



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Mecánica Eléctrica.

## **TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA GENERADORES**

**Gustavo Adolfo Carrillo Cojulún.**  
Asesorado por el MBA Ing. Luis Alfonso Méndez Celis.

Guatemala, septiembre de 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

## **TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA GENERADORES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**GUSTAVO ADOLFO CARRILLO COJULÚN**

ASESORADO POR EL MBA ING. LUIS ALFONSO MÉNDEZ CELIS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. Ingrid Salome Rodríguez García de Lucota
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **TRANSFERENCIA AUTOMATICA PARA GENERADORES,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica eléctrica, el 28 de febrero de 2007.

Gustavo Adolfo Carrillo Cojulún.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS**

Por este mundo de oportunidades.

### **MI ANGELITO HELKITA**

Por tu hermosa sonrisa que todos los días me despierta.

### **MI PADRE**

Su ejemplo ha sido un verdadero estandarte en mi búsqueda del éxito.

### **MI MADRE.**

Por creer y apoyarme hasta el final.

### **MI FAMILIA**

Que son mi inspiración para procurar ser mejor todos los días, mi Isabela, mi Valeria y mi Vale.

### **DOÑA FLORI**

Su incansable espíritu es un ejemplo de que no hay límites.

### **DON DAVID**

Por su amistad, ya que es mas que un amigo, es mi hermano.

Guatemala abril de 2008.

Ing. Otto Andrino.

Coordinador del Área de Electrotecnia.

Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Respetuosamente me permito comunicarle que he revisado el trabajo de graduación del estudiante GUSTAVO ADOLFO CARRILLO COJULÚN, CARNET 9012398, con el título TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA GENERADORES , encontrando que es satisfactorio, ya que su contenido cumple con los objetivos propuestos, por lo que procedo por este medio a su aprobación.

El autor del trabajo de graduación y el suscrito asesor, somos responsables por el contenido que en esta se presenta.

Atentamente.

Ing. Luis Alfonso Mendez Celis.

Colegiado No. 3894

## **TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA GENERADORES**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
RESUMEN	VII
JUSTIFICACIÓN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII

### **1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE UNA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA**

1.1 ¿Qué es una transferencia automática?	01
1.2 Descripción del sistema operativo.	02
1.3 Componentes de una transferencia automática.	04
1.3.1 Sensores.	05
1.3.2 Actuadores.	08
1.4 Sistema dual.	22
1.5 Aplicaciones de sistema dual.	23

### **2. DISEÑO DE UNA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.**

2.1 Diseño para la aplicación	27
2.1.1. Parámetros para diseñar (capacidad, aplicación)	28
2.1.2. Elección de componentes, según la aplicación y capacidad.	31
2.1.3. Ubicación física de los componentes.	34



2.1.3. Ejercitador semanal.	39
2.2 Diseño de los diagramas eléctricos.	40
2.2.1. Sistema de Potencia.	41
2.2.2. Sistema de Control.	43
2.2.3. Sistema de Censado.	48
2.3 Diseño de tiempos de transferencia.	50
2.3.1. Tiempo de transferencia.	51
2.3.2. Tiempo de retransferencia.	51
2.3.3. Tiempo de enfriamiento.	52
<b>3. MANUAL DE USUARIO.</b>	<b>53</b>
3.1 Luces indicadoras.	53
3.2 Posición de la manija.	53
3.3 Ejercitador semanal.	54
3.4 Mantenimiento preventivo y correctivo.	54
<b>4. MONTAJE MECÁNICO.</b>	<b>59</b>
4.1 Elección del tipo de montaje según su aplicación, para la transferencia automática.	59
4.2 Recomendaciones para el montaje mecánico del generador.	60
4.2.1. Montaje del generador y aislamiento a la vibración	60
4.2.2. Construcción de cimientos para el generador	62
4.2.3. Alivio de tensión en el cableado de potencia y Consola	72
4.2.4. Recomendaciones generales para el	

sistema de escape.	72
<b>CONCLUSIONES</b>	81
<b>RECOMENDACIONES</b>	83
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	85
<b>APÉNDICES</b>	
1. Fotografías del proceso de armado de la transferencia automática.	87
2. Tabla de simbología CEI	98
3. Tablas del factor de demanda	101



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Diagrama censado entre fases monofásico	06
2. Diagrama censado entre fases trifásico	07
3. Diagrama de contactor	10
4. Diagrama de temporizador	12
5. Diagrama de relé o mini-contacto	13
6. Simbología botones CEI	15
7. Simbología de manija CEI	16
8. Diagrama eléctrico de luz de advertencia	17
9. Diagrama de bloques flujo potencia	19
10. Diagrama de bloques flujo de una transferencia automática.	22
11. Diagrama de bloques flujo en un sistema dual	26
12. Dibujo tapaderas frontales transferencia automática	39
13. Dibujo parte interna transferencia automática	40
14. Diagrama eléctrico sistema de potencia monofásico de la transferencia automática	44
15. Diagrama eléctrico del sistema de control de la transferencia automática	46
16. Diagrama eléctrico de las luces de advertencia en la transferencia automática	50
17. Diagrama de cimentación para los generadores	69
18. Diagrama de aislador de resortes para generadores	71
19. Diagrama de flujo de vientos dinámicos en generadores	75

## TABLA

I. Bornes de interruptor de encendido de generador	49
--	----

## RESUMEN

El tablero de transferencia es un equipo que permite que la planta eléctrica opere en forma totalmente automática supervisando la corriente eléctrica de la red comercial. Las funciones y actividades que el sistema realice se deben ajustar a la necesidad del cliente y el presupuesto con que se cuenta.

Se diseñará una transferencia automática monofásica 220 voltios, operada con contactores, se diseñará un sistema de censado de fases a través de mini contactores, para lograr los tiempos de transferencia y retransferencia se utilizarán temporizadores en 220V.

La simbología utilizada es IEC, que es la utilizada en equipo fabricado en Europa, pero se pueden encontrar también simbología NEMA, que es la utilizada en equipos Americanos, por lo tanto es recomendado que se familiarice con ambas.

El sistema dual se ha convertido en la actualidad uno de los más solicitados por industrias que no se pueden dar el lujo de perder el suministro de energía eléctrica en sus instalaciones, ya que paros de producción generan pérdidas económicas, merman la utilidad y bajan la competitividad de las empresas, en este mundo globalizado cuentan los minutos que una industria esta fuera de servicio.

La ubicación física de los componentes involucra la ubicación del generador, el tablero de interruptores termo magnéticos para la línea comercial y el tablero privilegiado o de emergencia, la transferencia automática y sus componentes internos. El generador produce ruido, calor y vibraciones, necesita un espacio físico determinado en función de estos factores y de las

necesidades de mantenimiento. Por esto es muy importante que se defina con el cliente la ubicación.

Los diagramas eléctricos deben tener como característica principal el ser fáciles de comprender y prácticos, se deben de seguir normas internacionales con la simbología y no mezclarlas, a manera que cualquier persona que los lea y conozca de ellos los pueda interpretar. El sistema de control es el encargado de monitorear, y ejecutar la acciones necesarias para que el sistema funcione de buena manera, también se debe hacer un diagrama para su comprensión.

Los tiempos de transferencia son tres básicamente, el tiempo de transferencia, el tiempo de retransferencia y el tiempo de enfriamiento, cada uno de estos eventos se realiza con un temporizador, por lo tanto en la transferencia que se esta diseñando se emplearan tres temporizadores.

El correcto funcionamiento del equipo en general dependerá de los mantenimientos preventivos que se realicen, por lo tanto se recomienda hacer una programación anual para ellos.

Dentro de las tareas que en muchas ocasiones el cliente asume que el ingeniero electricista esta obligado a realizar es el montaje del generador que este compra. El montaje mecánico del generador es en si tarea de un ingeniero mecánico, pero que en Guatemala no se reconoce la división de las especialidades y el cliente no esta dispuesto en muchas ocasiones pagar a alguien mas por esta tarea.

El diseño de instalación mecánico debe dar un cimiento apropiado para soportar el moto generador, y para prevenir que niveles de vibración molesto o dañinos lleguen hasta la estructura del edificio.

## **JUSTIFICACIÓN**

Es un trabajo de aplicación de conocimientos teóricos obtenidos en la Universidad, y que tiene una aplicación creciente en la industria del país. Esto se debe básicamente a la necesidad de mantener las líneas de producción en funcionamiento, ya que el mundo globalizado exige competitividad y productividad. Lo cual ha llevado al desarrollo e implementación de sistemas duales de emergencia, el cual básicamente es un sistema de doble respaldo en cadena de sucesión por si el sistema principal falla entonces hay un segundo sistema de respaldo.

En nuestro país se puede observar que empresas que se dedican a la telefonía están implementando este sistema, dado el costo que significa estar sin una antena repetidora, también se recomienda el uso de un sistema dual para los hospitales, y toda industria de primer orden.

Este proyecto se realiza en un campo en el cual los ingenieros podrán desarrollarse y contribuir en la industria de nuestro país, por ello nos deja mucho que aprender.





## **OBJETIVOS**

### **General:**

Poner en práctica los conocimientos adquiridos, sobre todo en sistemas de control, automatización, instrumentación y diseño de dispositivos, para diseñar una transferencia automática útil y económica, para la aplicación en la industria.

### **Específicos:**

1. Diseñar un sistema de transferencia automática.
2. Diseñar sistemas de censado que detecten la presencia de energía en la red comercial.
3. Diseñar sistemas de retransferencia.
4. Diseñar los tiempos básicos indispensables para el correcto funcionamiento del generador y la carga.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es un informe detallado del proceso de diseño y/o desarrollo de transferencias automáticas como sistema de respaldo y emergencia en la industria.

En la creciente demanda de productividad la industria nacional se ha visto en la necesidad de invertir en sistemas de respaldo de energía eléctrica, siendo tal que se invierte en sistemas duales, que si es cierto son mas caros, son los que dan un mayor nivel de confiabilidad. El sistema dual básicamente es el uso de dos transferencias en respaldo de un sistema eléctrico, dando la opción de utilizar cualquiera de dos generadores que están en espera.

Este tipo de proyecto permite poner en práctica la teoría recibida en la Universidad y complementarla con la experiencia adquirida a través de los años. Ya que conlleva diseño eléctrico y adecuación al precio del mercado.

## **1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE UNA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA**

### **1.1 ¿Qué es una transferencia automática?**

El tablero de transferencia es un equipo que permite que la planta eléctrica opere en forma totalmente automática supervisando la corriente eléctrica de la red comercial. El módulo de control incorpora las funciones de arranque, paro, medición y protecciones de la planta eléctrica, así como las funciones de sincronización con la red comercial o paralelismo con una o más plantas eléctricas. Todos los parámetros pueden ser monitoreados y configurados de manera remota. El tablero es auto soportado y cuenta con interruptores electromagnéticos en aire (contactores) para las funciones de transferencia.

Funciones de los tableros de transferencia automática:

1. Censar el voltaje de alimentación.
2. Dar la señal de arranque a la planta cuando el voltaje falta, baja o sube de un nivel adecuado.
3. Realizar la transferencia de la carga de la red comercial a la planta y viceversa. (Esta función se realiza a través de la unidad de fuerza, que puede ser del tipo contactores o interruptores, según la capacidad requerida)
4. Dar la señal a la unidad de fuerza para que haga el cambio cuando se normaliza la alimentación (retransferencia)
5. Retardar la retransferencia para dar tiempo a la compañía suministradora de normalizar su alimentación.

6. Retardar la señal de paro al motor para lograr su enfriamiento.
7. Mandar la señal de paro al motor a través del control maestro.
8. Mantener cargado el acumulador.
9. Permitir un simulacro de falla de la compañía suministradora, esto se puede hacer con carga o sin carga.

## **1.2 Descripción del sistema operativo.**

El sistema operativo es lo que se desea que haga la transferencia. Se debe recordar que el diseño, las funciones y actividades que el sistema realice se deben ajustar a la necesidad del cliente y el presupuesto con que se cuenta. Por ejemplo, se puede incluir un ejercitador semanal y este a su vez puede ser con carga o sin carga.

En este trabajo de graduación se diseñará una transferencia automática monofásica 220 voltios, operada con contactores, se diseñará un sistema de censado de fases a través de mini contactores y para lograr los tiempos de transferencia y retransferencia se utilizarán temporizadores en 220V. También, se utilizarán manijas para seleccionar el modo de operación deseado, que puede ser automático, manual y apagado. El sistema estará censando el suministro de energía comercial, y cuando esta se pierda por cualquier razón el sistema enviará una señal de encendido, para poner en funcionamiento el generador.

Cuando el generador arranque se suspenderá la señal de arranque y se monitorea que esté generando en frecuencia y tensión nominal para hacer la transferencia. Hay que tomar en cuenta que a todo generador se le debe de dar un tiempo de transferencia prudencial no menor de cuarenta y cinco segundos, para que éste logre estabilizarse mecánicamente (Velocidad nominal, presión de aceite) y eléctricamente (Tensión nominal, frecuencia). Dada esta consideración se procederá a realizar la transferencia de la carga al generador de emergencia.

El censado del voltaje de la línea comercial debe ser permanente, esto quiere decir que siempre se este censando esa barra para poder determinar en qué momento se restablece el servicio, ya que cuando éste es reestablecido inicia el proceso de retransferencia. El tiempo de retransferencia no debe ser muy corto, por que el sistema nacional interconectado puede fluctuar al ser restablecido, y por un corto período en el cual los recloser pueden abrir y cerrar. Por lo tanto, se recomienda usar un retardo en la retransferencia, período no menor de diez minutos.

Luego de realizada la retransferencia no es aconsejable apagar el generador de inmediato, ya que se le debe de dar un período de enfriamiento sin carga, con este tiempo de enfriamiento se ha determinado que un período prudente es de cinco minutos, ya que si se excede se tiene el riesgo de carbonizar las cámaras del motor por operar sin carga, y si se apaga de inmediato su periodo de enfriamiento es mas largo y riesgoso para los empaques y retenedores, porque ya no hay circulación de refrigerante y el calor se disipa sobre las piezas y no sobre el refrigerante. También hay que tomar en

cuenta que mientras el motor no se apague, la planta de emergencia esta lista para entrar en línea, por lo tanto hay que considerar que si ocurre otra falla del sistema durante el tiempo total que dura el retardo, que seria el de la retransferencia y el enfriamiento, el sistema esta listo para entrar en línea nuevamente.

Dentro del sistema operativo también hay que tomar en cuenta el hecho que hay necesidad de probar el sistema periódicamente para saber si esta en correcto estado y funciona al cien por ciento dentro de sus características, por lo tanto, se le puede incorporar un ejercitador semanal, cuya función será correr el sistema completo. Esto se debe coordinar con el cliente para no perjudicar su producción sí es que el ejercicio se hace con carga. Este ejercitador simulará la ausencia de una de las fases en el sistema comercial de energía, pudiendo utilizar para esto un temporizador semanal o un PLC. Dentro del sistema operativo también hay que contar con el sistema de recarga de batería para el generador mientras no esta funcionando, esto se logra con un cargador de batería que tenga la función de carga flotante.

### **1.3 Componentes de una transferencia automática.**

Los componentes que integran una transferencia dependen de muchos factores, entre los cuales están la capacidad de la transferencia, la autonomía que se desea dar, esta opción es muy importante hoy día, ya que hay muchas instalaciones que funcionan del modo remoto.



Lo importante en este punto es que se recave la mayor cantidad de información del cliente y del equipo al que se interconectará la planta de emergencia, a través de la transferencia y con los conocimientos de ingeniería y diseño se pueda empezar a diseñar el sistema de una manera segura, confiable y rentable para el cliente.

