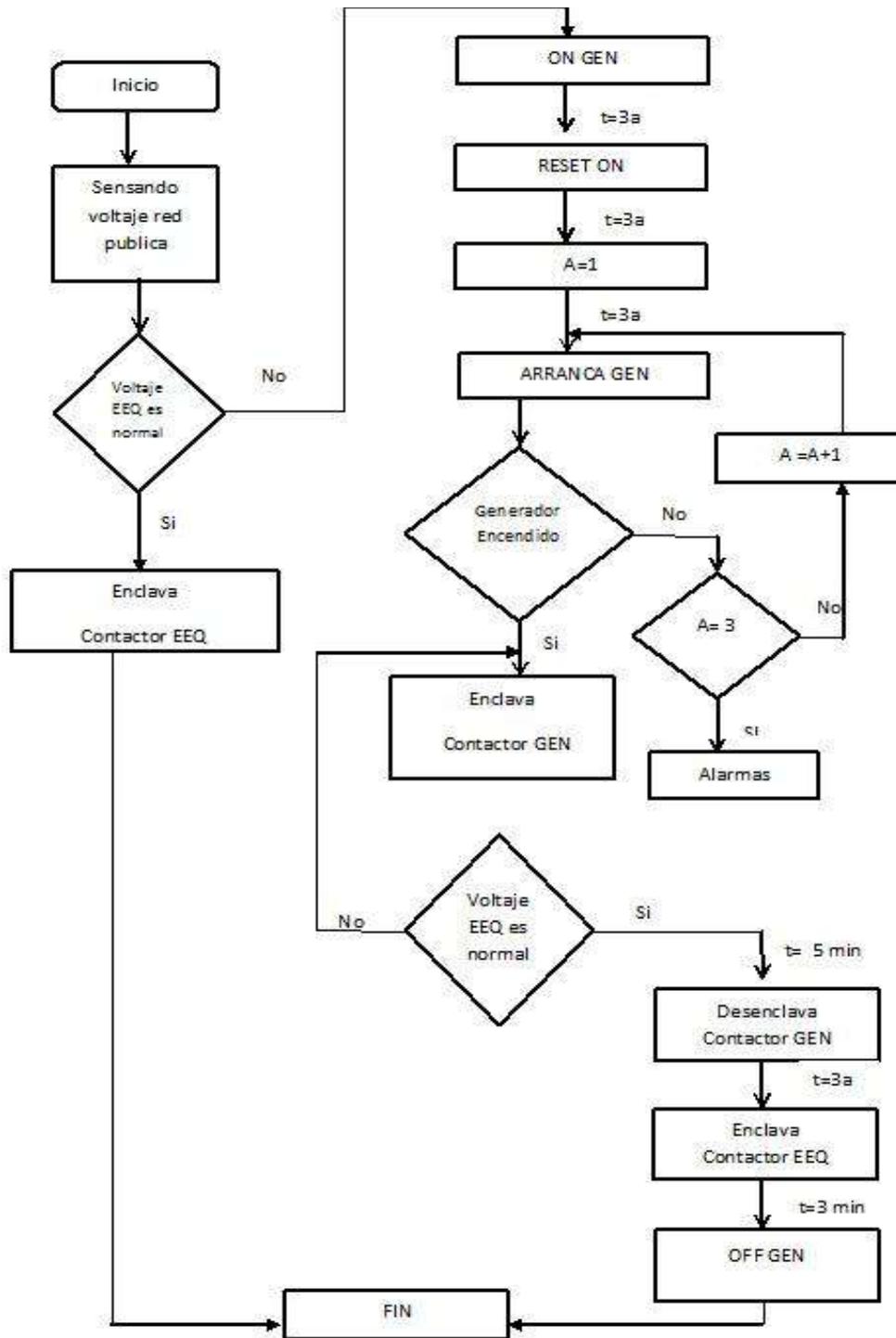
#### 4.3.8.1 LÓGICA DE CONTROL DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA

Para empezar a diseñar el circuito de control en LOGO! Soft Comfort, se debe primero definir bien el funcionamiento que va a tener el nuevo sistema automático de transferencia, considerando los siguientes factores:

- El sistema debe estar censando permanentemente el voltaje que suministra la red EEL y debe desconectar el sistema del suministro normal en caso de falla por:
  - Bajo voltaje
  - Alto voltaje
  - Falta de voltaje parcial de una fase o más fases.
- El generador de emergencia de 255KVA debe arrancar en vacío, con un máximo de tres pulsos de arranque.
- Conectar la carga al sistema auxiliar de energía eléctrica, que el generador de emergencia suministra.
- Pasa nuevamente la carga al suministro de la red externa EEL, cuando éste se restablezca con un voltaje que no sea, ni alto ni bajo, después de cinco minutos tiempo que tarda en estabilizarse.
- Desconecta el generador de emergencia después de que trabaje tres minutos en vacío, con el fin de que se enfríe.

Para describir mejor el funcionamiento de la lógica del sistema de transferencia automática, se tiene el siguiente esquema.

Figura 67 Lógica de transferencia



Fuente:[ Circuito de TTA. wartsila Ecuador]

## 4.3.8.2 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSFERENCIA ELÉCTRICA

Tomando como referencia la Figura 63, se procede con la programación del software que se posteriormente se carga en el PLC. Las funciones utilizadas para la programación del sistema de transferencia de energía eléctrica se detallan a continuación:

**Retardo a la Conexión.-** Esta función interconecta la salida sólo tras un tiempo parametrizable.

*Entrada Trg.-* Con la entrada Trg (trigger) se inicia el tiempo para el retardo de activación.

*Parámetro T.-* Es el tiempo tras el que debe activarse la salida.

*Salida Q.-* Se activa una vez transcurrido el tiempo T, si está activada aún Trg.

**Retardo a la conexión con memoria.-** Después de un impulso de entrada transcurre un tiempo parametrizable, tras el cual es activada la salida.

*Entrada Trg.-* A través de esta entrada se inicia el tiempo para el retardo de activación.

*Entrada R.-* Se repone el tiempo para el retardo de activación y se conmuta la salida a 0.

*Parámetro T.-* Es el tiempo tras el que debe activarse la salida.

*Salida Q.-* Se activa una vez transcurrido el tiempo T, si está activada aún Trg.

**Relé autoenclavador.-** La salida Q es activada a través de una entrada S. La salida es respuesta nuevamente a través de otra entrada R.

*Entrada S.-* A través de la entrada S se conmuta la salida Q a 1.

*Entrada R.-* A través de la entrada R se repone la salida Q a 0. Si tanto S como R son 1, es respuesta la salida.

*Parámetro Par.-* Con este parámetro se activa y desactiva la remanencia.

*Salida Q.-* Se activa mediante S y permanece activada hasta que lo sea la entrada R.

**Relé de barrido activado por flancos.-** Una señal de entrada genera a la salida una señal de duración parametrizable (con redisparo).

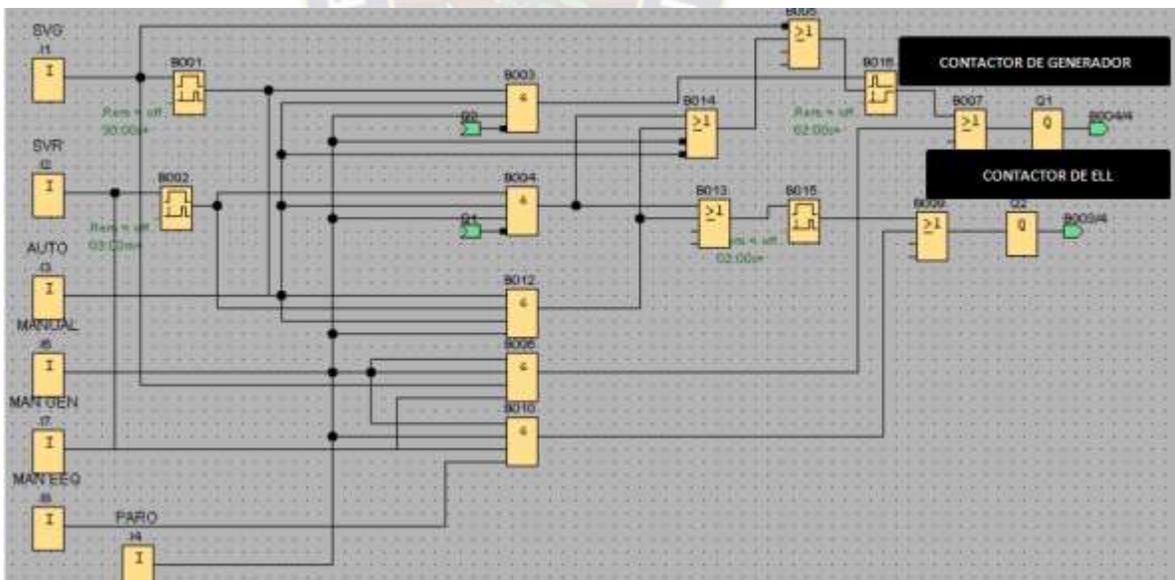
**Relé de Barrido.-** Una señal de entrada genera a la salida una señal de duración parametrizable.

