

# CONTROL AUTOMATICO PARA EL CAMBIO DE TRANSFERENCIA LOCAL

JORGE WILLIAM AMARILES GOMEZ  
CARLOS ANDRES HERRERA TORRES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGIAS  
PEREIRA  
2010

# **CONTROL AUTOMATICO PARA EL CAMBIO DE TRANSFERENCIA LOCAL**

JORGE WILLIAM AMARILES GOMEZ  
CARLOS ANDRES HERRERA TORRES

Trabajo de grado para optar a título de Tecnólogo en Mecatrónica

Director  
ING. OSIEL ARBELAEZ SALAZAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGIAS  
PEREIRA  
2010

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a nuestros padres y hermanos por su apoyo, a nuestros maestros por su dedicación y paciencia, al profesor Jimmy Alexander Cortes por su acompañamiento durante este proceso, a nuestros compañeros por compartir en este largo proceso y hacer de esta una enriquecedora experiencia para nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradecemos a DIOS, por darnos fuerza y sabiduría, por no dejar que desfalleciéramos en los momentos difíciles, por levantarnos cuando caímos y enseñarnos el camino.

Desde luego nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que nos apoyaron y aportaron su conocimiento para poder llevar a cabo este proyecto, a nuestro director, a nuestro tutor, a nuestro asesor y a nuestros compañeros de clase.

## CONTENIDO

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2.1. PLANTEAMIENTO .....	9
2.2. FORMULACIÓN .....	9
2.3. SISTEMATIZACIÓN .....	9
3. JUSTIFICACIÓN .....	10
4. OBJETIVOS.....	12
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
5. MARCO REFERENCIAL.....	13
5.1. MARCO HISTÓRICO .....	13
5.2. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL .....	14
5.3 MARCO CONTEXTUAL .....	17
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	18
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
8. CONCLUSIONES .....	24
9. RECOMENDACIONES.....	25
10. BIBLIOGRAFÍA .....	26

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Diagrama de bloques del control automático.....	16
Figura 2. Selector Manual de tres Posiciones.....	19
Figura 3. Diagrama de Potencia.....	20
Figura 4. Diagrama de Control.....	21
Figura 5. Diagrama Unifilar.....	22

## **1. INTRODUCCIÓN**

El siguiente proyecto pretende diseñar un nuevo sistema de transferencia eléctrica para el cambio de circuitos de alimentación principal en los centros comerciales, almacenes, clínicas, edificios residenciales y de oficinas, pues en la mayoría de estos sitios se presenta un atraso tecnológico, o simplemente la ausencia de una planta que supla de energía eléctrica a sus bienes.

La adecuación de este sistema permitirá la implementación de tecnologías de control automático de fácil mantenimiento e instalación.



## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. PLANTEAMIENTO**

El Centro Comercial Alcides Arévalo, cuenta con un grupo electrógeno (planta generadora de energía eléctrica) que enciende automáticamente mediante una transferencia conmutable. Al momento que se suspende el servicio por parte de la empresa de energía de Pereira, la planta genera y suministra el servicio al edificio. Pero cada local debe realizar su transferencia manualmente mediante un selector de circuitos, dicho elemento se encuentra en un sitio peligroso para la persona que debe ejecutar el cambio, además que no debe ser manipulado por personas sin conocimiento técnico en esta materia.

Evitar la manipulación directa para el cambio a planta evitando incomodar a los usuarios.

### **2.2. FORMULACIÓN**

¿Cómo implementar un mecanismo electromecánico que sea capaz de conmutar automáticamente la energía proporcionada por la empresa de servicios y la planta generadora de energía eléctrica en cada local y oficina del centro comercial?

### **2.3. SISTEMATIZACIÓN**

1. ¿Qué capacidad de corriente debe soportar el mecanismo?
2. ¿Qué tipo de protección son necesarias para el sistema?
3. ¿Qué características debe tener la transferencia?
4. ¿Qué sistema de seguridad se tiene si el sistema falla?

### 3. JUSTIFICACIÓN

La elaboración de este proyecto, permitirá dar solución a un problema real que presentan algunos centros comerciales, caso específico en el Alcides Arévalo donde se presentan demasiados inconvenientes e inconformismos en cada uno de los locales por que resulta bastante incomodo y peligroso para los usuarios la manipulación del sistema actual ya que al suspenderse la energía eléctrica el usuario debe desplazarse al sitio donde se encuentra ubicado el selector y manipularlo para activar la red suplementaria de energía eléctrica.

La elaboración del proyecto permite afianzar los conocimientos en la parte de control eléctrico industrial y la toma de decisiones a la hora de dar solución a un problema real que requiera de la experiencia y tecnología adecuada para su implementación.

#### **Importancia de la investigación.**

La mecatrónica como sinergia de carreras afines pretende que sus estudiantes se interrelacionen con la sociedad, para buscar soluciones a situaciones que de una manera u otra incomodan o ponen en riesgo vidas humanas, al igual que facilitar y mejorar los procesos de manera técnica y tecnologica y que sean de fácil operación.