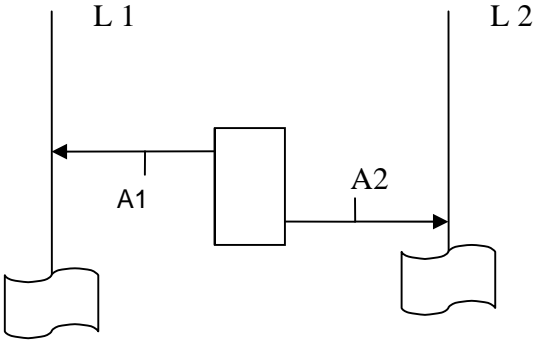
A continuación listaremos los componentes típicos de una transferencia.

### **1.3.1 Sensores.**

El tipo de sensores para una transferencia automática, varía dependiendo del elemento que se monitoree. Dentro de los parámetros importantes que se deben censar esta el voltaje, la corriente, secuencia de fase, diferencia de voltaje entre fases, etc.

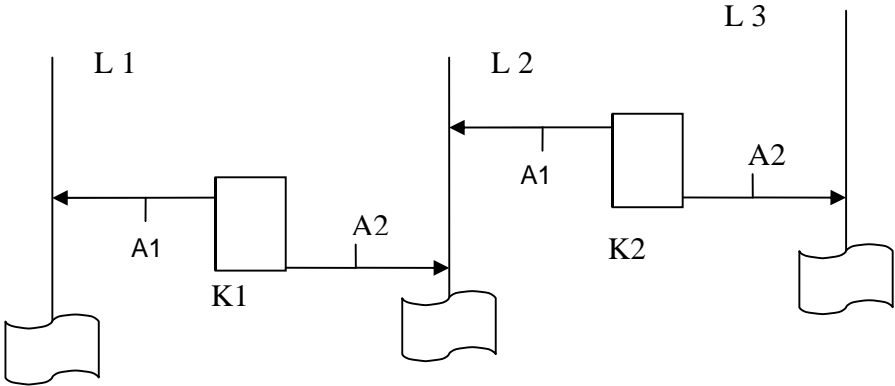
Como la transferencia que se está diseñando es monofásica en 220V. se utilizará un censado muy sencillo que consiste en colocar la bobina de un contactor en 220V. entre los dos conductores con voltaje como lo describe el diagrama.

**Figura 1. Diagrama censado entre fases monofásico**



Sí se estuviera diseñando un sistema trifásico, lo único que se debe agregar es otro contactor entre las líneas 2 y 3, como se muestra en el diagrama.

**Figura 2. Diagrama censado entre fases trifásico**



Este tipo de censado se puede catalogar como eléctrico-mecánico, ya que las bobinas hacen que se accione el sistema de platinos o contactos del contactor. No es uno de los sistemas más sofisticados, pero es efectivo y económico.

Siguiendo con los sensores, también se puede utilizar censado integrado o panel integrado, este panel tiene una gran variedad de funciones, además de verificar diferencia de potencial entre fases, que es lo único que verifica el sistema de contactores, también verifica secuencia de fases, frecuencia y en algunos sistemas más precisos corriente. Todo depende del presupuesto que se disponga.

Ahora bien, la ventaja del sistema de bobinas de contactores es que no es tan susceptible a los trascientes que puedan llegar en la línea, ya que de los paneles que se ha tenido la oportunidad de trabajar en Izabal, la gran mayoría se ha tenido que cambiar de panel integrado por sistema de bobinas de contactores, ya que cuando el panel integrado se daña hay que cambiar la tarjeta completa y el costo es casi siempre tan elevado como comprar una transferencia nueva.

Para reducir este problema se puede colocar un supresor de trascientes en la entrada del sistema, pero este da resultado siempre y cuando se tenga un adecuado sistema de tierra física.

Pero lo que no hay que perder de vista es que todo elemento tiene un voltaje nominal de trabajo y una frecuencia de diseño, entonces cuando esos valores se salen del rango aceptable, el elemento deja de funcionar correctamente, por ello el sistema de bobinas de contactores es por lo regular un sistema muy efectivo y se agregan luces indicadoras se logra una panorámica más completa del sistema.

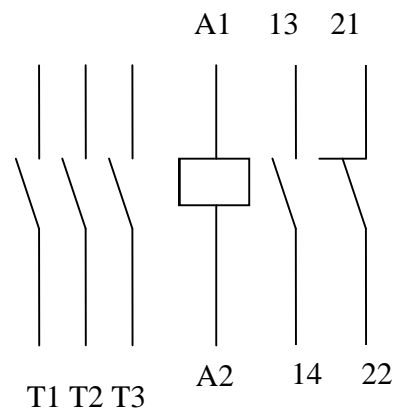
### **1.3.2 Actuadores.**

Un actuador es todo elemento que realiza un trabajo o una función determinada dentro de un sistema. El diseñador y el cliente deciden que funciones se necesita que realice y con base a esto se compra el equipo adecuado. Básicamente las funciones a realizar en una transferencia automática es el de conectar y desconectar ramales, esto se logra a través de contactores, y la otra función es la de tomar tiempos para realizar los cambios de ramales, esto se logra con temporizadores, por lo tanto los actuadores que se utilizarán serán básicamente:

## 1. Contactores:

Los contactores son elementos eléctricos, cuya función básica es conectar o aislar ramales eléctricos a través de contactos, esto lo logra con bobinas eléctricas que abren y cierran esos contactos. El esquema eléctrico y su simbología varía según el fabricante empero todos funcionan básicamente igual. Pondremos como ejemplo el diagrama de un contactor con tres contactos principales y dos auxiliares (Moeller 06/015):

**Figura 3. Diagrama de contactor**



Los contactos principales son los numerados como T1, T2 y T3, o sea que este contactor lo podemos usar en un sistema trifásico. Los contactos para activar la bobina son los contactos A1 y A2, con las bobinas debemos tener

el cuidado de que se pueden tener en diferentes voltajes (110V, 240V, 480V, etc.), los contactos auxiliares sirven para lograr lógicas de trabajo, como por ejemplo, el contacto normalmente cerrado cuando el contactor es activado puede interrumpir un circuito evitando que otro sistema entre a funcionar mientras esta funcionando este contactor y el contacto normalmente abierto puede mandar una señal a una luz indicadora para informar que el sistema se ha activado.

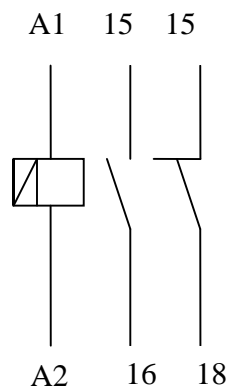
La simbología utilizada en este diagrama es IEC, que es la utilizada en equipo fabricado en Europa, pero se pueden encontrar también simbología NEMA, que es la utilizada en equipos Americanos, por lo tanto es recomendado que se familiarice con ambas.

## **2. Temporizadores:**

El temporizador es en sí un contador de tiempo, su función básica es contar períodos de tiempo ya sea en segundos, minutos u horas, dependiendo del elemento con que se cuenta se puede elegir con uno o varios contactos auxiliares para colaborar con la lógica del sistema que se

está diseñando, en el siguiente diagrama se hace un esquema eléctrico.

**Figura 4: Diagrama de temporizador**

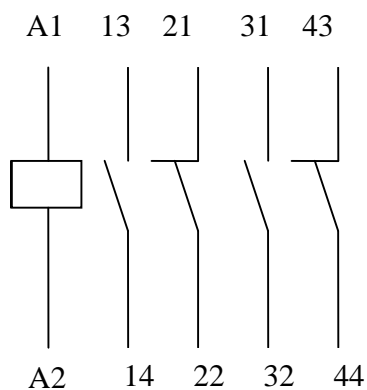


La bobina está entre los contactos A1 y A2, al energizarlos automáticamente inicia a contar hasta el tiempo que se ha elegido, después de este período de tiempo activa la bobina causando que conmuten los contactos auxiliares. El número de contactos auxiliares depende de la elección y la aplicación que se necesite. Hay que mencionar que en el frente del temporizador hay un ajuste fino para establecer el tiempo de retardo y esto lo marcan con un led pulsante mientras cuenta y se queda encendido cuando está enclavado.

### 3. Mini contactores o relés:

Los mini contactores o relés son contactores de baja potencia, tienen una bobina que hace abrir o cerrar contactos. Son empleados para realizar tareas como conmutar el estado de un sistema, mandar señal de arranque, activar o aislar un sistema, etc., lo importante es que poseen juegos de contactos normalmente abiertos o cerrados según se elijan, en el diagrama 5 se observa su esquema eléctrico.

**Figura 5: Diagrama de relé o mini-contactador**



Los contactos para la bobina de accionamiento están en A1 y A2, y los contactos tenemos dos normalmente abiertos y dos normalmente cerrados, Al igual que todo

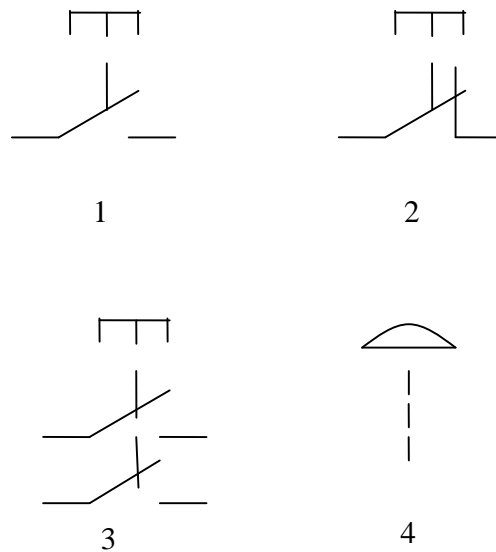


elemento eléctrico se debe de tener cuidado con los valores nominales tanto de la bobina como de los contactos, para no dañar al mini contactor al conectarlo.

### c. Botoneras y manijas para control.

La botonera a elegir será con base al diseño, ya que se pueden encontrar botones de paro de emergencia, botones normalmente cerrados, botones normalmente abiertos y estos a su vez pueden ser de una pulsación o de estado permanente de conmutación, La simbología mas común a encontrar se observa en el diagrama 6.

**Figura 6: Simbología botones CEI**

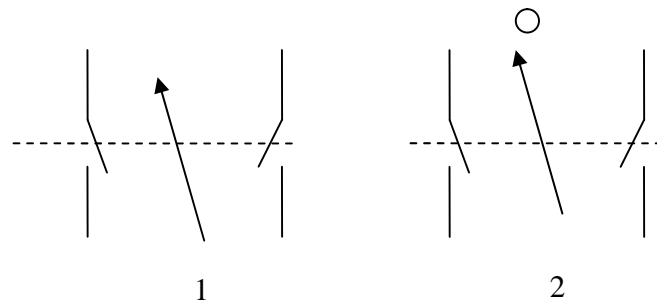


- 1.- Botón normalmente abierto.
- 2.- Botón normalmente cerrado.
- 3.- Botón de doble circuito.
- 4.- Botón cabeza de hongo.

Este último botón conocido en inglés como Mushroom Head es el que se utiliza normalmente como botón de paro de emergencia, ya que tiene un sistema de enclavamiento, el cual protege al sistema de una reconexión sin una evaluación previa.

Las manijas son elementos eléctricos de selección de posición, se las puede encontrar con una gran variedad de funciones, e igual que con todos los elementos que uno debe elegir para un proyecto, lo debe hacer en base a la o las tareas que se desea se realicen, en el diagrama 7 se darán algunos ejemplos de la simbología CEI (Europea) y tipos de manijas.

**Figura 7: Simbología de manija CEI**

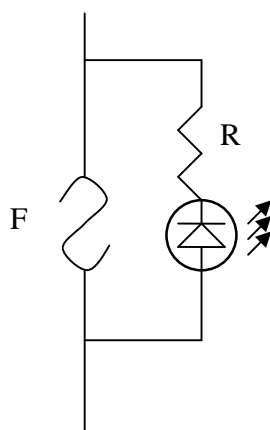


- 1.- Manija de dos posiciones.
- 2.- Manija de tres posiciones.

#### **a. Luces indicadoras.**

Las luces indicadoras son dispositivos eléctricos que sirven para conocer el estado de un sistema, como por ejemplo una luz puede indicar si está encendido, apagado, si hay energía de la red comercial o si un dispositivo está en mal estado, todo depende del diseño y la aplicación que se le da a este dispositivo. Se darán algunos ejemplos gráficos de diferentes aplicaciones para ilustrar de una mejor manera:

**Figura 8: Diagrama eléctrico de luz de advertencia**



En este diagrama se puede observar que si se calcula la resistencia lo suficientemente grande como para que no fluya corriente mientras el fusible este en buen estado, cuando el fusible se queme por una sobrecarga o un corto circuito entonces el led se encenderá anunciando que hay una falla y que el fusible esta quemado. Este ejemplo simple y sin mayor complicación demuestra que el límite es nuestra imaginación.

Las luces a utilizar se pueden elegir según la aplicación que le demos. Se pueden encontrar en los voltajes e intensidades y colores que se necesiten, otra cosa importante es que se debe tener en cuenta el ambiente de trabajo, tales como la humedad, el polvo, etc.

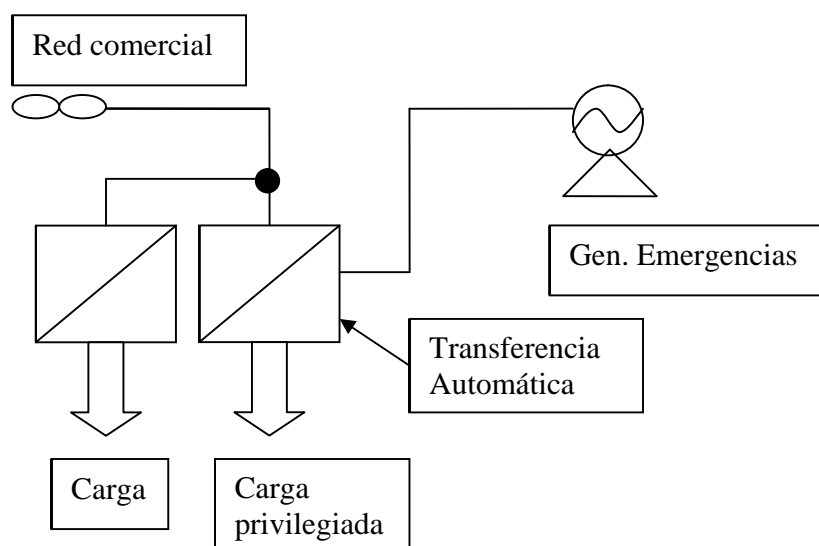
## e. Protecciones

Todo sistema eléctrico es un potencial accidente si no se toman las medidas adecuadas de seguridad, dentro de ellas libranzas, calidad de elementos y sobre todo las protecciones de sobre voltajes, sobre corrientes y corto circuitos, siendo estos últimos responsabilidad directa de cálculo.

Enfocándose en el proyecto que se está realizando, y en general en cualquier transferencia automática se tienen dos sistemas que proteger, estos son:

1. **El sistema de potencia:** es el que maneja el sistema de carga, el sistema de energía comercial y el sistema del generador de emergencia, por lo tanto manejará tensiones y corrientes altas. A continuación el diagrama 9, de bloques, que ilustraran el sistema de potencia y sus funciones.

**Figura 9: Diagrama de bloques flujo potencia**



Este es el esquema de bloques del sistema de potencia, en el cual se observa que la transferencia automática está diseñada para atender parte de la carga total, esta es una modalidad que por economía o por seguridad se puede realizar.

En el sistema de potencia se manejan corrientes y voltajes altos, dentro de las protecciones se deben colocar en el caso de motores, guarda motores, interruptores bimetálicos. En el siguiente capítulo se realizarán los cálculos, para esta transferencia que se

está construyendo, de los cuales se pueden servir como ejemplo.