**Función Lógica AND.-**La salida AND sólo ocupa el estado 1 cuando todas las entradas tienen estado 1, es decir están cerradas.

**Función Lógica OR.-** La salida OR ocupa el estado 1 cuando por lo menos una entrada tiene estado 1, es decir, está cerrada

En la figura 68 se observa el esquema interconectado de las funciones utilizadas para la programación del control de transferencia automática, con el objetivo de tomar las decisiones al momento de un corte de energía y enviar las señales hacia los contactores.

**Figura 68 Control de transferencia automática**



El programa del control de transferencia automática consta de 8 entradas digitales (ON-OFF), distribuidas de la siguiente manera:

Entradas I1 e I2 provenientes de los dos supervisor de voltaje (SVG - SVR), Entradas I3 e I6 provenientes del selector S1 de dos posiciones (AUTO - MANUAL), Entradas I7 e I8 del selector S2 de tres posiciones (MAN GEN-MAN EEL),

Entrada I4 proveniente del botón paro de emergencia (PARO).

Entrada I5 proveniente del botón reset alarma (RESET).

El bloque 001 representa un retardo a la conexión del SVG programado en 30 segundos, este tiempo permite al generador arrancar y operar en vacío antes de tomar la carga, este bloque se activa cuando el grupo electrógeno está generando voltaje trifásico en sus terminales de salida.

El bloque 002 es un retardo a la conexión del SVR programado en 3 minutos, este intervalo de tiempo permite que se establezca y se normalice la energía eléctrica pública cuando este se restablece luego de haber sufrido una falla eléctrica, por lo general permanece siempre encendido ya que de este depende el accionamiento del sistema de transferencia.

El bloque 003 corresponde a una compuerta lógica AND y se activa cuando cumple las siguientes condiciones: Entrada I1 (SVG ON), Entrada I3 (AUTO), Entrada I4 ( PARO OFF), y Salida Q2 (KM2 OFF). Permite condicionar las señales de entradas, antes de ser activada la señal de salida Q1 que corresponde al contactor KM1 del Generador. El bloque 004 realiza las mismas operaciones del bloque 003 con las entradas correspondientes a la red pública EEL.

El bloque 012 (compuerta AND) se activa cuando existen voltajes trifásicos en las dos redes de voltaje, es decir, el grupo electrógeno está generando y además la energía de la red pública se restableció y está listo para entrar, en

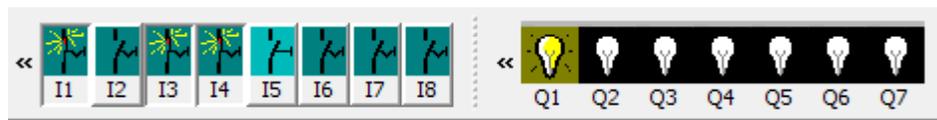
este caso la salida Q2 (KM2) tiene prioridad en activarse sin antes haber primero desactivado la salida Q1 (KM1).

El bloque 006 (compuerta AND) se activa cuando cumple con las siguientes condiciones: Entrada I1 (SVG ON), Entrada I6 del selector S1 (MANUAL), Entrada I7 del selector S2 (MAN-GEN), y Entrada I4 del botón de emergencia (PARO OFF). Si cumple estas condiciones entonces se activa la salida Q1 que corresponde al contactor KM1 del Grupo Electrónico. El bloque 010 actúa de la misma manera que el bloque 006, con las entradas correspondientes a la red pública EEL.

Los bloques 015 y 016 son temporizadores ON DELAY programados en 3 segundos, nos sirven para retardar el enclavamiento de un contactor hasta que el otro se desenchave totalmente que se demora en un tiempo estimado de 300 ms y no correr el riesgo de tener dos contactores activados al mismo instante.

En la figura 69 se observa la simulación de la señal de salida Q1 cuando el grupo electrónico está funcionando, se encuentra en modo automático y el botón paro de emergencia no está presionado entonces el generador se encarga de alimentar las cargas.

**Figura 69 Simulación de señal de salida**



En la figura 70 se observa la simulación de la señal de salida Q2 cuando el voltaje de la red pública es normal, se encuentra en modo automático y el botón paro de emergencia no está presionado.



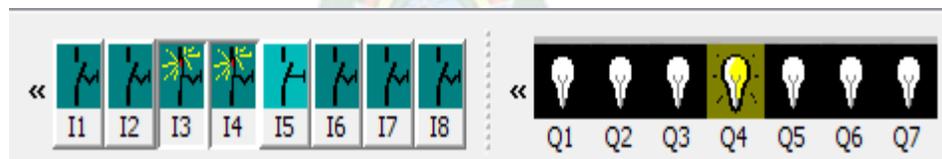
encarga de mantener activado el bloque hasta recibir un reset al finalizar el ciclo completo de automatización desde el bloque 035 (PARO GEN), la señal de salida Q3 tiene una duración de 3 segundos con un retardo de 3 segundos hasta que se active la siguiente señal de salida Q4. La simulación de la señal **ENCENDIDO** automático del generador se observa en la figura 72.

**Figura 72 Simulación de encendido**



La salida Q4 representa el pulso para que el grupo electrógeno active la señal **RESET**, esta acción es importante ya que sin este pulso no puede arrancar el grupo electrógeno, el programa consta de un relé auto-enclavador que se encarga de mantener activado el pulso durante 3 segundos y 3 segundos de retardo antes de activar la siguiente señal Q5. La simulación del funcionamiento de la señal **RESET** se puede observar en la Figura 73.

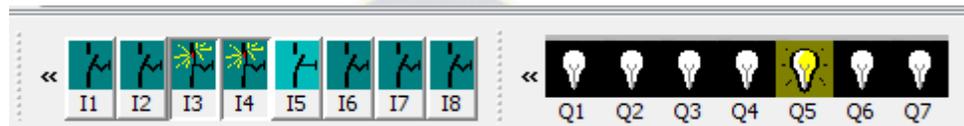
**Figura 73 Simulación de reset**



La salida Q5 representa los 3 pulsos para que el grupo electrógeno pueda arrancar y generador voltaje trifásico, el programa consta con un relé de barrido activado por flancos, que se encarga de generar 4 pulsos cada uno de 2 segundos de duración, con retardos de 5 segundos antes de empezar el siguiente pulso, con el objetivo de poder arrancar el grupo eléctrico con con

máximo 3 intentos. Un parámetro importante para activar esta salida es que el grupo electrógeno debe estar apagado (SVG OFF) y en buenas condiciones mecánicas. La simulación de la salida Q5 para **ARRANCAR** el grupo electrógeno se puede observar en la figura 74.