Es de relevante valor intelectual el poder desarrollar este proyecto, puesto que cada uno de los integrantes pretende hacer énfasis en el control de los sistemas de energía y la forma en que esta se comporta con diferentes elementos de control, con el objetivo de investigar elementos usados y mejorar algunos de los sistemas existentes que en algunas ocasiones son antiguos como la que planteamos en este proyecto y así dar solución a la problemática mencionada.

#### **Beneficios al resolver problemática.**

Los beneficios fuera de la experiencia obtenida en el desarrollo de la investigación, la cual fortalece el conocimiento en la parte técnica y tecnológica, la toma de decisiones, el trabajo en equipo;

En el caso de un centro comercial, en cada uno de sus locales se beneficiaran en la parte de seguridad y comodidad a la hora de seguir sus labores sin verse en la necesidad de interrumpirlas debido a un fallo en la red eléctrica.

## **Económica.**

Un selector manual de tres posiciones es un elemento que presenta muchos inconvenientes cuando es utilizado como en el caso particular de un centro comercial donde se requiere el restablecimiento oportuno de la energía eléctrica ya que a la hora de su uso fallan frecuentemente por desgaste, debido a la operación inadecuada por parte del usuario, por lo tanto representa costos adicionales y se debe cambiar la pieza completa y en algunos casos los “*breakers*” y la acometida. Es de resaltar que estos selectores no deben ser manipulados por personas sin conocimiento técnico del mecanismo.

Este proyecto pretende llegar a cada uno de los propietarios de los locales y oficinas de edificios para dar solución a molestias e inconvenientes que genera el uso de un selector y en específico al centro comercial Alcides Arévalo.

## **Seguridad.**

En este sentido, el control automático para este tipo de aplicaciones mejora el nivel de seguridad del sistema, la condición actual del centro comercial representa un riesgo para los usuarios, dado que en el lugar donde está instalado el selector, existen cables al alcance y abiertos, esto genera situaciones que dejan al local y alguno de los pisos sin el servicio.

Cabe resaltar que la manipulación del selector debe ser realizada por personal técnico capacitado en electricidad.

## **Prestigio y Calidad.**

La historia de Pereira hace ver al centro comercial Alcides Arévalo como uno de los más importantes de la región, pues su aporte a la ciudad durante sus 30 años de funcionamiento ha sido muy relevante en el comercio de la ciudad, además de su excelente ubicación en todo el corazón de Pereira y ser el segundo centro comercial en Colombia en tener en sus instalaciones escaleras eléctricas y ascensor panorámico, hacen de este un prestigioso e importante elemento de la ciudad.

Las nuevas edificaciones de comercio que se han construido en los últimos años hacen competencia al centro comercial, pues están usando los últimos avances en tecnología y hacen relegar al centro comercial Alcides Arévalo; de allí la importancia de modernizar las instalaciones y los equipos con los últimos avances tecnológicos y los más altos estándares de calidad y seguridad para los usuarios.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un mecanismo electromecánico de control automático que permita el cambio de circuitos de alimentación al momento de la ausencia de tensión, bien sea de la red eléctrica que suministra la empresa de energía o la suministrada por el grupo electrógeno (planta eléctrica) del centro comercial.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterización del sistema manual de transferencia local, para determinar los factores de selección del sistema automático.
- Diseñar la conmutación y el circuito que permita manejar el mecanismo de control.
- Selección del sistema de protección para el circuito de control.
- Elaborar esquemas y diagramas eléctricos y la propuesta para su futura implementación.

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1. MARCO HISTÓRICO

ITEM	SISTEMA	TIPO	DESCRIPCION U OPERACION
1	Totalizadores independientes	Manual	--Este sistema basa su funcionamiento en la manipulación de 2 totalizadores, cuando no existe tensión por el principal, se coloca este en posición OFF, y luego se energiza la carga por medio del otro totalizador. --Este sistema resulta demasiado peligroso puesto que en algún momento se pueden dejar los dos totalizadores en posición ON.
2	Palancas	Manual	--Este sistema es parecido al anterior, solo que acá no se trabaja con totalizadores sino con palancas que abren o cierran los circuitos.
3	Cuchilla Doble Contacto	Manual	--Este mecanismo consta de la apertura o cierre de los circuitos, pasando de uno al otro con una sola operación. No existen riesgos de que los circuitos entren al mismo tiempo.
4	Selector	Manual	--Funciona como una especie de muletilla y posee tres posiciones (red normal, apagado y planta); el usuario se desplaza al sitio de ubicación del sistema y opera el mecanismo manualmente, acá tampoco existen riesgos con ambos circuitos.
5	Contactores	Automático	--Este sistema consta de dos contactores cuyas bobinas se alimentan cada uno de la red a la cual están conectados. Poseen contactos auxiliares que tienen como objeto la protección de las redes independientes.