El cliente decide lo que es indispensable para su empresa y que no debe pararse en la producción y con base a esto se calcula y dimensionan los elementos a instalar. Hay que tener cuidado que si hay motores que demandan potencias altas en el arranque es necesario buscar la manera de suavizar este pico de demanda ya sea con un arrancador por etapas, un variador de frecuencia, etc., lo importante es instalar un generador adecuado y no sobre dimensionado, esto es al final de cuentas buscar la mejor solución para el cliente.

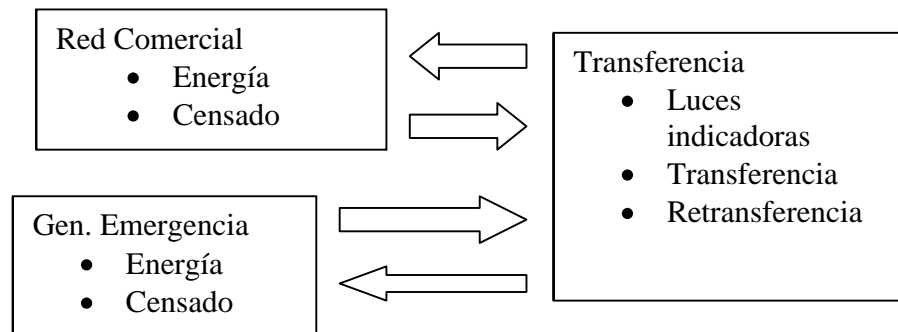
2. **El sistema de control y mando** es el segundo sistema que se debe proteger de sobrevoltajes y cortocircuitos. Al analizar sus funciones para entender la correspondencia de sus señales, se tiene que el sistema de control y mando es el encargado de hacer las maniobras de transferencia y retransferencia, y verificar que el sistema esta funcionando correctamente. Se debe saber que el sistema tiene tres estados;

- a) Línea Comercial presente, generador de emergencia en espera, carga alimentada por Línea Comercial.

- b) Línea Comercial ausente, generador de emergencia en señal de arranque, carga sin energía.
- c) Línea Comercial ausente, generador de emergencia entregando energía, carga con energía.

En el diagrama 10 se desarrolla un esquema de bloques que representa el flujo de señales que se dan en el sistema de control y mando.

**Figura 10: Diagrama de bloques flujo de una transferencia**



Se puede analizar la correspondencia de señales de un bloque a otro de la siguiente forma:



- a) Desde la fuente de energía comercial hacia la transferencia se alimenta todo lo que debe funcionar mientras halla suministro de energía comercial esto será por medio del contactor entre la carga y la línea comercial, dentro de los elementos están: el censado de energía comercial, las luces indicadoras de presencia de energía comercial, etc.
  
- b) Los controles de la transferencia automática también recibe energía del Generador de emergencia y hay que censar su funcionamiento por lo tanto también hay una correspondencia del generador hacia el sistema de mando, y de la transferencia al generador, ya que este recibe la señal de arranque. La transferencia a su vez regresa información, a través de las luces indicadoras, y señales de accionamiento para los contactores.

En el sistema de control sólo se manejan las bobinas de los contactores y luces indicadoras de estado, por lo tanto las corrientes son menores y podemos utilizar protecciones de interruptores bimetálicos, no debemos olvidar que también deben de llevar protecciones ya que un corto circuito en el sistema de mando puede ser

desastroso. Los cálculos para la transferencia automática que se está armando se harán en el capítulo número dos.

### **1.3 Sistema dual.**

El sistema dual se ha convertido en la actualidad uno de los más solicitados por industrias que no se pueden dar el lujo de perder el suministro de energía eléctrica en sus instalaciones, ya que paros de producción generan pérdidas económicas, merman la utilidad y bajan la competitividad de las empresas, en este mundo globalizado cuentan los minutos que una industria está fuera de servicio; como por ejemplo, una central de llamadas o ventas por la red que se quede sin energía eléctrica genera pérdidas no solo por no vender sino por el personal que está en sus puestos sin poder laborar. Básicamente el sistema dual es un sistema de respaldo al sistema de emergencia, ya que no existe sistema completamente seguro, se ha creado un sistema que tiene un segundo generador de respaldo el cual es atendido por una segunda transferencia automática que está en calidad de esclava de la transferencia automática principal. La lógica de funcionamiento es la siguiente: Si falla el sistema de energía comercial entra el sistema de emergencia seleccionando como generador principal, éste deberá asumir la carga en los tiempos predeterminados en el sistema, si este generador fallara por cualquier razón, ya sea su sistema mecánico o su sistema eléctrico, entonces la transferencia auxiliar deberá encender el generador secundario y luego de su estabilización mecánica y eléctrica entonces este asumirá la carga. En sistemas con transferencias automáticas que poseen procesadores y programas amplios como la EMPAC 1000 de la marca Kohler, están programadas para hacer tres

veces el intento de arrancar el generador primario, y cuando arranca y sus parámetros, voltaje, frecuencia, etc., están correctos entonces hace la transferencia de la carga al generador primario dejando encendido el generador secundario por un periodo determinado en el programa y cuando se ha cumplido este periodo lo apaga, sí el generador primario no responde a los tres intentos entonces automáticamente lo inhabilita y manda una señal de falla al operador para que se proceda a la reparación del mismo. La lógica principal del sistema en sí, es que la carga nunca se quede sin suministro de energía eléctrica.

#### **1.4 Aplicaciones de sistema Dual.**

En Guatemala este sistema se ha implementado en repetidoras y centros de red de la empresa TELGUA. Por mencionar algunos puntos: Telgua Tivoli, Telgua Monteverde, Telgua Guadalupe, Telgua Estación el Durazno (Salama), etc. La tendencia de las empresas de telecomunicación es está, ya que el perder comunicación no solo local sino internacional genera pérdidas.

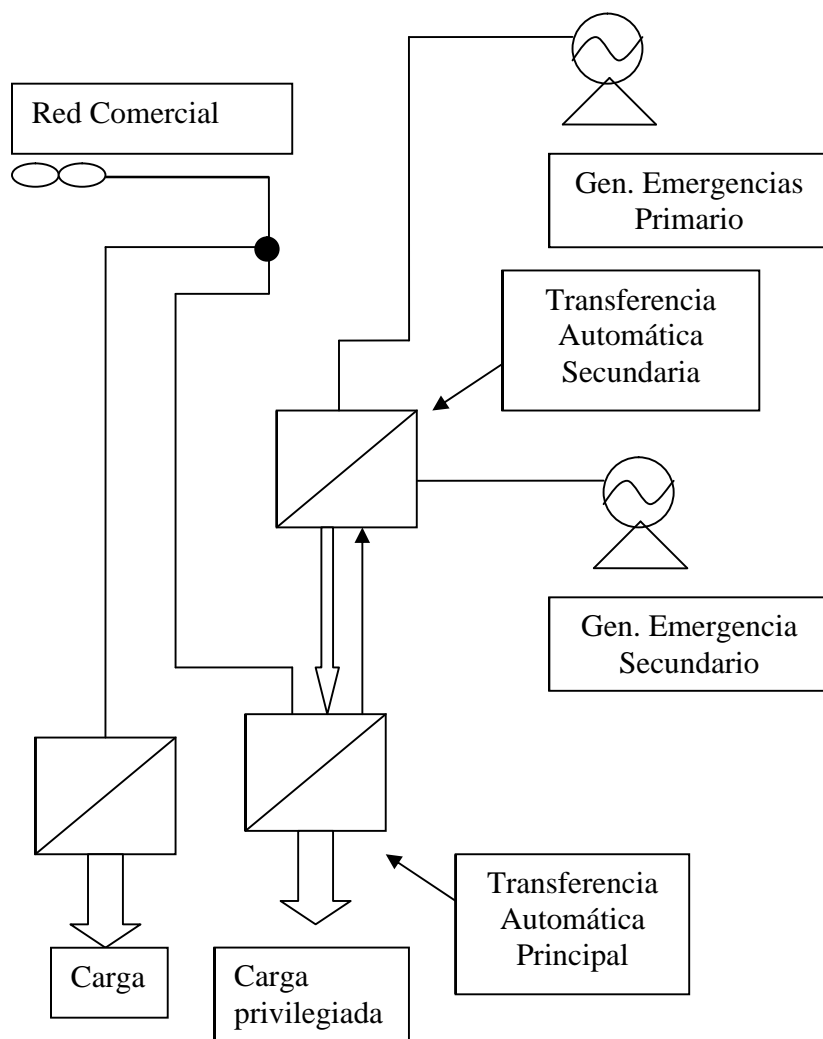
En este sistema se tienen diagramados dos generadores gobernados por la transferencia automática secundaria, ambos se mantienen en espera, pero tiene preferencia el generador primario, por lo tanto la que determina que generador arranca y asume la carga es la transferencia secundaria, comandada por la transferencia primaria.

La transferencia automática principal gobierna a la transferencia automática secundaria, esto implica que la que determina en que momento hace la transferencia y la retransferencia, los tiempos de retardo, es la transferencia primaria, también es importante mencionar que la fuente de poder para la transferencia secundaria la provee la transferencia primaria, sin embargo, la transferencia secundaria determina el buen o mal funcionamiento de los generadores, tomando la decisión de que generador usar en caso de falla.

Entre la transferencia primaria y la transferencia secundaria hay un bus de comunicación, que permite su acople y buen funcionamiento. Sin embargo, si se diseña un sistema con contactores uno puede usar un autómata o PLC, para esta interacción, las transferencias automáticas con procesadores integrados no son las únicas que se pueden emplear en un sistema dual.

Se incluye un diagrama de bloques para poder visualizar su esquema y de esta manera podamos entender mejor su lógica.

**Figura 11: Diagrama de bloque flujo en un sistema dual**



Otra aplicación posible de este sistema es uno propuesto al Grupo Solid Pincasa, ellos tienen el problema de no tener línea exclusiva y están conectados a la red en 13.8 KV., en Villa Nueva, el problema básico que se tiene en el sector de Villa Nueva es pérdidas constantes en el servicio de energía comercial. Instalar un sistema dual, el cual se programaría para poder

atender el máximo consumo con el generador primario, esto sería en el punto de mayor producción, para no generar un exceso de desgaste se alternaría el uso con el secundario, usando biodiesel para bajar costos y el suministro de la empresa eléctrica dejarlo como un sistema de respaldo cuando se da mantenimiento a uno de los generadores.

El análisis del problema de Pincasa, no es el pico de demanda sino la inestabilidad que le da la red comercial, dado que muchos de los procesos que ellos realizan tienen que ser continuos para no dañar su producto y el reiniciar una máquina representa pérdidas. Por lo tanto usar la línea comercial para funcionar solo cuando se da mantenimiento a los generadores en la secuencia de: Dejar el generador secundario de respaldo en espera y darle mantenimiento al generador primario. De esta manera viendo el costo del kilovatio hora generado internamente y el cobrado por la empresa eléctrica, se logra una reducción de costos. Esta fue la razón porque mucha de la industria de hilos lo está haciendo, como ejemplo Hilasur, S.A., Hilos, S.A. y el caso más próximo y sonado es el de Hilatex con su planta generadora GECSA, ubicadas en Chimaltenango.

## 2. DISEÑO DE UNA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.

### 2.1 Diseño para la aplicación.

Luego de realizar el análisis en el capítulo anterior, se puede afirmar que la información preliminar del sistema a crear es muy importante, por lo tanto, para diseñar una transferencia automática se deben tener en cuenta:

- Los parámetros de los equipos que se harán interactuar con la transferencia automática.
- El voltaje nominal de operación, la frecuencia, el tipo de energía (trifásica o monofásica), la corriente máxima.
- Sí toda la carga instalada será tomada por el generador de emergencia o será parcial la carga.
- Si es parcial la carga diseñar el tablero privilegiado y adquirir el generador con esta capacidad.
- También es de suma importancia el saber con qué presupuesto se cuenta.

Ahora como ejemplo se plantea la siguiente situación: Se tiene un cliente que requiere un sistema de respaldo cuando se pierde la energía comercial, quién desea conectar el siguiente equipo instalado:

1. Una Bomba hidro-neumática de 1/6 de Hp. Monofásico 240V
2. Un equipo de cómputo.
3. Un refrigerador monofásico 1 Hp. en 120V.

4. Un circuito de 3 tomas en 120V.
5. Dos circuitos de iluminación que suman 400 watts en 120V.
6. Un portón eléctrico ½ Hp. Monofásico 240V.

Los datos se pueden obtener de las placas de identificación de los equipos, por lo regular es la fuente de información básica. Sin embargo, en ocasiones el cliente es quien da los datos directamente, cuando esto sucede hay que tener cuidado de poner una nota en la cotización haciendo saber que la misma se basa en datos proporcionados por el cliente.

### **2.1.1 Parámetros para diseñar (capacidad, aplicación).**

Cálculos para determinar la capacidad:

- Bomba hidro-neumática; 1/6 Hp. 240V monofásica.

$$I = ( Hp * 746 ) / ( V * Ef. * Fp.)$$

$$I = ( 1/6 * 746 ) / ( 240 * 0.31 * 0.8)$$

$$I = 2.0889 \text{ A.}$$

$$P = I * V * Fp. / 1000.$$

$$P = 2.0889 * 240 * 0.8 / 1000$$

$$P = 0.40107 \text{ Kw.}$$



A este dato hay que multiplicar por un factor de demanda que se puede encontrar en tablas NEC.

$$P = 0.40107 * 0.4$$

$$P = 0.160428 \text{ Kw.}$$

- Equipo de cómputo: Un equipo de cómputo consume un promedio de 0.2 Kw. A esta cantidad hay que aplicar el factor de demanda de 0.6.

$$P = 0.2 * 0.6$$

$$P = 0.12 \text{ Kw.}$$

$$I = P * 1000 / V * Fp.$$

$$I = 0.2 * 1000 / 240 * 0.8$$

$$I = 1.042 \text{ A.}$$

- Refrigerador:

$$I = (1 * 746) / (120 * 0.44 * 0.8)$$

$$I = 17.661 \text{ A.}$$

$$P = (17.661 * 120 * 0.8) / 1000$$

$$P = 1.695 \text{ Kw. Esto por el factor de demanda que es 0.4}$$

$$P = 1.695 * 0.4$$

$$P = 0.678 \text{ KW.}$$

- Tomacorrientes: El concepto que se tiene que tener para determinar el consumo en un tomacorrientes es 1.5 Kw. en

promedio, que es el consumo de los aparatos domésticos. Otra forma es verificando el calibre de conductor con el cual están cableados, el tipo de armadura del toma y la capacidad del interruptor termo magnético esto también nos da una idea del máximo que soporta el tomacorrientes.

$$I = ( 1.5 * 1000 ) / ( 120 * 0.8 )$$

$$I = 15.625 \text{ A.}$$

Interruptor termo magnético de 15 amperios es raro ver en el mercado por lo general se instalan de 20 amperios y se utiliza cable calibre 12, por lo tanto usaremos para nuestro cálculo:

$$I = 20 \text{ A.}$$

$$P = ( 20 * 120 * 0.8 ) / 1000$$

$$P = 1.92 \text{ Kw. Esto por el factor de demanda que es 0.6}$$

$$P = 1.92 * 0.6$$

$$P = 1.152 \text{ Kw.}$$

- Iluminación:  $P = 0.4 \text{ Kw.}$

$$I = ( 0.4 * 1000 ) / ( 120 * 0.8 )$$

$$I = 4.1667 \text{ A.}$$

$$P = 0.4 \text{ Kw. Esto por el factor de demanda que es 1}$$

$$P = 0.4 * 1$$

$$P = 0.4 \text{ Kw.}$$

- Portón eléctrico:

$$I = ( 1/2 * 746 ) / ( 240 * 0.38 * 0.8 )$$

$$I = 5.1124 \text{ A.}$$

$$P = ( 5.1124 * 240 * 0.8 ) / 1000$$

$$P = 0.981 \text{ Kw. Esto por el factor de demanda que es 0.4}$$

$$P = 0.9815 * 0.4$$

$$P = 0.3926 \text{ Kw.}$$

- Sumatoria de valores:

$$P_t = 0.160428 + 0.12 + 0.678 + 1.152 + 0.40 + 0.3926$$

$$P_t = 2.903 \text{ Kw.}$$

$$I_t = 2.0889 + 1.042 + 17.661 + 20 + 4.1667 + 5.1124$$

$$I_t = 50.071 \text{ A.}$$

### 2.1.2 Elección de componentes, según la aplicación y capacidad.

En la sección anterior se determinó la potencia total de operación y la corriente de plena carga, con estos valores ya es posible elegir el generador, el cable y los contactores principales de potencia.