**Figura 74 señal simulada de arranque**



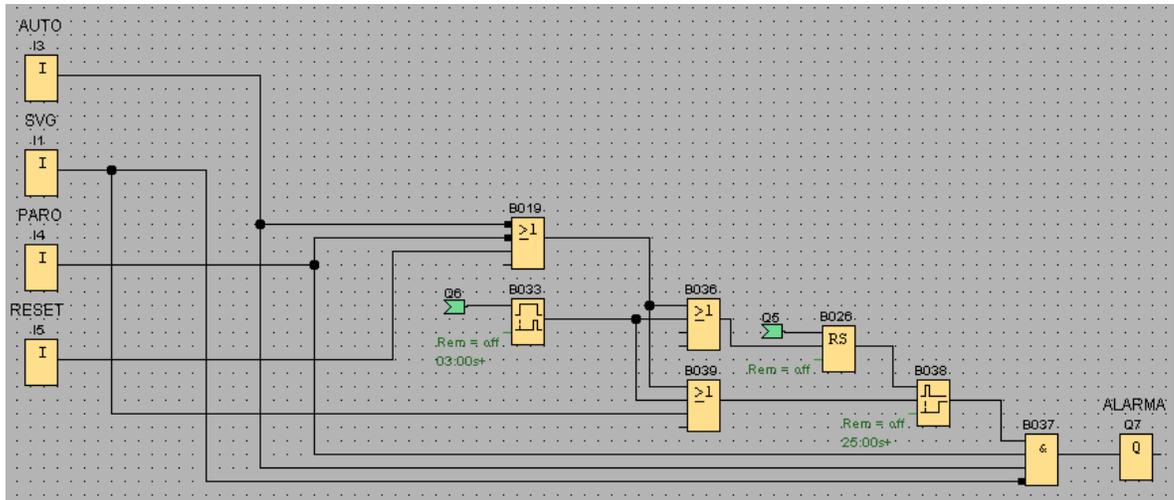
La salida Q6 representa el pulso que debe apagar el grupo electrógeno después de haber cumplido un ciclo completo del encendido automático y haber realizado la transferencia hacia la red pública después de pasar por un temporizador ON DELAY programado en 3 minutos. Este tiempo permite enfriar el grupo electrógeno en vacío antes de apagar y además permite estar a esperas de que ocurra nuevamente una falla para entrar directamente a suplantar a la red externa. La duración del pulso de la salida Q6 está programado para 3 segundos, luego ser activada esta salida se encienden todos los temporizadores que se activaron durante el encendido automático quedando listos para nueva llamada de emergencia. La simulación de la salida Q6 que permite **APAGAR** el grupo electrógeno se puede observar en la figura 75.

**Figura 75 Señal de simulación de apagado**



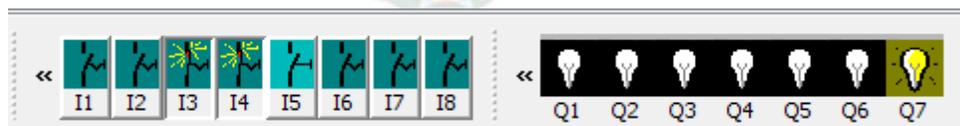
La programación que activa las señales de salidas para las alarmas (luces led y sirena) se puede observar en la figura 76.

Figura 76 Programación activa de señales



La salida Q7 representa la señal de salida que activará las alarmas instaladas en el exterior del TTA (luces led) y la sirena instalada en el interior del taller, esta señal se activa luego del tercer intento que tuvo el grupo electrógeno para arrancar, consta de un relé auto-enclavador que mantiene encendido las alarmas, mientras no se presione el pulsador instalado en el TTA para empezar nuevamente el ciclo de encendido automático (RESET ON). La simulación de la salida Q7 para activar las **ALARMAS** se puede observar en la figura 77.

Figura 77 Simulación de alarmas



#### 4.4 CARGAS CRITICAS QUE ACEPTAN

##### INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Al momento de entrar en funcionamiento el grupo electrógeno se vera afectada momentáneamente el uso de algunos equipos de uso prioritario en clínicas los cuales son:

- Equipos medico dentales.
- Sillones dentales.
- Autoclaves.
- Pupineles.
- Compresores.
- Iluminación por clínicas.
- Equipos de radiología (uso intermitente).

#### 4.5 CARGAS CRITICAS QUE NO ACEPTAN INTERRUPCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El funcionamiento ininterrumpido para distintos equipos informáticos de uso primordial, para el funcionamiento de clínicas en la Facultad de Odontología es necesario, para lo cual mencionaremos los lugares mas críticos que cuentan con equipos informáticos.

- Sala de esterilización.
- Caja de cobro por tratamiento.

**La sala de esterilización**, cuenta con un equipo informático (computadora), que ayuda al manejo de introducción de materiales para su esterilización a si también como el retiro del mismo, para tal efecto necesitan realizar el control por cada estudiante que pasa por el lugar.

**Caja de cobro por tratamiento**, este lugar también cuenta con un equipo informático para realizar el cobro por tratamiento, por tanto debe mantenerse

en operación ya que solo con la autenticación de cobro se puede realizar un posterior trabajo en clínicas, u otro servicio dado en la facultad.

Por tanto la evaluación de que tipo de UPS y de que potencia se debe emplear para el funcionamiento de estos lugares críticos es la siguiente:

Computadora (equipo completo)= 700 W

Impresora =550W

Teniendo en cuenta que son dos computadoras y una de ellas cuenta con una impresora, el total de potencia necesaria seria la siguiente:

2 computadoras =1400 W

1 impresora = 550 W

Por tanto la potencia total es de:

$1400\text{ W} + 550\text{ W} = 1950\text{ W}$

Ya teniendo la potencia necesaria para el UPS es necesario encontrar el equipo que se adecue más a lo requerido.

Para el siguiente uso se pondrá en conocimiento el siguiente UPS:

**Figura 78 modelo de UPS con baterías externas**



Fuente [sistemas UPS tripp Lite]

El cual tiene la siguiente potencia:

- La carga en watts es de 3750 W.
- Con un tiempo de duración de 60 minutos.
- Puede ser expandido para más tiempo de duración.

La potencia del UPS es la necesaria para el uso requerido.



## CAPITULO 5:

### EVALUACIÓN FINANCIERA

#### 5.1 INVERSIÓN FIJA

La inversión consta de un equipo de emergencia de generación eléctrica (con una vida útil aproximada del equipo de 10 años), la cual tiene un costo de 292.320 Bs, con la introducción del grupo electrógeno los beneficiados directamente son dos partes las cuales será el segmento estudiantil y también serán beneficiados el público en general y para lo cual el financiamiento es propio.

#### 5.2 INVERSIÓN DIFERIDA

La inversión diferida incluye los costos de capacitación del personal con un costo de 2.000 Bs, con un tiempo de duración de 32 horas.

Por lo tanto se tendrá en consideración la siguiente tabla:

**Tabla 37 inversiones**

#### INVERSIONES Y FINANCIAMIENTO

DESCRIPCIÓN	Valor unitario (Bs/unidad)	Cantidad (Unidades)	Valor Total (Bs.)	Inversión (Bs.)
<b>A. INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS</b>				
GRUPO ELECTROGENO	292.320	1	292.320	292.320
<b>TOTALINVERSIONES ACTIVOS FIJOS</b>			292.320	292.320
<b>B. INVERSIONES EN ACTIVOS DIFERIDOS</b>				
CAPACITACIÓN DE PERSONAL	2.000	1	2.000	2.000
<b>TOTALINVERSIONES ACTIVOS DIFERIDOS</b>			2.000	2.000
<b>INVERSION TOTAL DEL PROYECTO</b>			<b>294.320</b>	294.320

## 5.3 COSTOS

### 5.3.1 COSTOS OPERATIVOS

Los costos operativos incluyen:

**Tabla 38 Costo de combustibles**

horas	1	2	3	4
Litros/hora	34,5	69	103,5	138
costo de combustible 3,72 Bs el lt	128,34	256,68	385,02	513,36
Costo Total Bs				<b>513.36BS</b>

Fuente [Elaboración propia]

Con el funcionamiento del grupo electrógeno depende del corte de energía eléctrica local, lo cual sucede con mucha frecuencia pero para el estudio se tomara un tiempo de un trimestre de lapso antes del siguiente corte de energía eléctrica.

Como la facultad de odontología cumple con la atención de clínicas durante 8 meses, se tendrán 2 trimestres en todo el año laboral en clínicas por lo tanto se tendrá el siguiente gasto con respecto al consumo de combustible.

**Tabla 39 costo de combustible trimestral**

	Primer trimestre	Segundo trimestre
Costo de combustible Bs (por cuatro horas de uso)	513,36	513,36

Fuente [Elaboración propia]

Por lo tanto el costo de combustible anula del grupo electrógeno es:

Costo del combustible Bs=1.025,72 Bs

El costo del combustible usado por un periodo de 4 horas es de 513.36 Bs y los ingresos diarios de la facultad por la atención a los pacientes es de 3060 Bs (ver tabla 43), para tal caso se debe ver el ingreso por hora.

8 horas → 3060 bs

4 horas → X bs

X=1530 Bs

Los ingresos generados en 4 horas de atención ininterrumpidas son de 1530bs, menos el costo del combustible será de 1016.64 Bs.

### 5.3.2 COSTO DE MANTENIMIENTO

El costo de mantenimiento anual incluye el costo de elementos menores, piezas a cambiarse.

El mantenimiento del equipo se realizara anualmente, con cambio de algunos elementos de desgaste, con los siguientes precios como se ve en la siguiente tabla:

**Tabla 40 precio de mantenimiento**

	Precio Bs	Total bs
Técnico en mantenimiento	3.000	3.000
Elementos menores de recambio	1.000	1.000
Aceite	1.000	1.000
Filtros(2)	5.00	1.000
		6.000Bs

Fuente [Elaboración propia]

Con la vista de los precios por mantenimiento que se le debe realizar al equipo anualmente se ve un total de 6.000 BS.

Costo del grupo electrógeno y el costo por capacitación de personal se vera la tabla 37.

**Tabla 41 costo total**

<b>Costos Operativos (anuales)</b>		<b>1.026,72 Bs</b>	<b>1.026,72 Bs</b>
<b>Costos de Mantenimiento (anuales)</b>		<b>6.000 Bs</b>	<b>6.000 Bs</b>
<b>Costo total</b>			<b>7.026,72 Bs</b>

Fuente [Elaboración propia]

## 5.4 INGRESOS.

Los ingresos propios de la Facultad de Odontología dependen del servicio y de la cantidad de personas atendidas que ingresen por anualmente.

Para el estudio de pacientes atendidos por día se deberá tener en cuenta un promedio de costo de servicio por cada paciente, también se deberá contar con los datos de la cantidad promedio de pacientes atendidos por día.

Para un análisis mejor se presenta la siguiente tabla la cual nos da una referencia general monto que se recauda diariamente, mensual y anualmente (tabla 43).

**Tabla 42 Ingresos por atención de clínicas por hora**

ingresos por hora	1 hora	2 hora	3 hora	4 hora	5 hora	6 hora	7 hora	8 hora
Bs	382,5	765	1147,5	1530	1912,5	2295	2677,5	3060

Fuente [elaboración propia]  
**Tabla 43 Tabla Auxiliar**

TABLA AUXILIAR			
PRECIOS DE SERVICIOS DE			
DETALLE	P/UNIT EN BS		
LIMPIEZA DENTAL	3		
EXTRACCION	30		
TAPADURAS	30		
PROTESIS	100		
SERVICIO ODONTOPEDIATRICO	50		
RAYOS "X"	15		
	234		
PROMEDIO	33,428571	34	COSTO POR SERVICIO 34
TOMANDO EN CUENTA QUE SE TIENE 30 PERSONAS POR DIA			
totales			
PERCIBIDO DIARAMENTE BS	34*30		3060
	dias	percibido diaramente BS	
percibido mensual BS	20	3.060	61200
	meses	percibido mensualmente BS	
percibido anual	8	61200	489600
CALCULO DE DEMANDA DE VISITANTE ANUAL			14400

Fuente [elaboración propia]

Los ingresos diarios de clínicas se evaluarán mediante la justificación del uso del proyecto y sin el uso del proyecto, como se ve en la siguiente tabla:

**Tabla 44 comparación de ingresos diarios sin y con proyecto**

	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
1hora	0	382,5
2hora	0	765
3hora	0	1.147,5
4hora	0	1530
5hora	382,5	1.912,5
6hora	765	2.295
7hora	1.147,5	2.677,5
8hora	1.530	3060
ingresos diarios Bs	1.530	3.060

Fuente [elaboración propia]

Como se ve en la tabla 43 se ve el ingreso diario, el tipo de tratamientos que se realizan, a si también se realizó el ingreso que se realiza con el uso del proyecto y sin el uso del proyecto, como se ve en la tabla 44 los ingresos diarios disminuyen notablemente si no se cuenta con el proyecto.

Un análisis de la situación con proyecto y sin proyecto muestra la factibilidad de costo en el grupo electrógeno puesto que se influye en el ingreso diario (3.060Bs) y con la continuidad del servicio se fortalece el prestigio de la institución.

## **CAPITULO 6:**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

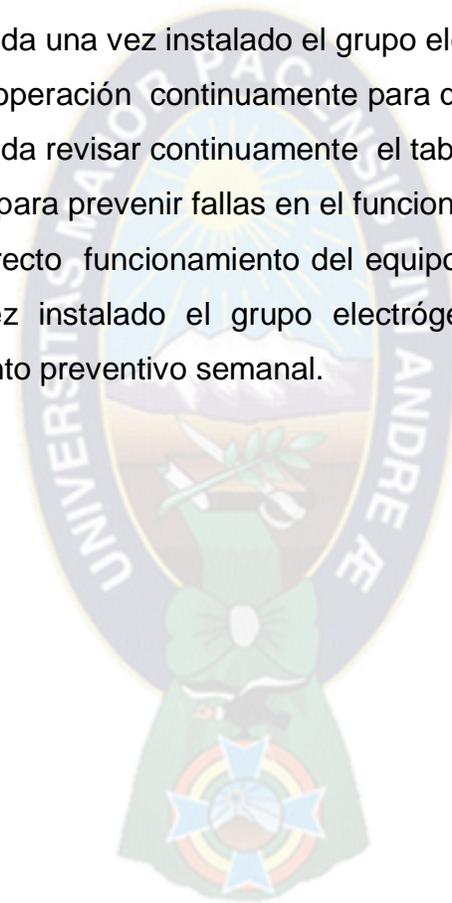
#### **6.1 CONCLUSIONES**

- ✓ Se realizo el diseño del diagrama unifilar de la facultad de odontología puesto que la misma no cuenta con una.
- ✓ Se realizo el diseño del diagrama unifilar propuesto, para la discriminación de cargas para la facultad de odontología.
- ✓ Se elaboro las tablas de potencias instaladas en toda la facultad de odontología, para tener la potencia instalada total.
- ✓ Se elabora las tablas de discriminación de potencias instaladas, para la verificación de los lugares a energizarse.
- ✓ Se realizo la verificación de la potencia instalada en las tablas de discriminación de cargas, para encontrar la potencia real.
- ✓ Se resolvió tener muy en cuenta las ventajas y las ventajas de los diferentes grupos electrógenos para su selección.
- ✓ Se determino la potencia real la cual es 112.1 KW, para la determinación del grupo electrógeno se llevo la potencia de KW a KVA la cual es 140.1 KVA.
- ✓ Se determino la adecuación del tablero de transferencia automática con el uso de un de un PLC logo SIEMENS.

#### **6.2 RECOMENDACIONES**

- ✓ Para el correcto funcionamiento del grupo electrógeno se deben seguir las siguientes instrucciones.
  - No utilizar equipos de que no sean de un voltaje distinto a lo que entrega en grupo electrógeno.
  - No encender simultáneamente todos los equipos.

- No encender equipos de alta consumo como se calefactores.
  - Conectar equipos como computadoras, equipos de uso sensible con el uso de equipos UPS.
  - Se recomienda elaborar nuevos tableros para cada clínica.
  - Se recomienda independizar cada clínica con un tablero de control.
- ✓ Se recomienda una vez instalado el grupo electrógeno, revisar todos los circuitos de operación continuamente para que no se encuentre fallas.
  - ✓ Se recomienda revisar continuamente el tablero de transferencia automática para prevenir fallas en el funcionamiento.
  - ✓ Para un correcto funcionamiento del equipo, se deberá tener en cuenta que una vez instalado el grupo electrógeno, se deberá realizar un mantenimiento preventivo semanal.



## **Bibliografía**

CHAPMAN, S. (2005). *MAQUINAS ELECTRICAS., 4.a.ed.,.* Mexico D.F.- Mexico.,: McGraw-Hill .

ENRIQUEZ, G. d. (2003). *Fundamentos de Instalaciones Electricas.* Mexico D.F.Mexico: limusa.

SIEMENS. (2007). *Manual LOGO!., 7.a.ed. .* Mexica D.F. Mexico: McGraw-Hill.