- a. **El generador** puede ser con las siguientes características:

- i. Potencia 2.9 Kw. / 3.63 KVA.

- ii. Factor de potencia 0.8.
- iii. Voltaje Monofásico 120/240 Voltios.
- iv. Frecuencia 60 Hz.

Notas importantes:

1. La potencia de salida debe evaluarse si va a ser para trabajo en Espera (Stand By) o bien para carga nominal continua (Prime). En el caso de Espera o Stand By se puede sobrecargar sin problemas un 20% de su potencia nominal. En el caso de una moto generador para potencia continua se debe calcular con un 20% de holgura para evitar sobrecalentamientos. Cualquiera de los casos debería ser por lo menos 20% superior a la potencia de diseño para tener opción a ampliaciones futuras.
2. Otro dato importante es la altura sobre el nivel del mar (MSNM) donde trabajará el moto-generador, ya que la potencia de entrega del motor depende mucho de este factor, así como de la temperatura ambiente del lugar, ya que arriba de 107 grados Fahrenheit el motor empieza a perder potencia por temperatura. Ambas situaciones hacen que el motor se degrade o entregue menos potencia de la nominal. También, si se está en un lugar muy frío entonces hay que contemplar tener un precalentador del block para poder responder a la

velocidad que se espera en este tipo de servicios, ya que en caso contrario se debe de esperar a que el motor esté a temperatura de servicio para poder aplicar la carga.

3. También hay que evaluar el tipo de combustible, dado que la gasolina no es muy recomendada por la condensación que sufre en climas fríos, por lo tanto, sería de utilizar un generador accionado con diesel de preferencia, para climas muy fríos.

b. **El calibre de los cables** de acometidas del generador hacia la transferencia automática se puede tomar de tablas de conductores las cuales puede encontrar en el manual de Ingeniería eléctrica o en manuales de conductores. El calibre adecuado con una corriente nominal de operación del ejemplo sería un calibre seis, que con un tipo de aislamiento tipo THHN AWG, puede conducir hasta cincuenta y cinco amperios. Ahora bien si estimamos un veinte por ciento por incremento futuro, las características de un tipo THHN AWG calibre seis sería el adecuado para instalar.

c. **Los contactores principales** a utilizar se pueden ubicar en catálogos o en tablas, por ejemplo: Siemens en su catalogo Siemens & Furnas Control Products (SFPC-06000/ Nov. 1998) en su página 218 vemos una tabla donde el contactor 3RT1036, puede soportar una corriente máxima de cincuenta amperios a un voltaje de doscientos treinta voltios, con la previsión de un veinte por ciento

el contactor principal será un 3RT1044, que puede soportar sesenta y cinco amperios a un voltaje de doscientos treinta voltios.

Los contactores son elementos de suma importancia, se pueden encontrar en una gran gama de marcas y calidades, se sugiere al cliente y si el presupuesto lo permite, comprar éstos de una marca reconocida y de calidad.

- d. **Para los mini contactores o relés** hay que tener en cuenta cuáles serán las señales que pasaran por ello, esto con respecto a la capacidad de sus contactos principales, el voltaje de operación de su bobina será en este caso de doscientos treinta voltios.

### **2.1.3 Ubicación física de los componentes.**

La ubicación física de los componentes involucra la ubicación del generador, el tablero de interruptores termo magnéticos para la línea comercial y el tablero privilegiado o de emergencia, la transferencia automática y sus componentes internos.

Iniciemos por discutir la ubicación del generador. El generador produce ruido, calor y vibraciones, necesita un espacio físico determinado en función de estos factores y de las necesidades de mantenimiento. Por esto es muy importante que se defina con el cliente la ubicación, ya que se tiene que prever cómo reducir el ruido en las instalaciones, (oficinas, recepciones, casa), luego como conducir el aire caliente que produce el escape del gases del motor del generador sin

que este sea restringido y no cause inconvenientes tomando en cuenta que los gases de escape son tóxicos, luego hay que preparar la superficie para reducir al mínimo los daños que puedan ocasionar las vibraciones que este produce, lea el capítulo cuatro en el cual se profundiza este tema, y por último hay que tomar en cuenta que la distancia del generador hasta la transferencia automática produce una caída de voltaje, por lo tanto, si es una distancia muy larga el costo se incrementará por el calibre de cable que se tendrá que usar.

Para esto hay que tener en mente la fórmula de caída de tensión por distancia,  $\Delta V = I * P / (X * A * V)$  siendo esta para un sistema trifásico, y para sistemas monofásicos las formulas se pueden conseguir en el Manual de Esquemas, Moeller.

La ubicación de los tableros debe estar en un lugar accesible con poca humedad y lo mas cercano posible de la carga y al generador, al igual que la ubicación de la transferencia automática.

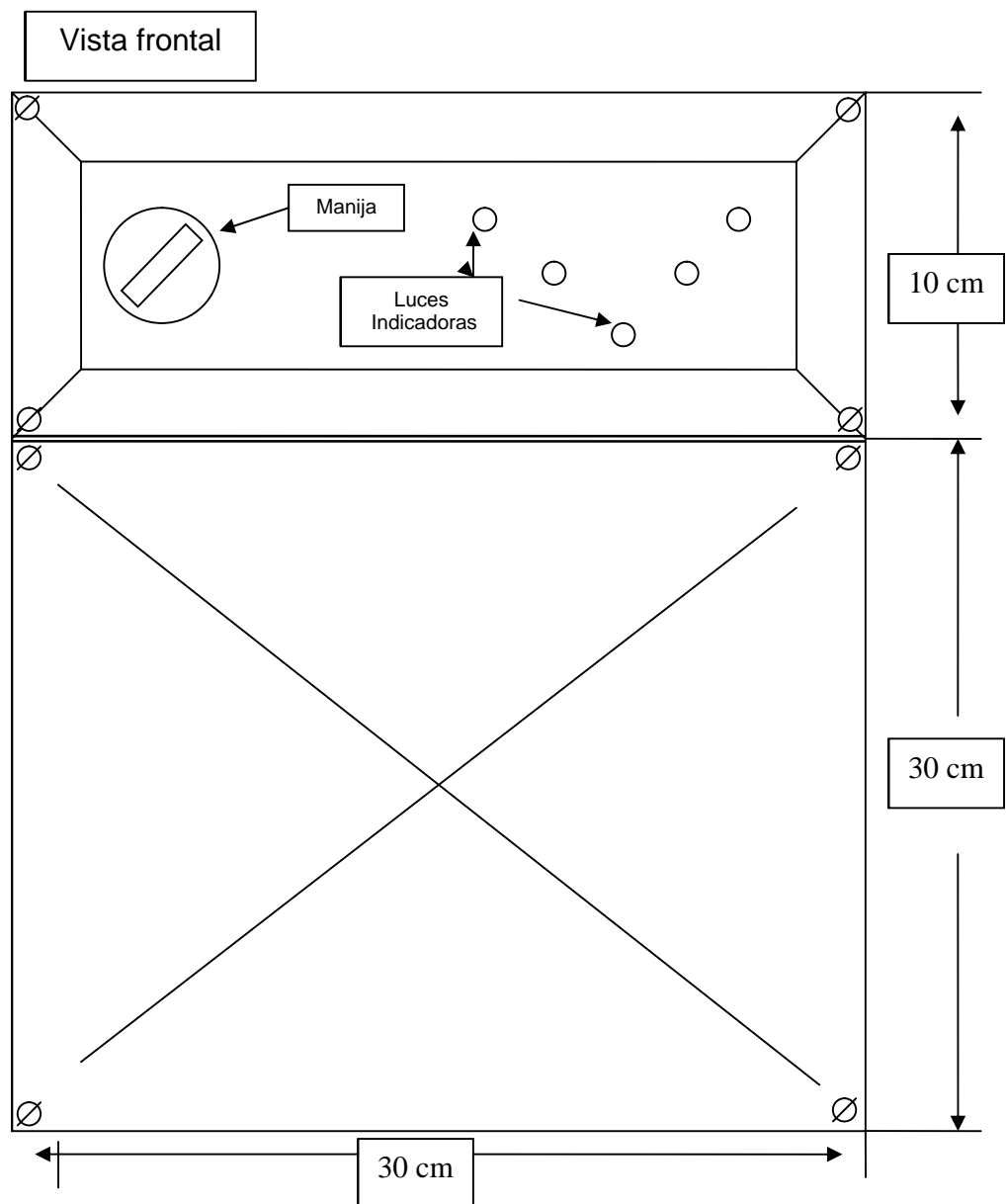
En la ubicación de los componentes dentro de la transferencia automática se sugiere ser lo mas ordenado posible y colocar los elementos con rieles para fijación. Para ejemplificar se mostrará un esquema de la ubicación que se usará en la fabricación de la transferencia que ejemplificará este trabajo de graduación.

Como se ve en el diagrama número doce este será el frente de la transferencia automática, teniendo dos tapaderas de metal, la primera de

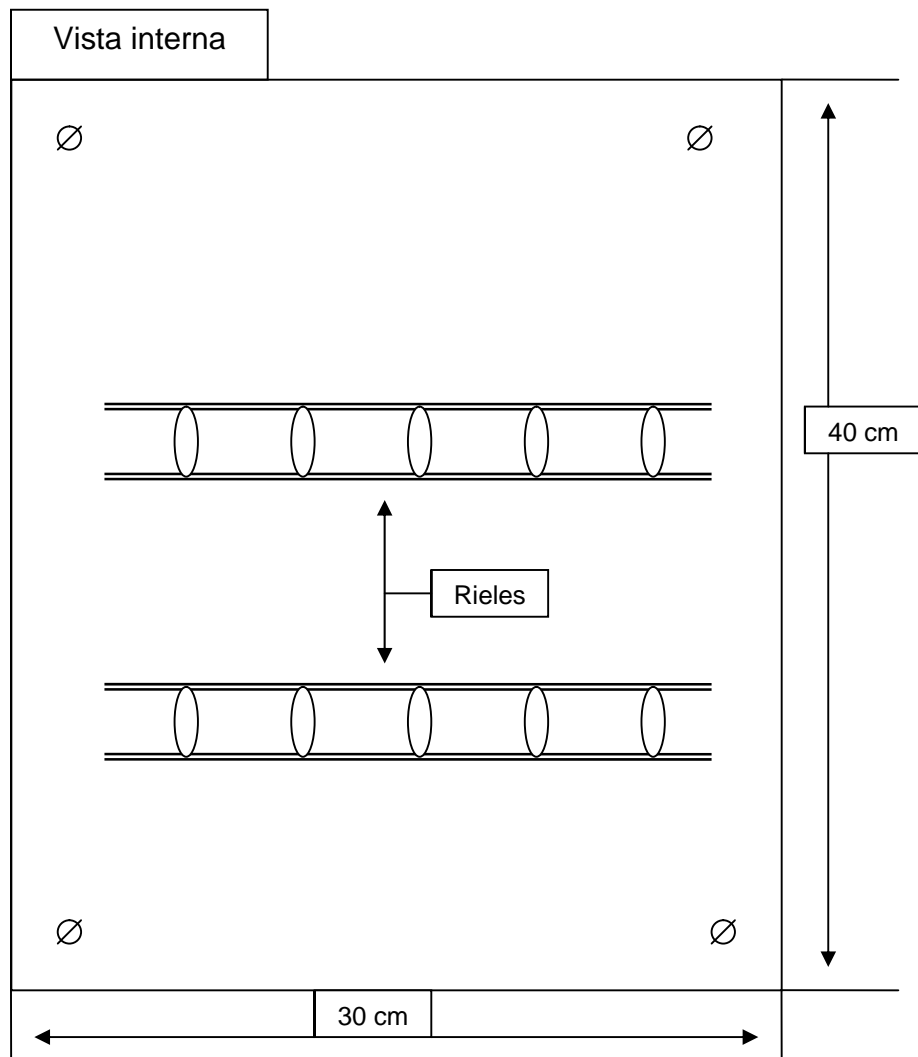
treinta centímetros de ancho por diez centímetros de alto. En esta tapadera se ubicará la manija de selección de tres posiciones, que será manual, automático y apagado. También se tienen las luces indicadoras de cómo ésta en su momento, alimentará la carga, la otra tapadera cumple la función de proteger los elementos internos.



Figura 12: Dibujo tapaderas frontales transferencia automática



**Figura 13: Dibujo parte interna transferencia automática**



Se instalarán los rieles de tal forma que todos los elementos de control queden en la parte superior de la caja y luego el riel de los componentes de potencia se instalará de tal manera que se permita hacer todas las conexiones de los cables de potencia de una manera fácil y segura. Teniendo en cuenta que estos cables muchas veces son de gran calibre y se necesita suficiente espacio para poder hacer curvas en ellos y adecuarlos lo mejor posible. Esta sugerencia se hace pensando que esta caja es de metal y hay que poncharla para poder hacer las conexiones externas.

La profundidad de la caja de metal depende del alto de los elementos, aunque se sugiere dejar una profundidad de dieciocho centímetros, ya que si es necesario agregar contactos auxiliares a los contactores habrá espacio suficiente.

#### **2.1.4 Ejercitador semanal.**

El ejercitador semanal se diseña básicamente para poner a prueba el sistema cada semana, esto sirve para mantener cargada la batería de arranque de la planta de emergencia, ver algún tipo de falla mecánica que pueda presentar el motor, también para poder detectar cualquier problema con el sistema. En los sistemas que se diseñan se pueden adicionar todo tipo de alarmas para conocer fácilmente cual fue la falla, y algunos generadores modernos tienen luces de advertencia de fallas.

El ejercitador semanal se puede programar con un temporizador semanal, lo importante en su selección es la elección del voltaje y frecuencia de funcionamiento. Como una acotación es importante también mencionar que no son baratos, estos temporizadores por lo regular poseen un batería interna de respaldo para no perder la programación, algunos se programan con interruptores miniatura o por medio de puentes.

También otra forma de hacerlo es colocando un autómatas y en él, se pueden programar los tiempos de arranque, transferencia, retransferencia en fin hacer un programa para el control general, si se elige este sistema hay que tomar en cuenta instalarle un UPS, para no perder la programación cuando se produce el corte de energía de la línea comercial.

Un método utilizado en una transferencia automática en Puerto Barios es el de dos temporizadores, instalados en cascada. El primero contaba horas y por cada veinticuatro horas hacia funcionar al segundo temporizador diez minutos por lo tanto cada ochenta minutos, que equivale a ocho días, y realizaba un ejercicio en el sistema. El límite del diseño es el recurso económico con que se cuenta y la habilidad para diseñar.