### **COMPONENTES ELÉCTRICOS**

*Procobre.*(s.f.) recuperado de

[http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores\\_electricos.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf)

*Wikipedia.*(s.f.) recuperado de

<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=contactor&oldid=50864914>

*Silvino barcelomerida*(s.f.) recuperado de

<http://silvinobarcelomerida.suite101.net/circuito-de-mando-y-circuito-de-potencia-de-un-automatismo-a48655#ixzz113zlzyd8>

### **GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA**

*Walter Fendt.*(s.f.) recuperado de

[http://www.walter-fendt.de/ph14s/generator\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14s/generator_s.htm)

*Sabelotodo.* (s.f.) recuperado de

<http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/generadoralterna.html>

### **GRUPOS ELECTRÓGENOS**

*Slideshare.* (s.f.) recuperado de <http://www.slideshare.net/import3000/manual-grupos-electrogenos-taiger>

*Grupos electrogenos.* (s.f.) recuperado de <http://grupoelectrogeno.net>

(s.f.) recuperado de <http://www.sdmo.com/es/faq/index.aspx>

### **TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA**

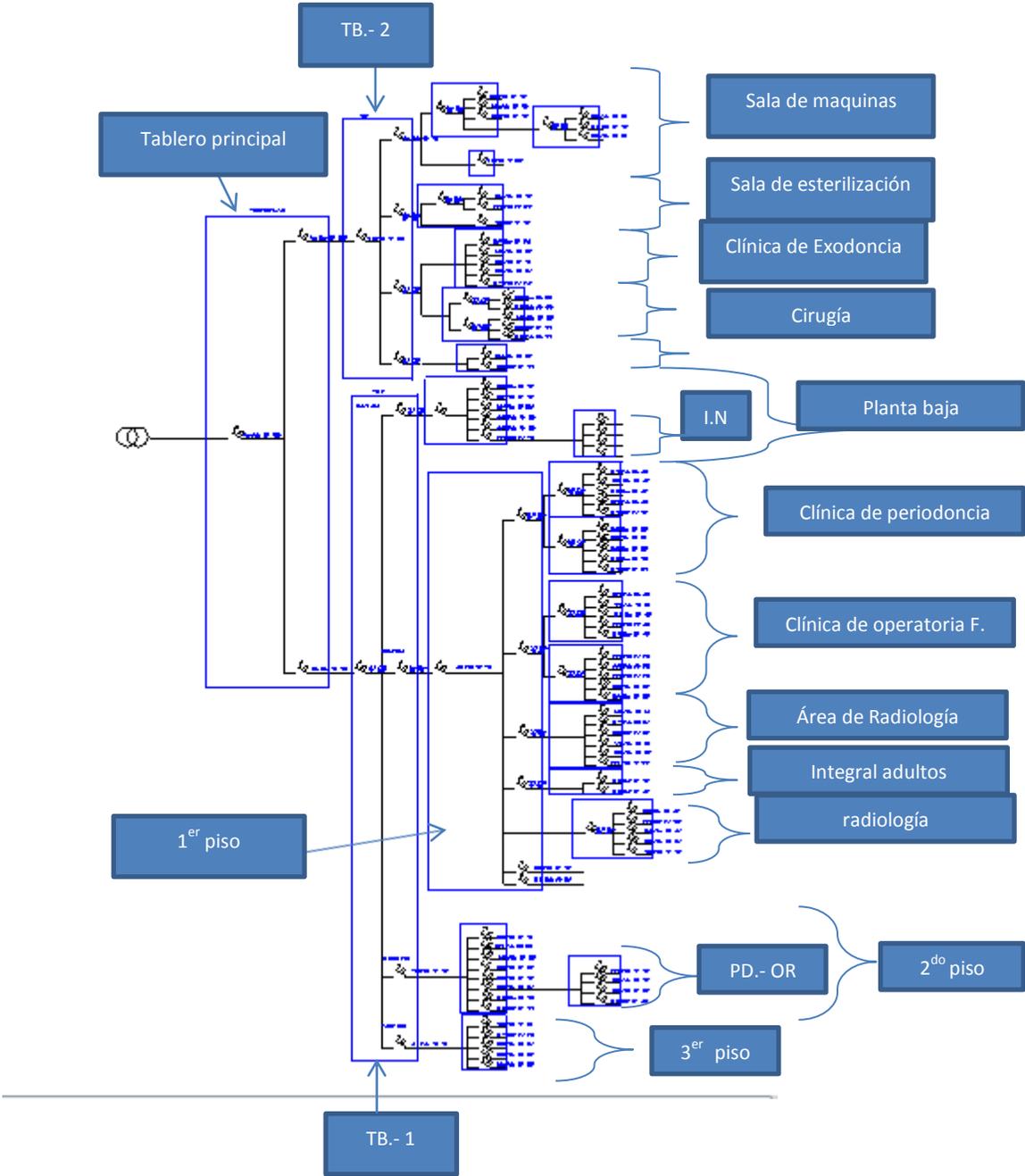
*Wikipedia.* (s.f.) recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/rel%c3%a9>

*Velasquez.*(s.f.) recuperado de

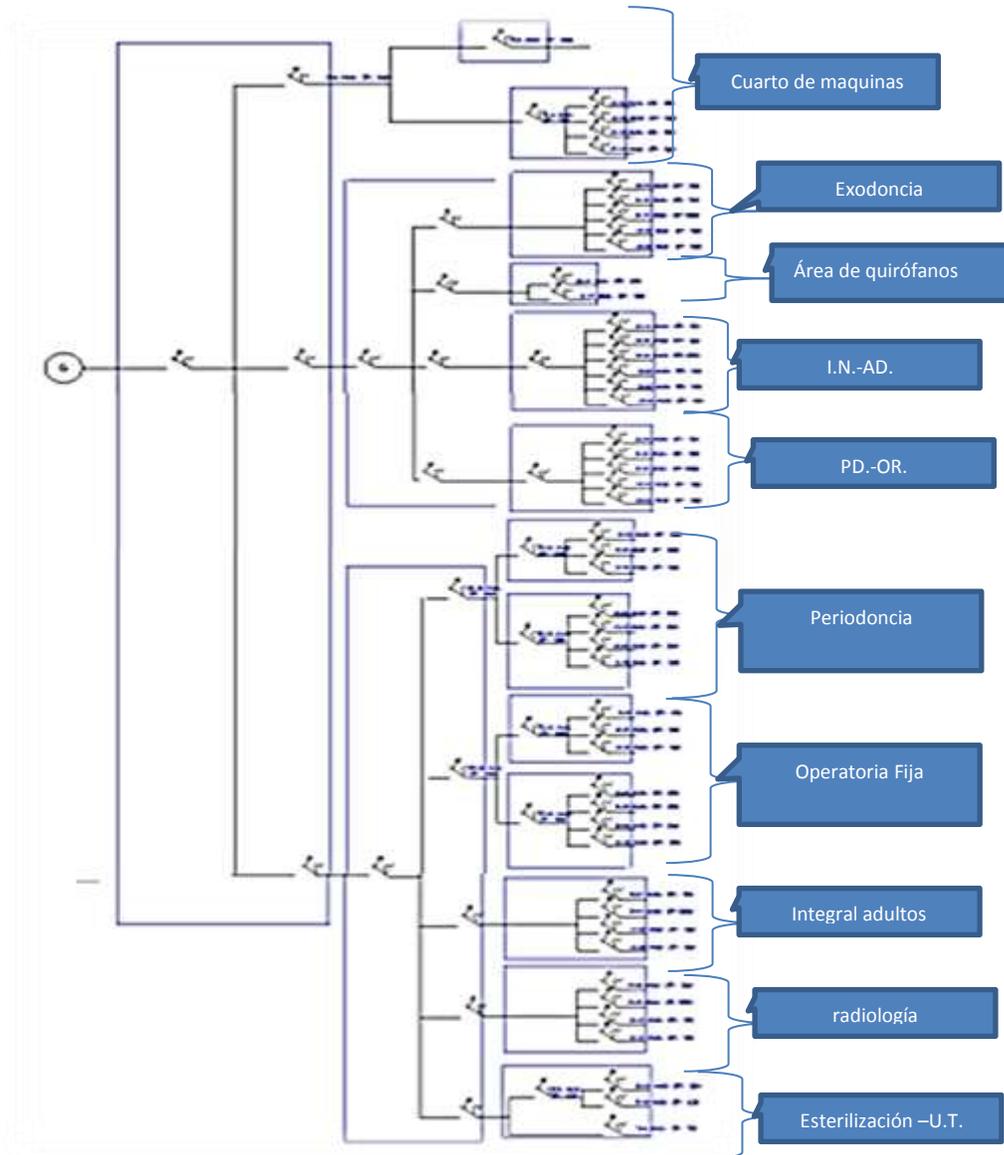
[http://www.velasquez.com.co/catalogo/transferencia\\_automatica\\_con\\_contactores.pdf](http://www.velasquez.com.co/catalogo/transferencia_automatica_con_contactores.pdf)



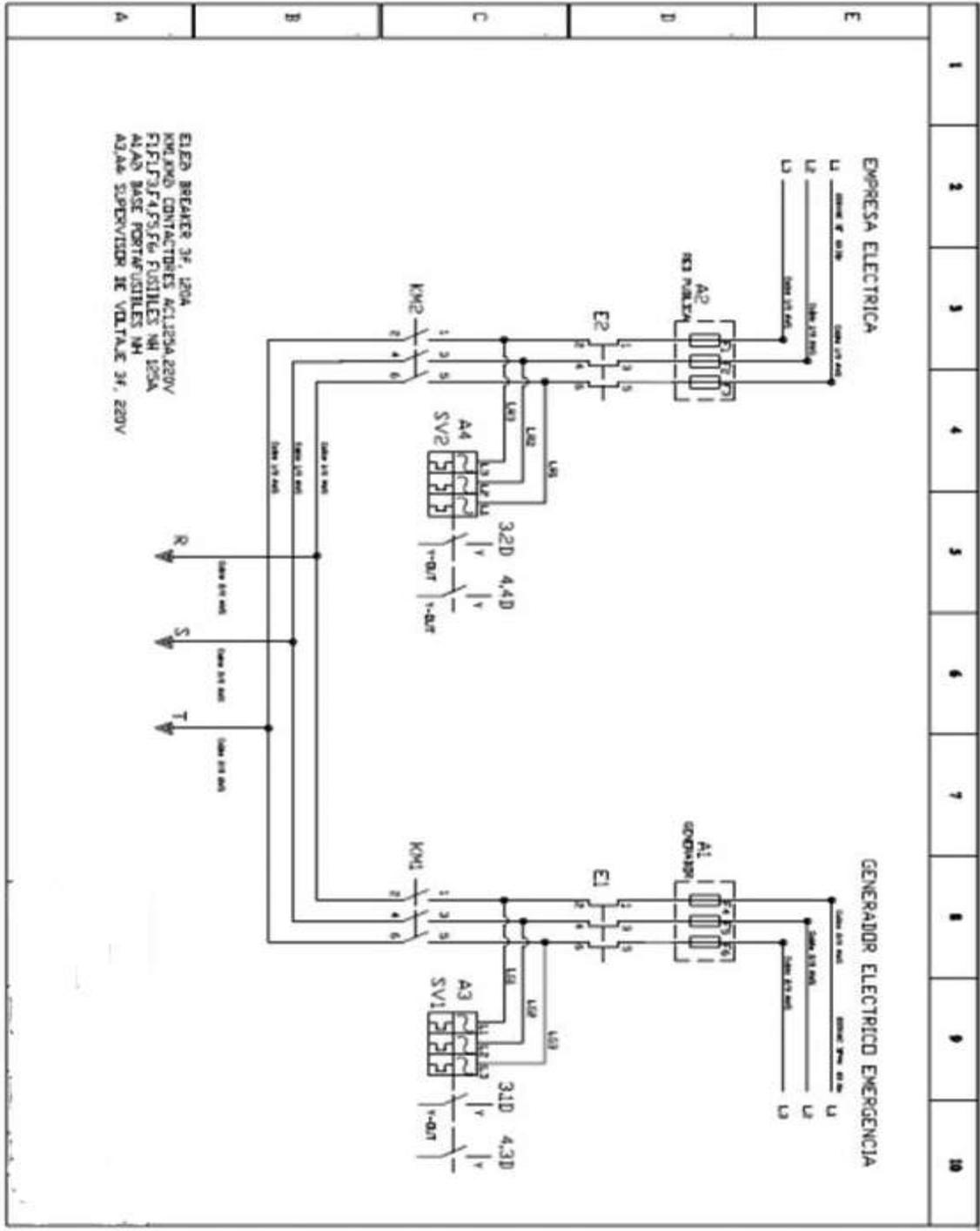
# DIAGRAMA UNIFILAR DELA FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA



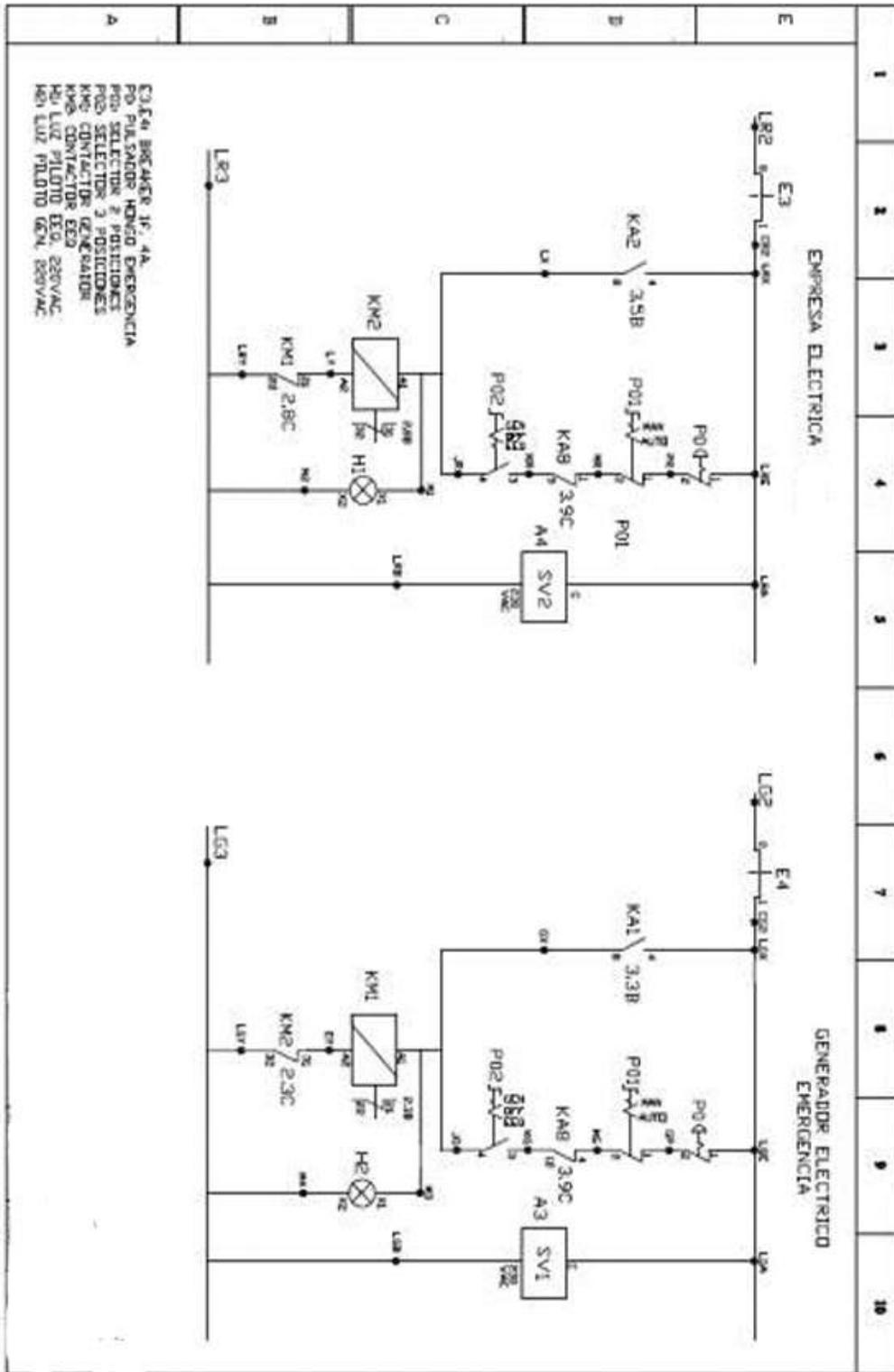
## DIAGRAMA UNIFILAR CON DISCRIMINACIÓN DE CARGAS