## **2.2 Diseño de los diagramas eléctricos**

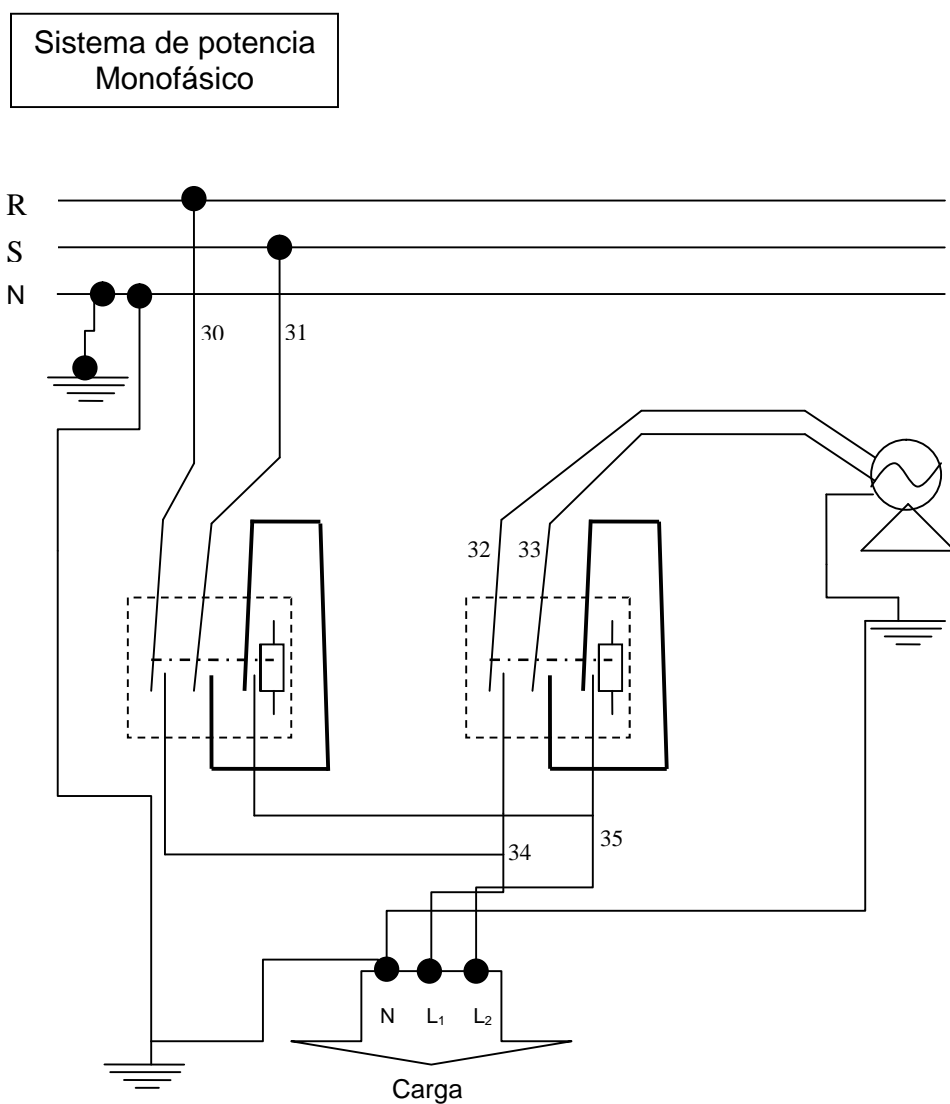
Los diagramas eléctricos deben tener como característica principal el ser fáciles de comprender y prácticos, se deben de seguir normas internacionales con la simbología y no mezclarlas, a manera que cualquier persona que los lea y conozca de ellos los pueda interpretar. Se pueden observar tablas en apéndice sobre los diferentes elementos tanto en norma americana como europea.

### **2.2.1 Sistema de Potencia.**

En el diagrama de potencia solamente se incluirán los ramales de energía comercial, energía de emergencia y potencia hacia la carga.

En el diagrama número catorce se observa el sistema que se va a instalar. En este diagrama se puede observar que el sistema es monofásico. Lo importante a remarcar en este punto es el puente que se observa entre dos contactos de los contactores, esto se debe a que en el mercado solo se pueden comprar contactores monofásicos con aplicaciones específicas en doscientos treinta voltios y por lo general son más caros que los trifásicos, por eso se utilizan los trifásicos, y para lograr que sus contactos sufran un desgaste homogéneo se hace ese puente entre dos contactos.

**Figura 14: Diagrama eléctrico sistema de potencia monofásico de la transferencia automática**



Un aspecto muy importante es el de la tierra física, se puede observar que se aterriza el generador con una varilla independiente, las línea que llega a la transferencia viene de una caja RH por lo general, y esta debe aterrizar por norma de la empresa eléctrica, sin embargo se sugiere que verifiquen la existencia de tierra física y si ésta no existiera, que se instale al menos una varilla de cobre en moto generadores con un rango de potencia menor a 11 KW y una red de tierras físicas con la impedancia menos a 8 ohms para moto generadores con una potencia mayor de 11 KW.

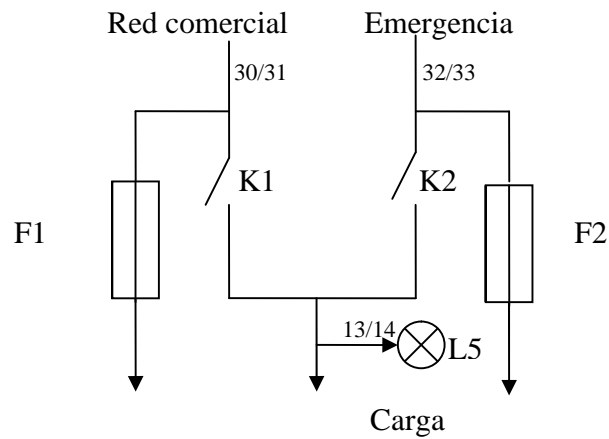
Otro punto a resaltar es el calibre del cable ya que en muchas ocasiones no se cumple con el calibre requerido, y por garantía y seguridad verificar los existentes y remplazar de ser necesarios por los adecuados.

### **2.2.2 Sistema de control.**

El sistema de control es el encargado de monitorear, y ejecutar la acciones necesarias para que el sistema funcione de buena manera, por tanto también se debe hacer un diagrama lo mas sencillo para su comprensión.

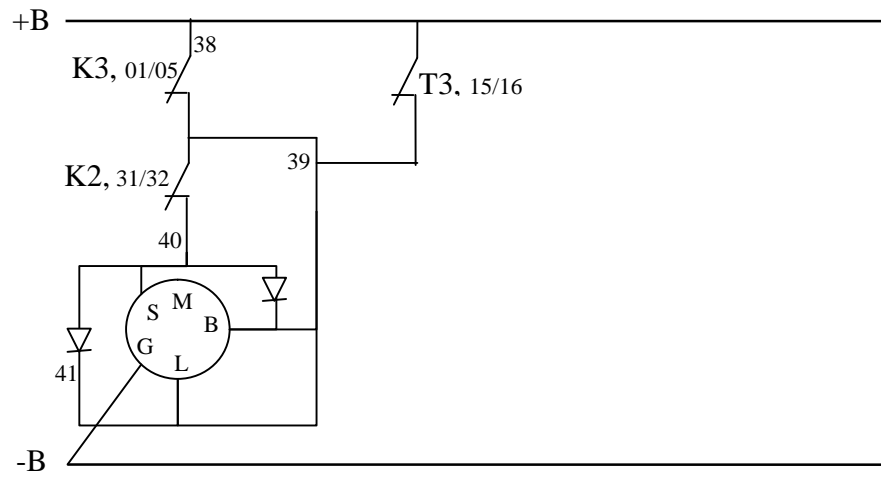
En la figura número quince se desarrolla el diagrama utilizado en la transferencia que se construye para el desarrollo del trabajo de graduación, hay que recordar que esta será para un sistema monofásico.

**Figura 15: Diagrama eléctrico del sistema de control de la transferencia automática**



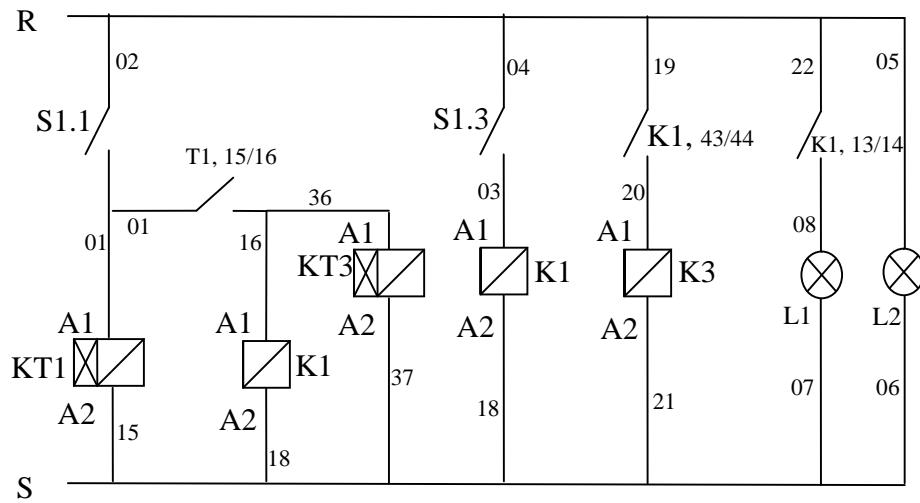


### Señal de arranque

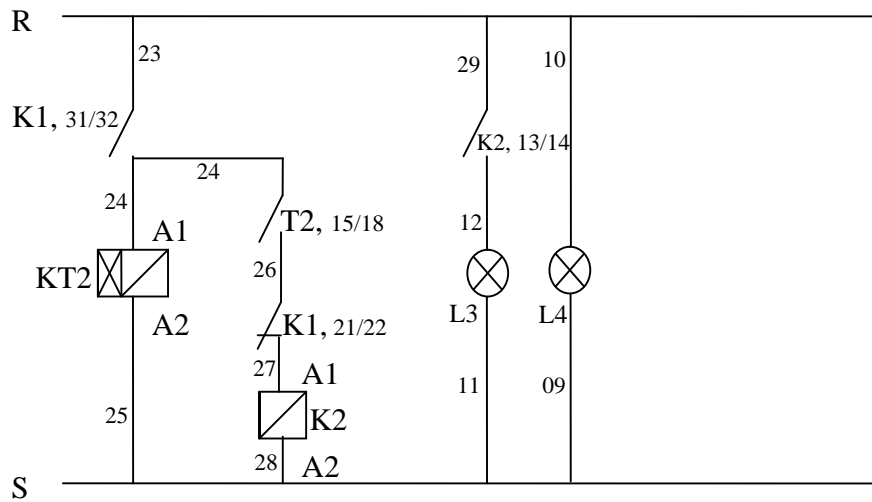


Continuación

F1

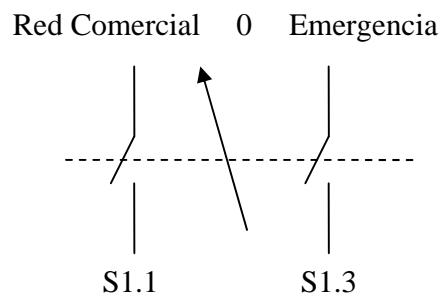


F2



Continuación

## Manija selectora



### Simbología:

1. S1.1 Contactos normalmente abiertos de manija selectora.
2. S1.3 Contactos normalmente abiertos de manija selectora.
3. T1, 15/16; Contactos normalmente abiertos de Temporizador # 1, bornes 15 y 16.
4. K1, 13/14; Contactos normalmente abiertos de Contactor # 1, bornes 13 y 14.
5. K1, 43/44; Contactos normalmente abiertos de Contactor # 1, bornes 43/44.
6. KT1 Bobina de accionamiento de temporizador # 1.
7. K1 Bobina de accionamiento del contactor para la red Comercial.
8. K2 Bobina de accionamiento del contactor para la Planta de emergencia.

9. K3 Bobina de accionamiento del contactor para la Señal de arranque.
- 10.L1 Luz piloto que indica cuando esta funcionando K1.
- 11.L2 Luz piloto que indica cuando hay energía Comercial.
- 12.L3 Luz piloto que indica cuando esta funcionando K3.
- 13.L4 Luz piloto que indica cuando hay energía producida por el generador de emergencia.
- 14.L5 Luz piloto que indica cuando hay energía en la carga.
15. Bornes de la llave de encendido del generador Robin Serie EH72D.

**Tabla I Terminales del interruptor del generador**

	Terminales del Interruptor del generador				
Posición de la llave	G	M	B	L	S
Apagado	X-----X				
Encendido			X-----X		
Arranque			X-----X-----X		

Fuente: Manual de instrucciones EH72D, Robin Engines, página 8.

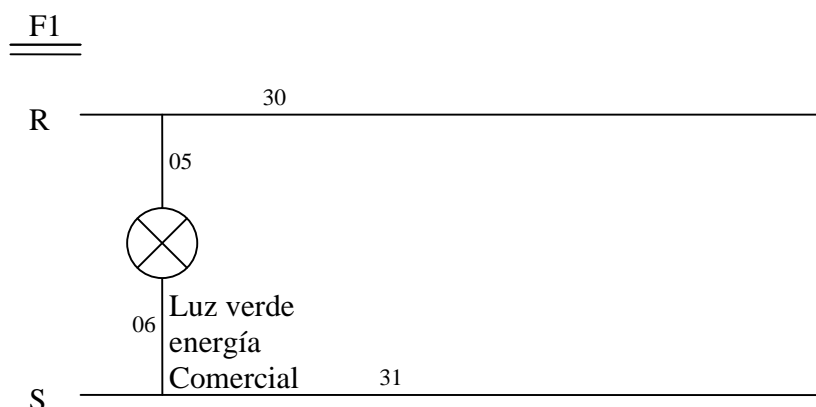
16. +B Y –B son los bornes de la batería de generador.

17. Los números que aparecen a la par de los conductores, los identificarlos.

### 2.2.3 Sistema de Censado.

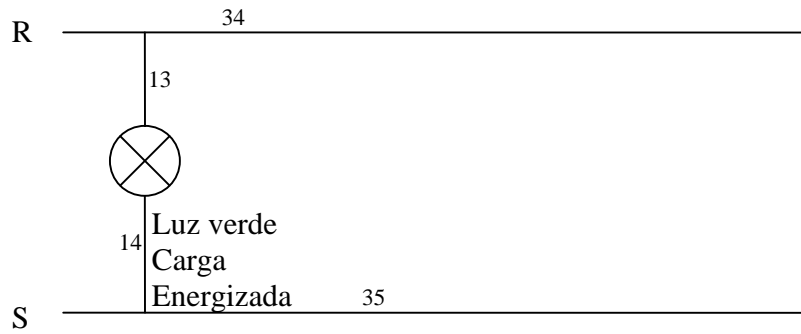
El sistema de censado corresponde a la lógica de operación que se elige. En este caso se está utilizando la energía comercial para accionar todos los dispositivos necesarios para la operación con energía comercial, cuando se corta el suministro de energía comercial automáticamente se pierde el suministro hacia las bobinas por lo tanto despegan los contactores y este es un modo de censado. A esto se le unen luces indicadoras para comprender que es lo que está pasando y que fuente de energía está en funcionamiento, en el diagrama No. 16 se ilustra el sistema completo de luces indicadoras.

**Figura 16: Diagrama eléctrico de las luces de advertencia en la transferencia automática**

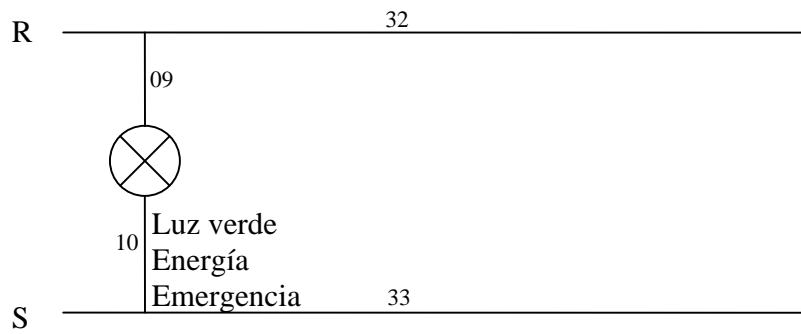


## Continuación

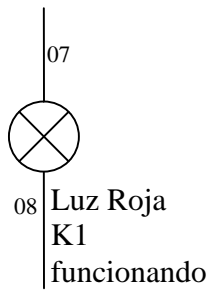
### Carga



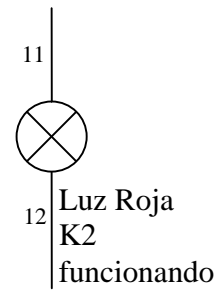
### F2



### K1



### K2



Como se observa en el diagrama 16, las luces indicadoras elegidas para la transferencia que se esta diseñando son de un voltaje nominal de 240 voltios, esto hace más fácil su conexión y la aplicación. Por ejemplo si en la fuente de energía comercial se pierde el voltaje en una de sus líneas, entonces la luz se apaga indicando una falla en la energía comercial. En el caso de las luces indicadoras amarillas se puede observar que están conectadas directamente a la alimentación de las bobinas de los contactores, estas indican cuando entra a funcionar los contactores, pero no nos indica si hay falla o no en el contactor, ya que solamente esta indicando que la orden de entrar a funcionar se dio. Utilizando la indicación de las luces verdes se sabrá si ocurre una falla en los contactos o mecanismo del contactor. Por ejemplo, sí esta encendida la luz verde de red comercial, encendida la luz amarilla de KN y apagada la luz verde de carga, en ese momento sabemos que hay algún problema con el contactor KN. De forma similar sucede con emergencia, por ello todo depende de el diseño y lógica empleados, sí deseamos un sistema mas completo solo se diseña conforme a los requerimientos y se agregan las luces que se ameriten.

### **2.3 Diseño de tiempos de transferencia.**

Los tiempos de transferencia son tres básicamente el tiempo de transferencia, el tiempo de retransferencia y el tiempo de enfriamiento, cada uno de estos eventos se realiza con un temporizador, por lo tanto en la transferencia que se está diseñando se emplearan tres temporizadores.

### **2.3.1 Tiempo de transferencia.**

El tiempo de transferencia es básicamente el periodo de tiempo que se inicia con el evento de la pérdida de energía comercial, hasta el instante en el que se energiza a la carga con el moto-generador, en el se realizan las siguientes funciones:

- i. Señal de arranque.
- ii. Arranque del moto-generador.
- iii. Estabilización de parámetros mecánicos y eléctricos del moto-generador.
- iv. Moto-generador asume carga.

El tiempo total de realizar estas tareas o funciones, por lo regular es del rango de 45 a 60 segundos, por ello se utiliza un temporizador que marque en segundos y para la transferencia que se está elaborando tiene que ser su bobina de accionamiento de 220 voltios y 60 Hz.

### **2.3.2 Tiempo de retransferencia.**

El tiempo de retransferencia es básicamente el periodo de tiempo que se inicia con el evento restablecimiento de la energía comercial, hasta el instante en el que se energiza a la carga con el suministro comercial, en el se realizan las siguientes funciones:

- i. Censado de energía comercial.



- ii. Espera para estabilización de la energía comercial.
- iii. Asumir carga por energía comercial.

El tiempo total de realizar estas tareas o funciones, por lo regular es del rango de 10 a 15 minutos, por ello se utiliza un temporizador que marque en minutos y para la transferencia que se esta elaborando tiene que ser su bobina de accionamiento de 220 voltios y 60 Hz.

### **2.3.3 Tiempo de enfriamiento.**

El tiempo de enfriamiento es básicamente el periodo de tiempo que se inicia con el evento retransferencia, hasta el instante en el que se apaga el moto-generador, y en él se realizan las siguientes funciones:

- i. Enfriamiento del moto-generador.
- ii. Apagado del moto-generador.

El tiempo total de realizar estas tareas o funciones, por lo regular es del rango de 3 a 5 minutos, por ello se utiliza un temporizador que marque en minutos y para la transferencia que se esta elaborando tiene que ser su bobina de accionamiento de 220 voltios y 60 Hz.

### 3. MANUAL DE OPERACIÓN PARA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

#### 3.1 Luces indicadoras:

- a. Luz de carga: Indica que la carga tiene energía eléctrica.
- b. Luz Red comercial: Indica que hay suministro de energía proveniente de la empresa eléctrica.
- c. Luz Emergencia: Indica que el generador esta funcionando como fuente de energía.

#### 3.2 Posiciones de la manija

- a. **Apagado:** En esta posición todo esta apagado, sin embargo el generador arrancara sin hacer la transferencia. Esto se debe a que en esta posición el mini contactor o relé de señal de arranque esta desenergizado y sus contactos normalmente cerrados se cierran, dando la señal de arranque
- b. **Automático:** En esta posición el sistema esta en espera de un corte de energía para actuar.
- c. **Red comercial:** En esta posición la transferencia inhabilita el sistema automático y deja solo la energía de la empresa.

### **3.3 Ejercitador semanal.**

El modelo de transferencia que se está diseñando no cuenta con un ejercitador semanal (opción adicional), por lo que el operario deberá realizar los ejercicios de la siguiente manera:

- a) Una vez a la semana pasar la manija a la posición apagado hasta que el generador arranque.
- b) Regresar la manija a la posición automática.
- c) Dejar funcionando el generador durante quince minutos.

Esto hará que el generador permanezca funcionando un total de quince minutos, ya que es el tiempo de retransferencia, más el tiempo de enfriamiento.

### **3.4 Mantenimiento preventivo y correctivo.**

El correcto funcionamiento del equipo en general dependerá de los mantenimientos preventivos que se realicen, por lo tanto, se recomienda hacer una programación anual para ellos, por ejemplo:

1. **Una vez por semana** ejercitar el sistema, vea sección 3.3.

2. **Una vez al mes o bimensualmente**, esta frecuencia depende del presupuesto, pero la actividad es mandatoria en cuanto al mantenimiento preventivo, que consiste en:

- Revisión de nivel de aceite y nivelación de ser necesario.
- Revisión de nivel de refrigerante y nivelación de ser necesario.
- Revisión de nivel de líquido de batería y nivelación de ser necesario.
- Revisión de cargador de batería.
- Revisión de nivel de combustible.
- Revisión de tuberías y/o mangueras de combustible.
- Revisión de fajas.
- Limpieza de equipo.
- Limpieza externa de radiador.
- Sugerencias y recomendaciones para servicios y reparaciones.
- Arranque y pruebas.
  - a. Pruebas en vacío.
  - b. Pruebas con carga.
  - c. Tiempos de transferencia.
  - d. Tiempos de retransferencia.
  - e. Medición de voltajes.
  - f. Medición de corrientes.
  - g. Medición de frecuencia.

3. **Una vez al año** realizar un servicio completo, que consiste en:

- Suministro y cambio de aceite.
- Suministro y cambio de filtro de aceite.
- Suministro y cambio de filtro de diesel primario y secundario.
- Suministro y cambio de filtro de aire.
- Suministro y cambio de refrigerante.
- Revisión de faja y su cambio si es necesario.
- Revisión de parámetros eléctricos, frecuencia y voltaje.
- Revisión de mangueras
- Limpieza externa general.
- Limpieza externa del radiador.
- Revisión de fugas.
- Apriete de bornes eléctricos en la transferencia.
- Arranque y pruebas.
  - a. Pruebas en vacío.
  - b. Pruebas con carga.
  - c. Tiempos de transferencia.
  - d. Tiempos de retransferencia.
  - e. Medición de voltajes.
  - f. Medición de corrientes.
  - g. Medición de frecuencia.

Dentro del mantenimiento correctivo se puede mencionar que una batería (acumulador) para el arranque del motor, tiene una vida promedio de dos años, por lo tanto debe contemplarse su reemplazo antes que deje de funcionar.



## **4 MONTAJE MECÁNICO.**

### **4.1 Elección del tipo de montaje según su aplicación, para la transferencia automática.**

La transferencia automática por lo regular está dentro de una caja de metal o plástica, según el fabricante. Según sea este empaque sus características y cualidades se deben tomar las decisiones de donde y con que se fijara la misma. Hay que tomar en cuenta la humedad, el calor, la accesibilidad y la distancia entre el moto-generator y la carga.

Según la dimensión, el peso de la transferencia automática y el material de la pared se pueden seleccionar los elementos que la fijarán.

Existen muchas empresas que ofrecen distintos tipos y calidades de fijaciones, por ejemplo Anclo Centroamericana, S.A., en su catalogo Fijaciones soportería electricidad 2003/2004, da una gama muy completa de productos que sirven a este propósito.



## **4.2 Recomendaciones para el montaje mecánico del generador.**

Dentro de las tareas que en muchas ocasiones el cliente asume que el ingeniero electricista esta obligado a realizar es el montaje del generador que este compra. El montaje mecánico del generador es en si tarea de un ingeniero mecánico, pero que en Guatemala no se reconoce la división de las especialidades y el cliente no esta dispuesto en muchas ocasiones pagar a alguien más por esta tarea. Por lo tanto se hace en este trabajo de graduación un breve desarrollo de las tareas a realizar en el montaje mecánico del moto generador.

### **4.2.1 Montaje del generador y aislamiento a la vibración.**

El diseño de instalación mecánica debe dar un cimiento apropiado para soportar el moto generador, y para prevenir que niveles de vibración molesto o dañinos lleguen hasta la estructura del edificio.

Además, la instalación debe asegurar que la infra estructura de soporte para el generador, no permita que la vibración del generador llegue a la porción estacionaria del equipo.

Todos los componentes que se conectan físicamente al generador deben ser flexibles para absorber el movimiento vibratorio sin daños. Los componentes que requieren aislamiento son:

1. El sistema de escape del motor.
2. Las líneas de combustible.
3. El cableado de suministro de potencia CA.
4. El cableado de control (que debe ser trenzado en lugar de sólido)
5. El motor generador (de la placa de montaje).
6. Los ductos de aire de ventilación (para generadores con radiadores montados en el bastidor).

La falta de atención de aislamiento a estos puntos de interconexión física y eléctrica puede resultar en un daño por vibración al edificio o al generador, y falla del generador cuando esté en servicio.

El motor del generador, alternador y otro equipo están montados típicamente en una base de bastidor. La base de bastidor es una estructura rígida que da integridad estructural y un grado de aislamiento de la vibración. Los cimientos, el piso o techo, deben ser capaces de soportar el peso del generador ensamblado y sus accesorios (como el tanque sub-base), así como resistir cargas dinámicas y no transmitir vibración o ruido que sea motivo de reclamo.

El tamaño físico, pesos y la configuración de montaje varían grandemente entre los fabricantes y los tamaños diferentes de equipo. Consulte las instrucciones de instalación del fabricante para información detallada de pesos y dimensiones de montaje.

#### **4.2.2 Construcción de cimientos.**

Plancha de Piso: Para muchas aplicaciones, no es necesario un cimiento masivo para el generador. Los generadores con aisladores de vibración integrados pueden reducir la vibración transmitida en un 60-80% y poner resortes de acero entre el generador y la plancha pueden aislar hasta más del 95% de las vibraciones. Si la transmisión de la vibración al edificio no es una preocupación crítica, el problema mayor será instalar el generador para que su peso esté apropiadamente soportado y para que la unidad sea fácilmente accesible para su servicio. Se debe colar una plancha de concreto sobre el piso de concreto para elevar el generador a una altura que haga el servicio conveniente y la limpieza alrededor del generador más fácil.

- La plancha debe estar construida de concreto reforzado con una fuerza compresiva de 28 días de cuando menos 2500 psi (17,200Kpa).

- La plancha debe ser cuando menos 6 pulg. (150 mm) de alto y extenderse cuando menos 6 pulg. (150 mm) más allá del bastidor por todos los lados.

Vea los planos del fabricante para las ubicaciones física de las líneas de combustible, interconexiones de control y de potencia y otras interfases que estén planeadas para vaciarse en el concreto. Estas interfases varían considerablemente de proveedor a proveedor.

Los aisladores de vibración deben asegurarse a la plancha de montaje con tornillos tipo J o L puestos en la plancha de concreto. El posicionamiento de tornillos es problemático, puesto que aún pequeños errores de ubicación pueden causar lentas re-perforaciones en el bastidor. Algunos diseños de generador permiten el uso de tornillos de anclaje.

Estos requerirán cuidadoso, marcaje de los puntos basados en los puntos de montaje reales del generador y sus aisladores.

La plancha de concreto para el moto-generador debe ser plana y a nivel para permitir el correcto montaje y ajuste del sistema de aislamiento de vibración. Verifique que la plancha de montaje este a nivel a lo largo, a lo ancho y diagonalmente.

Como forma alternativa, el generador se puede montar en durmientes de concreto orientados a lo largo del generador.

Esto permite el fácil posicionamiento de una bandeja de derrames debajo del generador y da más lugar para dar servicio al generador. Los durmientes deben estar sujetos físicamente al piso.

En aplicaciones donde la transmisión de vibración al edificio es altamente crítica, se podría requerir el montaje del generador en un cimientado aislante de vibración. En este caso, se hacen necesarias consideraciones adicionales. El diagrama 17 ilustra un típico aislante de vibración. La nomenclatura usada en el diagrama 17 es:

- El peso ( $W$ ) del cimientado debe ser de cuando menos 2 veces (y hasta de 5-10 veces) el peso del generador para resistir las cargas dinámicas.
- El cimientado debe extenderse cuando menos 6 pulg. (150 mm) más allá del bastidor en todos los lados. Esto determinan la longitud ( $l$ ) y el ancho ( $W$ ) del cimientado.
- El cimientado debe extenderse cuando menos 6 pulg. (150 mm) sobre el piso para facilitar el servicio y mantenimiento del generador.

- El cimiento debe ser de concreto reforzado con una fuerza compresiva de 28 días de cuando menos 2500 psi (17,200 kPA).
- Calcule la altura (h) del cimiento necesario para obtener el peso necesario (w) usando la siguiente formula:

$$h = \frac{W}{d \cdot l \cdot w}$$

Donde:

h = Altura del cimiento en pies (metros)

l = Longitud del cimiento en pies (metros)

w = Ancho del cimiento en pies (metro)

d = Densidad del concreto – 145 lbs/f<sup>3</sup> (2322 kg/m<sup>3</sup>)

W= Peso total del generador en lbs (kg)

- El peso total del generador, refrigerante, combustible y cimiento generalmente resulta en una carga de suelo (SBL) de menos de 2000 lbs / ft<sup>2</sup> (9800 kg / m<sup>2</sup>). Aunque esto esta dentro de la capacidad de carga de la mayoría de los suelos, encuentre siempre el SBL revisando el código local y el reporte de análisis de suelo del edificio. Recuerde incluir el peso del refrigerante, lubricante y combustible al hacer este cálculo. Calcule el SBL usando la siguiente fórmula:

$$\text{SBL (psi)} = \frac{W}{l \cdot w \cdot 144}$$

$$\text{SBL (kPA)} = \frac{W \cdot 20.88}{l \cdot w}$$

Ejemplos de cálculos (unidades de E.U.A.):

Un generador de 500 KW pesa aproximadamente 10,000 libras (4540 kg) húmedo (esto es, que incluye refrigerante y lubricantes). Las dimensiones del bastidor son 10 pies (3 metros) de largo y 3.4 pies (1 metro) de ancho.

$$l = 10 + (2 \times 0.5) = 11 \text{ pies}$$

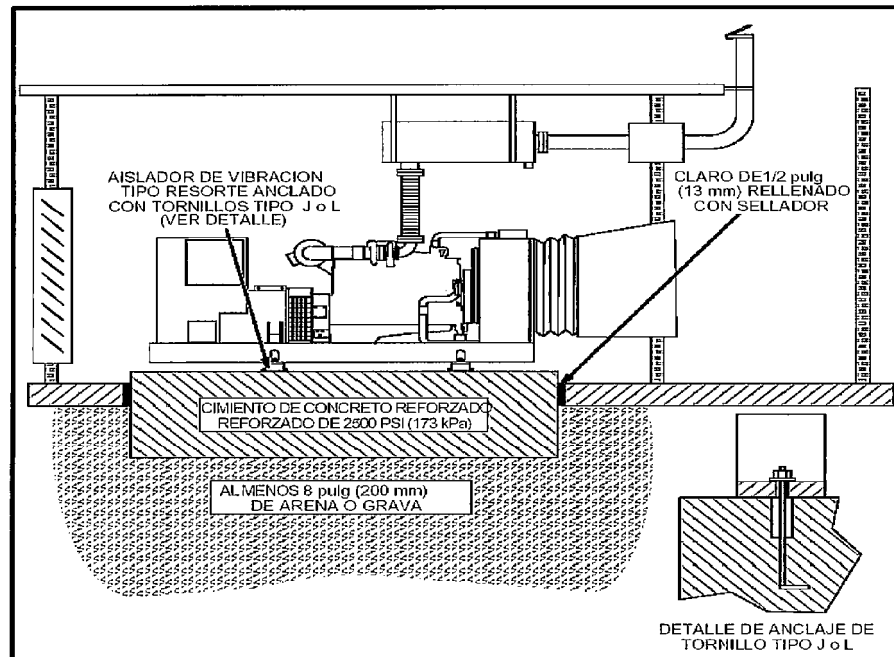
$$w = 3.4 + (2 \times 0.5) = 4.4 \text{ pies}$$

$$\text{Peso del cimiento} = 2 \times 10000 = 20000 \text{ lbs}$$

$$\text{Peso total} = \text{generador} + \text{cimiento} = 10000 + 20000 = 30000 \text{ lbs}$$

$$\text{SBL} = 30,000.0 / (11 * 4.4) = 620 \text{ lbs / ft}^2$$

**Figura 17: Diagrama de cimentación para los generales**



Fuente: Cummins Power Generation **Generadores enfriados por líquido-**  
**Manual de Aplicación 2004**, Cimientos y montajes página 80.