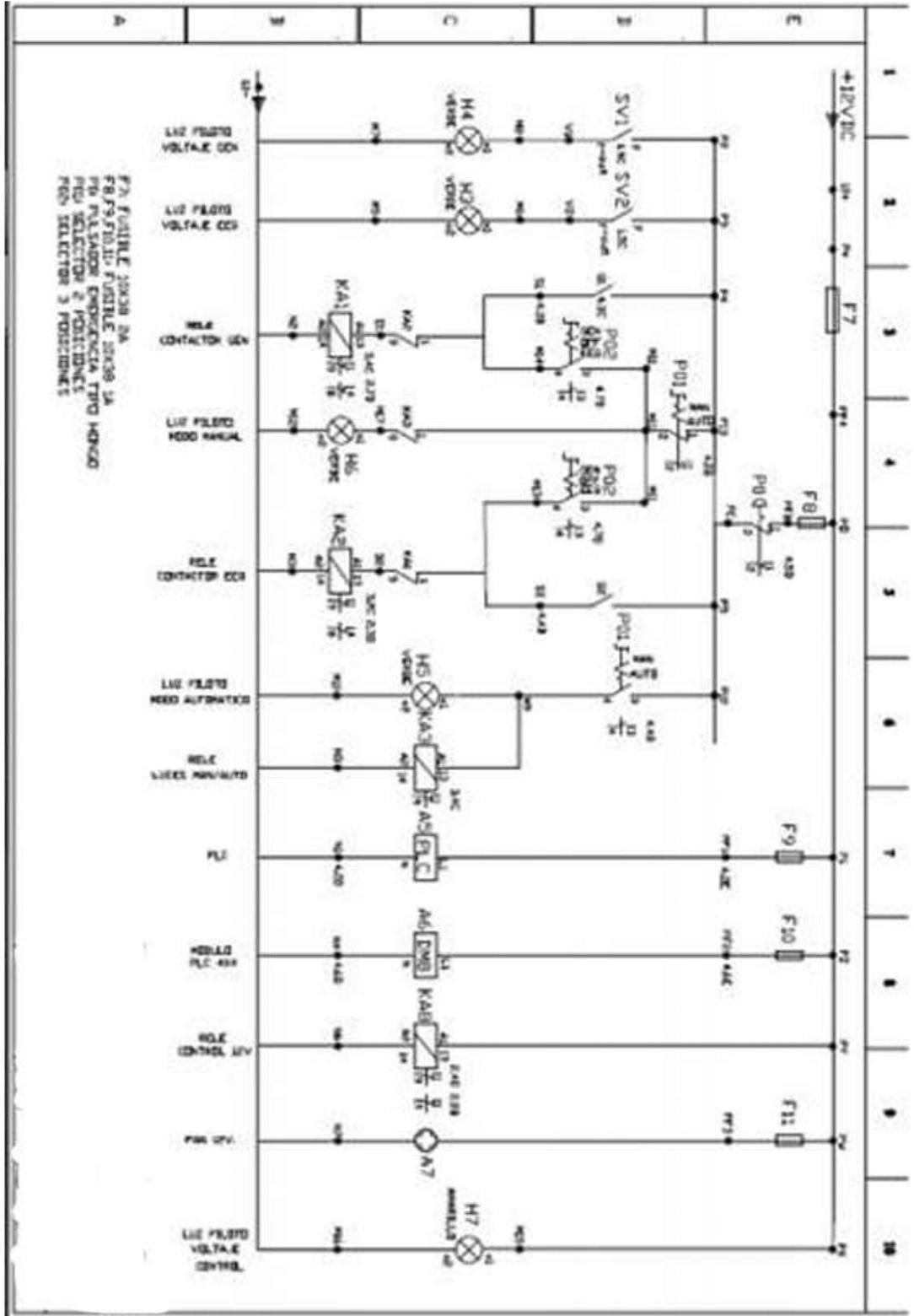
# PLANO N°1 CIRCUITO DE FUERZA



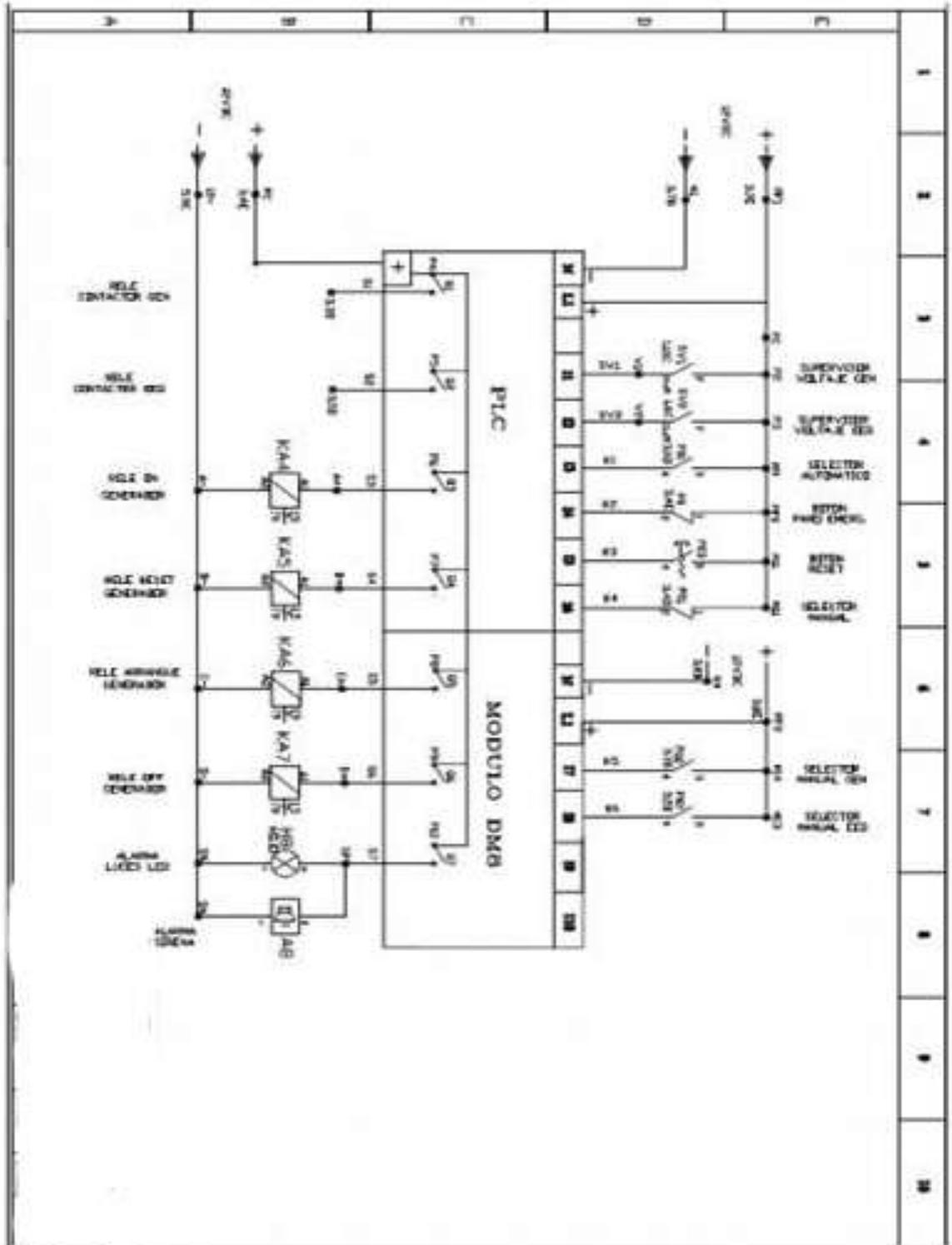
## PLANO Nº2 CIRCUITO DE CONTROL



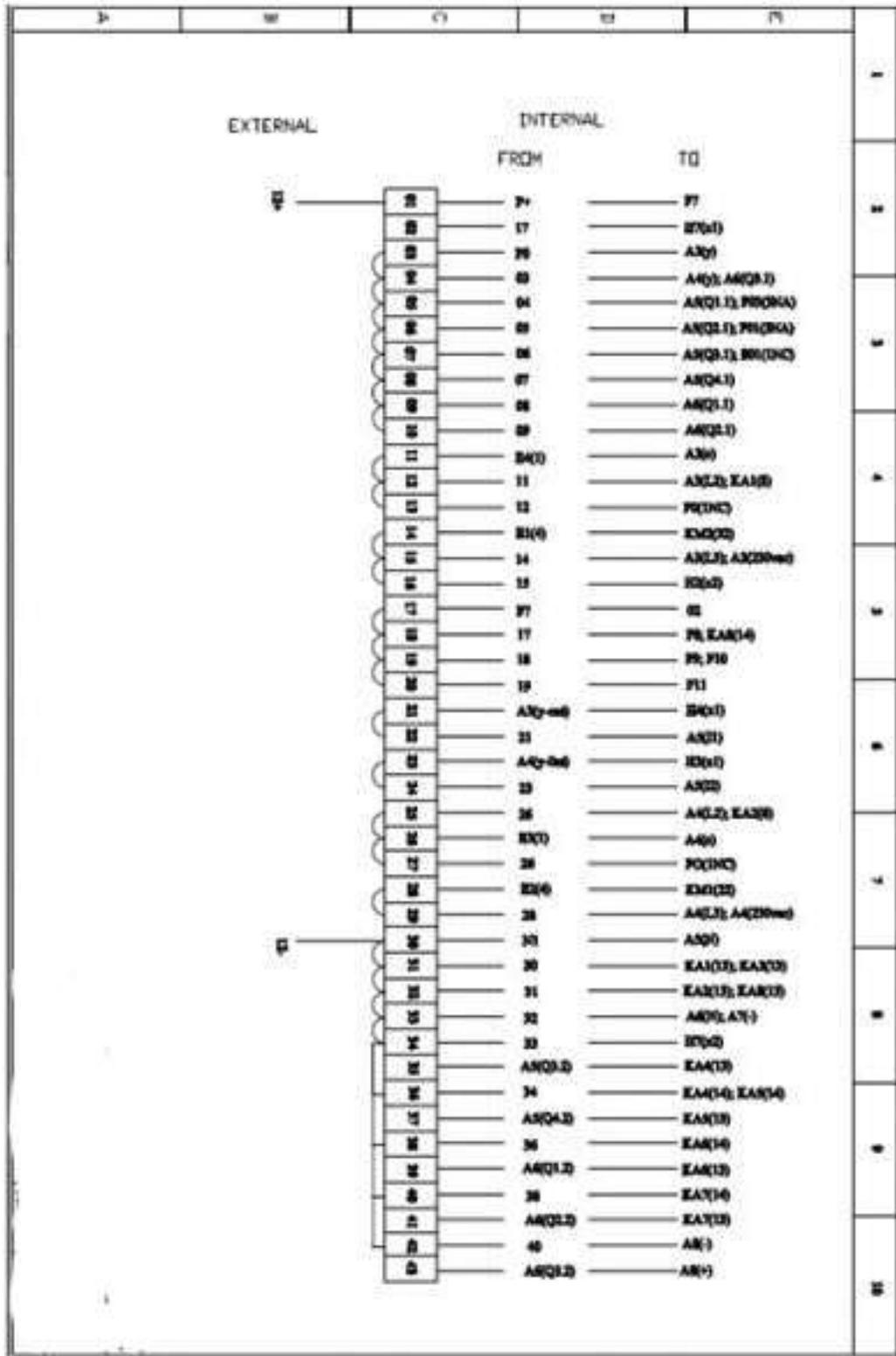
PLANO Nº CONTROL 12 VCC



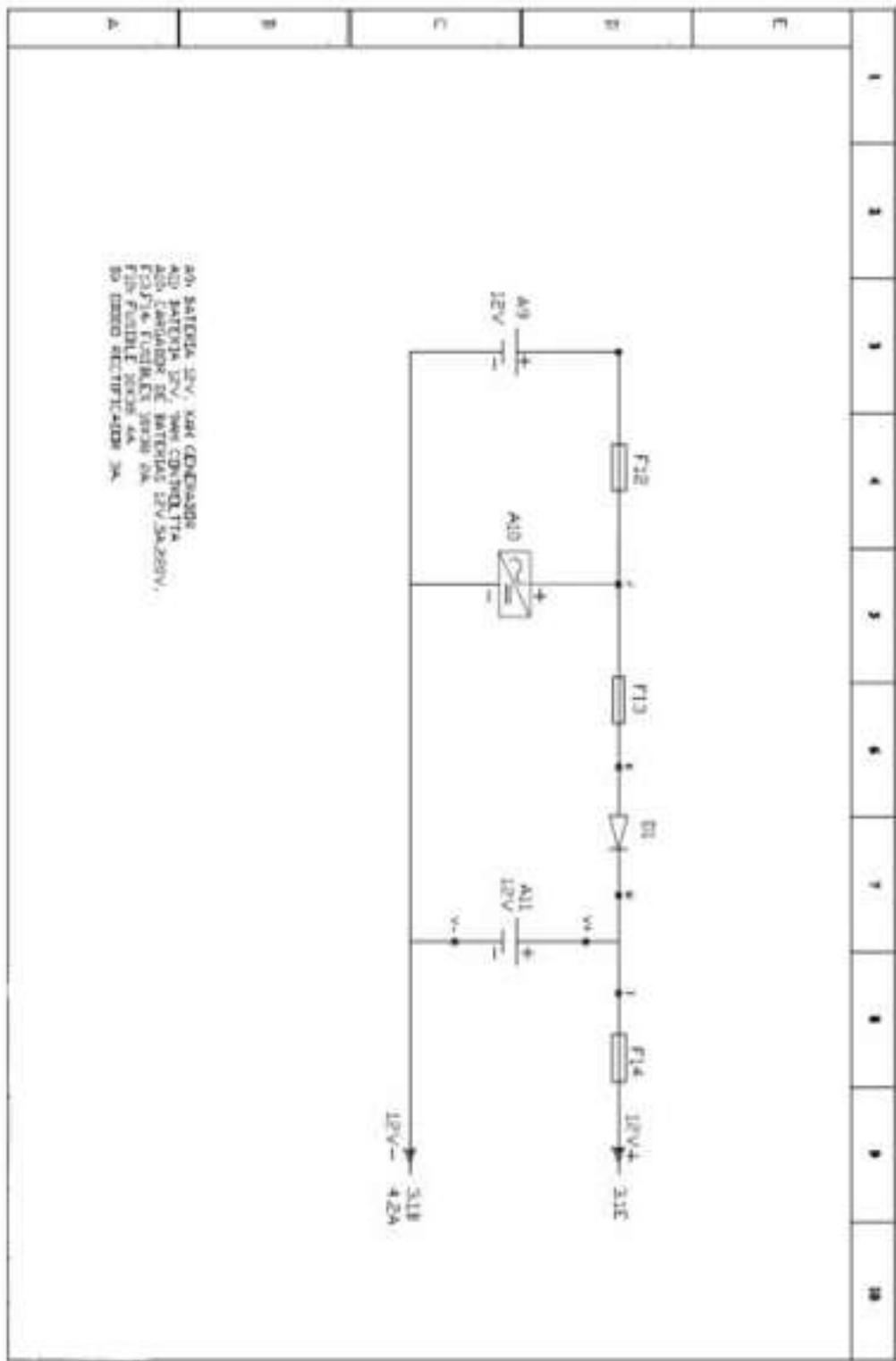
# PLANO Nº4 CONEXIÓN DE PLC



# PLANO Nº5 BORNERAS



PLANO Nº 6 SUMINISTRO DE 12VCC



A9 BATERIA 12V / KAH CONDENSAR  
 A10 FUSION 12V / 3000 CD/PROLTA  
 F12 FUSION 12V / 3000 CD/PROLTA  
 F13 FUSION 12V / 3000 CD/PROLTA  
 F14 FUSION 12V / 3000 CD/PROLTA  
 D1 DIODO 1N4001  
 31E TERMINAL BLOCK 2X

# PLANO N°7 COLOCACION DE COMPONENTES