El motor y alternador de un moto-generador deben estar aislados de la estructura de montaje (bastidor) donde se instalan. Algunos moto generadores, particularmente los modelos de menor KW, utilizan aisladores de vibración de hule/neopreno insertados en la máquina entre el motor/alternador y el bastidor. El bastidor de estos moto generadores generalmente se puede montar directamente al cemento, piso o subestructura.



Otros generadores pueden tener un diseño que tenga el motor/alternador montado sólidamente en el bastidor. Los moto generadores que no incluyen aisladores de vibración se debe instalar usando quipo de aislamiento de vibración tales como aisladores de almohadilla, resorte o aire.

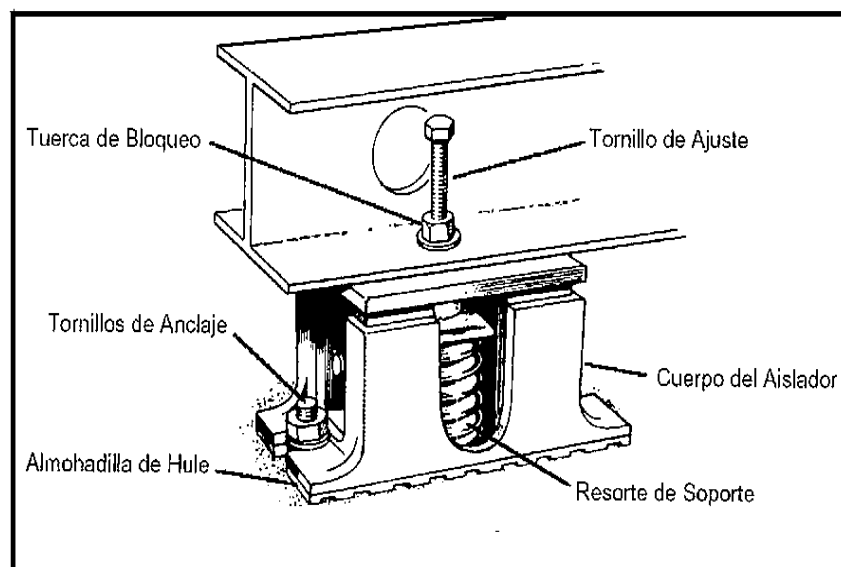
NOTA: El atornillar un generador que no incluye aisladores directamente al cimiento o piso, resultará en ruido y vibraciones excesivas, y posibles daños al moto-generador, el piso y otros equipos. Las vibraciones también se pueden transmitir a través de la estructura del edificio y dañarla.

Los aisladores de almohadilla están hechos de capas de materiales flexibles diseñados para amortiguar los niveles de vibración en aplicaciones no críticas, tales como las de moto generadores montados en su propia caseta de exteriores, o donde se usan aisladores integrados en el moto-generador. Los aisladores de almohadilla varían en su efectividad, pero son aproximadamente 75% eficientes. Dependiendo de su construcción, también pueden variar en efectividad con la temperatura, puesto que la bajas temperaturas afectan la flexibilidad del medio de hule haciéndolo mucho menos flexible.

El diagrama 18 ilustra un aislador de resorte de acero del tipo requerido para montar moto generadores que no incluyen aisladores

integrados. Se muestran la almohadilla inferior de hule, el cuerpo del aislador, los tornillos de anclaje, resorte de soporte, tornillo de ajuste y tuerca de bloqueo.

**Figura 18: Diagrama de aislador de resortes de generadores**



Fuente: Cummins Power Generation **Generadores enfriados por líquido- Manual de Aplicación 2004**, Cimientos y montajes página 82.

Estos aisladores de resorte de acero pueden amortiguar hasta 98% de la energía vibratoria producida por el motor generador. Ubique los aisladores como se muestra en la documentación del fabricante del generador. Puede ser que los aisladores no estén ubicados simétricamente alrededor del motor, porque se requiere que estén ubicados considerando el centro de gravedad de la

máquina. El número de aisladores que se requieran varía con los rangos de los aisladores y el peso del generador.

Cuando la máquina se monta en un tanque de combustible sub-base, el tipo de aisladores de vibración requeridos para proteger el tanque sub-base depende de la estructura de éste y el nivel de fuerza de vibración creado por la máquina. Si se instala aisladores de hule entre el motor/alternador y el bastidor, generalmente no se requiere aislamiento adicional entre la máquina y el tanque sub-base. Sin embargo, la frecuencia natural del tanque sub-base en los puntos de fijación al generador debe ser de 200 Hz o más. Si el motor/alternador está fijado sólidamente al bastidor, se necesita aislamiento de vibración entre el bastidor y el tanque sub-base, y aislar adecuadamente el edificio de la vibración. En todos los casos, siga las recomendaciones del fabricante para la combinación específica de generador y tanque sub-base.

Los aisladores de vibración de resorte deben seleccionarse e instalarse correctamente para producir aislamiento efectivo. El peso del generador debe comprimir el aislador lo suficiente para permitir libertad de movimiento sin llegar hasta el tope durante la operación. Esto se logra seleccionando los aisladores y su número basándose en el rango de los aisladores y el aislador debe estar anclado positivamente a la plancha de montaje usando tornillos J, L o tornillos de anclaje en concreto.

Un aislador de aire, (o resorte de aire) es una columna de gas confinada en un contenedor diseñado para utilizar la presión del gas como el medio de fuerza del resorte. Los aisladores de aire pueden proveer una frecuencia natural menor que la que se puede lograr con hule, y con diseños especiales, mas baja que con resortes de acero. Proveen capacidad de ajuste, ajustando la presión del gas.

Los aisladores de aire requieren más mantenimiento y las limitaciones de temperatura son más restrictivas que para resortes helicoidales. Como resultado, la frecuencia natural no cambia con la carga en el mismo grado que con otros métodos de aislamiento. Una falla del sistema de suministro de aire o una fuga pueden causar la falla total de los aisladores.

Se deben considerar factores adicionales para equipos instalados en áreas sísmicas además del papel típico de proteger al edificio o al equipo de las vibraciones de la máquina, durante un evento sísmico, los aisladores de vibración deben también asegurar que el equipo se mantenga anclado y que no se libere de la estructura a la que está sujeto.

En área sísmica, a menudo se usan aisladores de vibración entre la base del generador y la estructura a la que está sujeto. El aislador sísmico debe estar cautivo, lo que significa que restringe al generador de movimiento excesivo y deben ser lo suficiente fuerte

para resistir las fuerzas sísmicas. Los aisladores de vibración apropiados para usarse en estas aplicaciones están disponibles en tipos de hule y de resorte.

Donde sea que los eventos sísmicos sean una consideración importante, se debe consultar a un ingeniero estructural calificado.

#### **4.2.3 Alivio de tensión en el cableado de potencia y control**

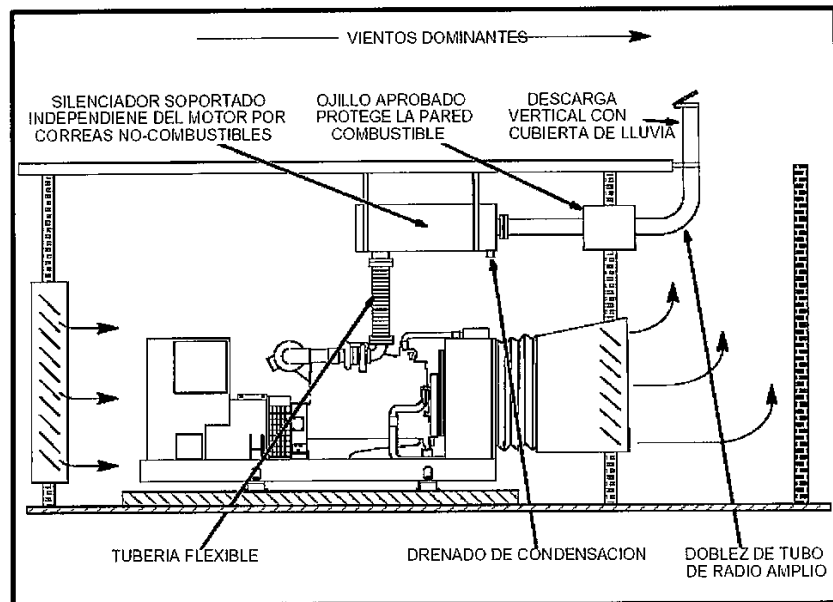
El cableado de potencia y especialmente el cableado de control, debe instalarse soportado a la estructura mecánica del generador y no a las conexiones físicas o terminales. Se deben tomar provisiones de alivio de tensión, junto con el uso de cableado de control trenzado, en lugar de alambre de un solo hilo sólido para ayudar a prevenir la falla del cableado y sus conexiones debido a la vibración.

#### **4.2.4 Recomendaciones generales para el sistema de escape.**

La función del sistema de escape es llevar con seguridad el escape del motor hacia fuera del edificio y dispersar los gases, hollín y ruido lejos de las personas y los edificios. El sistema de escape debe estar diseñado para minimizar la retro-presión en el

motor. La restricción excesiva resultará en consumo excesivo de combustible, temperatura de sistema de escape anormalmente alta y fallas relacionadas a la alta temperatura del escape así como humo negro. El diagrama 19 ilustra un sistema de escape y los vientos dinámicos que se dan.

**Figura 19: Diagrama de flujo de encendido de generador**



Fuente: Cummins Power Generation **Generadores enfriados por liquido-**  
**Manual de Aplicación 2004**, Cimientos y montajes página 85.

Los diseños de sistema de escape deben considerar lo siguiente:

- Se puede usar tubo de hierro negro de grado 40 para tubería de escape. Otros materiales que se aceptan incluyen los sistemas pre-fabricados de acero inoxidable.
- Se deben conectar tubo flexibles corrugado de acero inoxidable sin costura, de cuando menos 24 pulg. (610 mm) de largo, a las salidas de escape del motor para permitir la expansión térmica y el movimiento y vibración del motor cuando el moto-generador está montado en aisladores de vibración. Los generadores más pequeños con aisladores de vibración integrados que se montan directamente al piso deben ser conectados con tubo flexible corrugado de acero inoxidable sin costura, de cuando menos 18 pulg. (457 mm) de largo. El tubo de escape flexible no se debe usar para formar curvas o compensar tubo de escape incorrectamente alineado.
- La tubería de escape debe ser soportada por soportes o colgantes no combustibles, por la salida del escape del motor. El peso en la salida de escape del motor puede causar daños al múltiple de escape o reducir la vida del turbo cargador (cuando se usa). Y puede causar que la vibración del generador se transmita a la estructura del edificio. El uso de monturas con

aisladores limita aún más la vibración que se transmite a la estructura del edificio.

- Para reducir la corrosión debido a la condensación, se debe instalar un silenciador lo más cerca del motor que sea prácticamente posible para que se caliente rápidamente. Ubicar el silenciador cerca del motor también mejora la atenuación del silenciador. Los radios de dobléz del tubo deben ser tan largos como sea práctico.

- La tubería de escape debe ser del mismo diámetro nominal (o más grande) que la salida del escape del motor a lo largo de toda la corrida de esta. Verifique que la tubería es del diámetro suficiente para limitar la retro-presión a un valor que esté dentro del rango especificado para él. Nunca se debe usar tubo más pequeño que la salida de escape del motor. El tubo que es más largo que lo necesario está más sujeto a la corrosión debido a la condensación que un tubo más pequeño. La tubería que es demasiado grande también reduce la velocidad de los gases disponibles para dispersar los gases hacia las corrientes de aire externas.

- Todos los componentes del sistema de escape del motor deben incluir barreras para prevenir contactos accidentales peligrosos. La tubería de escape y los silenciadores deben estar



aislados térmicamente para prevenir quemaduras accidentales, prevenir la activación de sistemas contra incendio, reducir la corrosión por condensación, y reducir la cantidad de calor irradiada al cuarto del generador. Nunca se deben aislar las juntas de expansión, los múltiples de escape, y los turbo cargadores a menos que sean enfriados por agua. Aislar los múltiples de escape y los turbo cargadores puede resultar en temperaturas de materiales que pueden destruir estos componentes, particularmente en aplicaciones donde el motor funcionará durante muchas horas. Conducir la tubería de escape a cuando menos 8 pies (2.3 metros) del suelo también ayudara a evitar contactos accidentales con el sistema de escape.

- La tubería del sistema de escape debe conducirse a cuando menos 9 pulg. (230 mm) de construcciones combustibles. Use ojillos aprobados donde el sistema de escape deba pasar por muros o techos combustibles.
- También se debe considerar cuidadosamente la dirección de la salida del escape. El escape nunca debe dirigirse hacia el techo de un edificio o hacia superficies combustibles. El escape de un motor diesel es caliente y tiene hollín y otros contaminantes que pueden adherirse a las superficies circundantes.
- Ubique y dirija la salida del escape lejos de las entradas de ventilación.

- Sí el ruido es un factor, dirija la salida lejos de ubicaciones críticas.
- El tubo de escape de acero se expande aproximadamente 0.0076 pulg. por pie de tubo por cada incremento de 100°F de temperatura en el gas de escape sobre la temperatura ambiente (1.14 mm por metro de tubo por cada 100°F de incremento). Se requiere que se usen juntas de expansión en tramos largos y rectos de tubería. Debe haber juntas de expansión en cada punto donde la tubería cambie de dirección. El sistema de escape debe estar soportado para que la expansión se aleje del generador. Las temperaturas de escape las suministra el fabricante del motor o generador para el motor usado específicamente.
- Las corridas horizontales de tubería de escape deben estar inclinadas hacia abajo, lejos del motor hacia el exterior o hacia una trampa de condensación.
- Se deben instalar una trampa de condensación y un tapón donde la tubería da la vuelta hacia arriba. Las trampas de condensación también deben tener un silenciador. Los procedimientos de mantenimiento para el generador deben incluir también el drenado regular de las trampas de condensación del sistema de escape.

- Se deben tomar provisiones para evitar la entrada de la lluvia al sistema de escape de un motor que no está operando. Estas pueden incluir una cubierta de lluvia o una trampa de escape en salidas verticales. Las salidas horizontales deben cortarse en ángulo y protegerse con malla. Las cubiertas de lluvia se pueden congelar en climas fríos, deshabilitando el motor, así que otros dispositivos de protección deben usarse para esas situaciones.

- Un generador no debe estar conectado a un sistema de escape que otro generador usa. El hollín, condensados corrosivos y la alta temperatura del gas de escape pueden dañar al equipo que no opera si se usa un escape común.

- La retro-presión no debe exceder la especificación del fabricante. La retro-presión excesiva reduce la potencia y vida del motor y puede generar altas temperaturas de escape y humo. La retro-presión de escape debe estimarse antes de que se finalice diseño de la ruta de la tubería, y se debe medir en la salida del escape en operación de carga total antes de que el generador se ponga en servicio.

**ADVERTENCIA:** El escape del motor contiene hollín y monóxido de carbono, un gas tóxico invisible y sin olor. El sistema de escape debe terminar afuera del edificio en una ubicación donde el humo

del escape se disperse lejos de los edificios y las entradas de aire de estos. Se recomienda ampliamente que el gas de escape se lleve lo más alto que sea práctico en el lado de los edificios donde el viento predominante sopla alejándose de ellos, para descargar hacia arriba maximizando la dispersión. El escape también debe descargar del lado del edificio donde se descarga del aire del radiador para reducir la probabilidad de que los gases de escape y el hollín sean succionados al cuarto del generador con el aire de ventilación.

NOTA: Algunos manuales especifican que la salida del escape termine cuando menos a 10 pies (3 metros) de los límites de propiedad, 3 pies (1 metro) de una pared o techo exteriores, 10 pies (3 metros) de aberturas de edificio y cuando menos 10 pies (3 metros) arriba del punto más alto del techo.

## **CONCLUSIONES**

1. El diseño de una transferencia automática gira en torno de las necesidades del cliente de automatizar el funcionamiento de su planta de emergencia, por lo tanto se debe considerar como primer paso, la aplicación para la cual se instalará el sistema de energía eléctrica de emergencia.
2. Los diseños varían dependiendo de la carga a energizar, del capital y el equipo a instalar.
3. El mejor diseño será el que satisfaga la necesidad del cliente y que cumpla con las normas mínimas de seguridad.



## **RECOMENDACIONES**

1. Siempre comprobar los datos dados por el cliente para que el diseño de la transferencia automática sea óptima.
2. Nunca dejar de usar las normas mínimas de seguridad, para garantizar un desempeño seguro del equipo.
3. Se sugiere utilizar componentes de buena calidad, para dar una garantía de confiabilidad y durabilidad en la instalación.





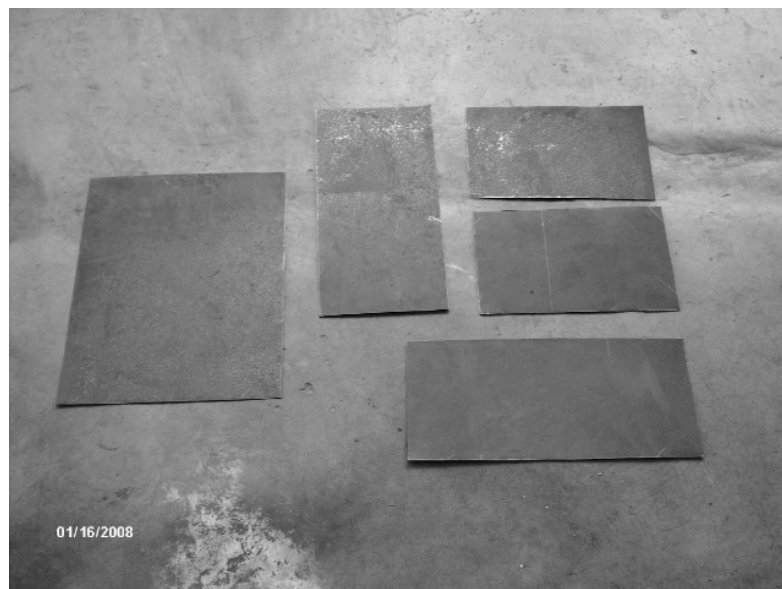
## BIBLIOGRAFÍA

1. SIEMENS. Simatic Manual del Sistema de Automatización S7—200 (65S7298-8FA24-8DHO) Sexta edición. 2004.
2. [WWW.Siemens.com/S7-200](http://WWW.Siemens.com/S7-200) (30
3. <http://WWW.Siemens.com/automotion/service&support>
4. [www.cuminspower.com](http://www.cuminspower.com).
5. Manual de Esquemas, Automatización y distribución de energía, Publicación técnica de Moeller. 1999.
6. Catalogo 2003/2004, Fijaciones-Soportería-electricidad, Anclo Centroamericana, S.A.
7. Cummins Power Generation, Generadores enfriados por líquido-Manual de Aplicación-2004.
8. Donald G Fink / H. Wayne Manual de Ingeniería Eléctrica, , Decimotercera Edición, Mc Graw Hill.,
9. Técnicas de protección y maniobra de baja tensión-Aparatos y Sistemas, Siemens, Catalogo 1997.

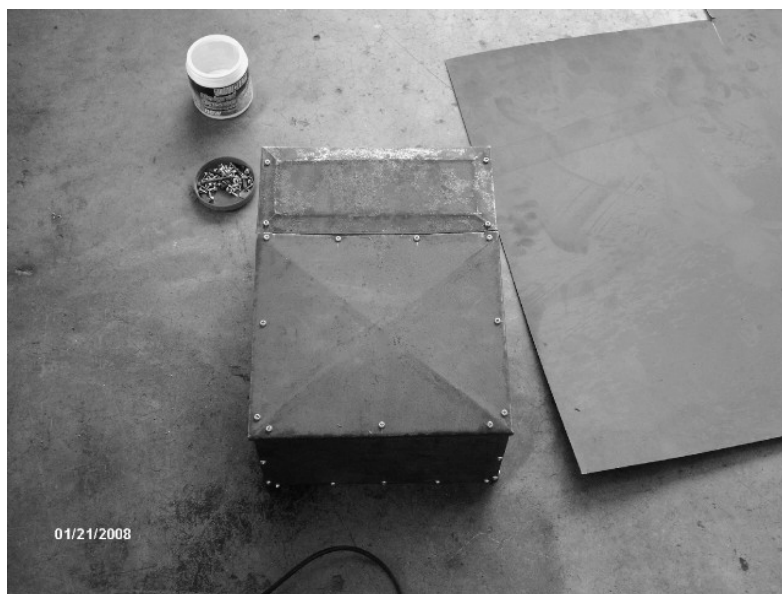


## Apéndice 1

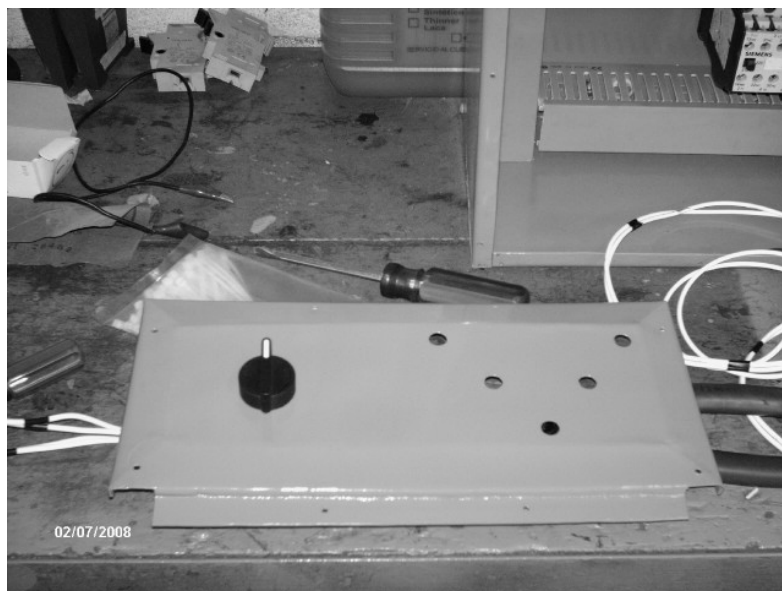
Fotografías del proceso de construcción de la transferencia automática





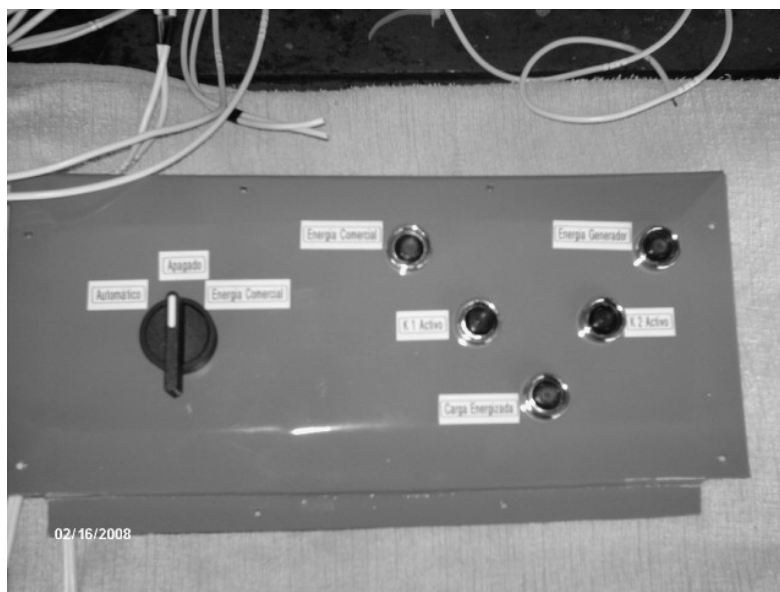


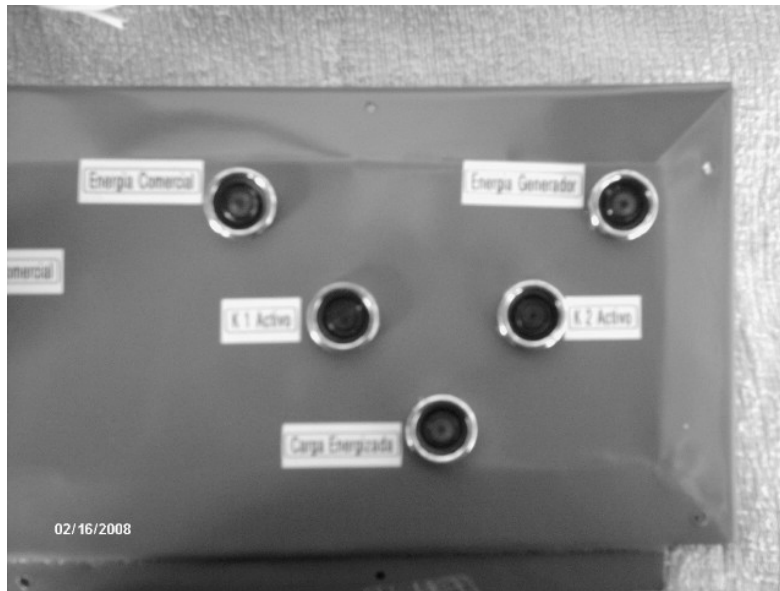


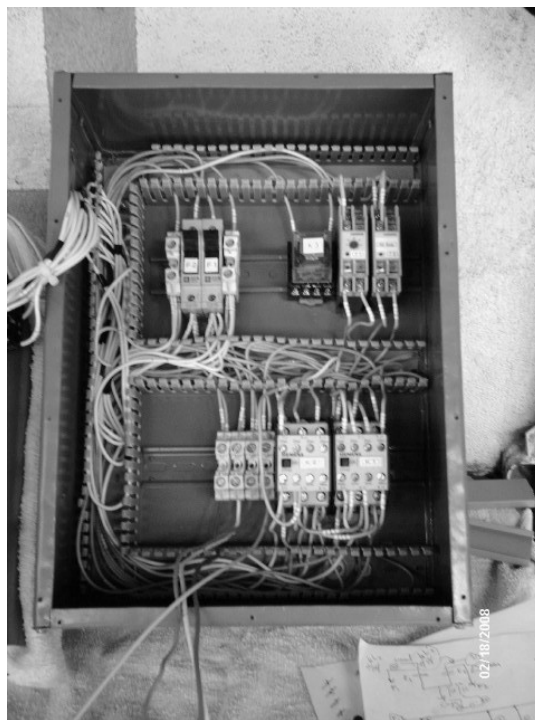
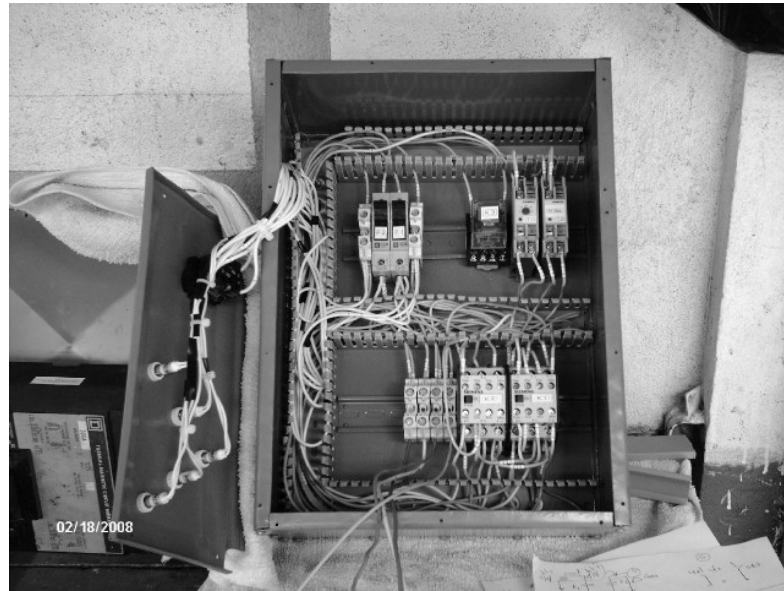












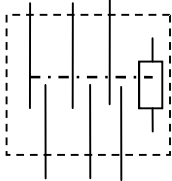
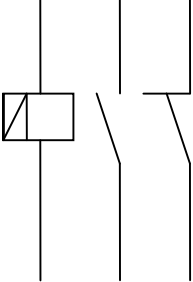
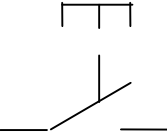
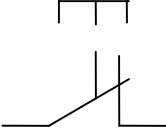


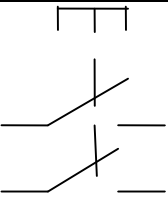
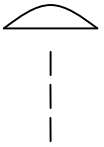


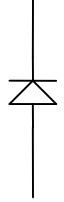









**APENDICE 2**  
**Tabla de Simbología**

Denominación	CEI (Norma europea)
Conductor	
Derivación de conductor	
Contactor	
Temporizador	
Botón normalmente abierto	
Botón normalmente cerrado	

Continúa	
Botón de doble circuito	
Botón cabeza de hongo	
Fusible	
Led – diodo emisor de luz	
Diodo	
Fase de corriente	<b>R</b>
Fase de corriente	<b>L</b>



Continúa	
Luz de señalización	
Contacto normalmente abierto	
Contacto normalmente cerrado	



## APENDICE 3

### Tabla de factor de demanda

Factor de demanda par instalaciones tipo domiciliar.	
Dispositivo Eléctrico	Factor en %
Lámpara incandescente	100
Tomacorriente	60
Estufa Eléctrica	80
Bomba hidroneumática	40
Calentador	60
Refrigeradora	40
Lavadora	60
Secadora	60
Lava trastos	40
Extractor de aire	40

Factores de demanda industriales	
Dispositivo Eléctrico	Factor en %
Motores	
• De propósito general	30
• Para procesos semicontinuos	60
• De operación continua	90
Resistencias de Calefacción	80
Hornos de Inducción	80
Horno de arco	100

Continúa	
Alumbrado	100
Soldadura de arco	30
Soldadura de resistencia	20

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.