Existen actualmente transferencias automáticas con contactores, pero no tienen ningún tipo de protección en su sistema, haciendo que sean vulnerables a cualquier anomalía de la red eléctrica. El diseño que se pretende implementar en este proyecto plantea las protecciones tanto en la parte de control como de potencia, esto con el fin de dar mayor seguridad a la hora de su operación.

## **5.2. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL**

### **Funcionamiento Control de Planta**

En caso de ausencia de la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará con un retardo de 3 a 5 segundos luego del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se le conoce como transferencia de energía.

Después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica, automáticamente se realiza la re-transferencia. (La carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del transformador) Quedando aproximadamente 5 minutos encendida la planta para el enfriamiento del motor. El apagado del equipo es automático.

### **Interruptor de Transferencia Manual**

Un interruptor de transferencia manual, como lo son los interruptores termo magnéticos o selectores son dispositivos eléctricos que permiten conmutar las dos fuentes de energía entre sí mediante operaciones mecánicas que realiza el usuario.

A diferencia de las transferencias automáticas, la transferencia manual no posee dispositivos electrónicos que realicen las operaciones de sensado y control en las señales de red y emergencia.

Actualmente los locales del Centro Comercial cuentan con una transferencia manual operada mediante un selector de tres posiciones, la cual debe ser manipulada por el usuario. Las posiciones del selector se describen así:

0: Sin carga.

1: Operación con red eléctrica normal.

2: Operación con el grupo electrógeno (planta eléctrica).

### **Control Eléctrico.**

En los comienzos de la industrialización las máquinas fueron gobernadas esencialmente a mano e impulsadas desde un eje común de transmisión o de línea. El funcionamiento automático de una máquina se obtiene exclusivamente por la acción del mecanismo y del control de la máquina. Este control algunas veces es totalmente eléctrico y otras veces suele combinarse al control mecánico, pero los principios básicos aplicados son los mismos.

## **Tipos De Controles Eléctricos.**

**Manual.** Este tipo de control se ejecuta manualmente en el mismo lugar en que está colocada la máquina. Este control es el más sencillo y conocido y es generalmente el utilizado para el arranque de motores pequeños a tensión nominal. Este tipo de control se utiliza frecuentemente con el propósito de la puesta en marcha y parada del motor. El costo de este sistema es aproximadamente la mitad del de un arrancador electromagnético equivalente. El arrancador manual proporciona generalmente protección contra sobrecarga y desenganche de tensión mínima, pero no protección contra baja tensión.

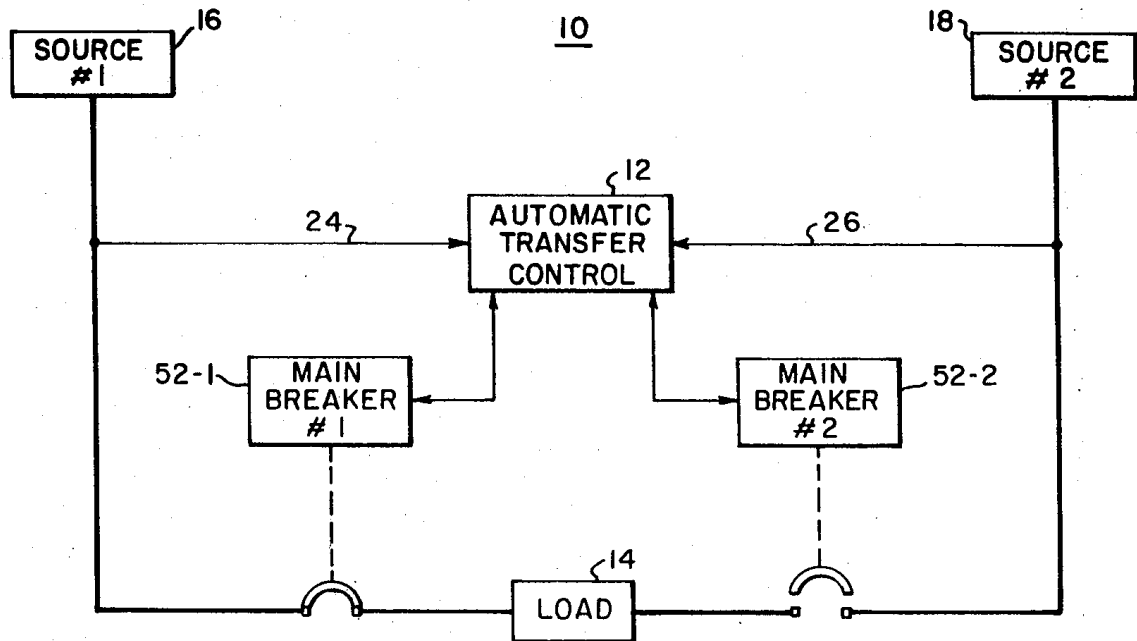
Este tipo de control abunda en talleres pequeños de metalistería y carpintería, en que se utilizan máquinas pequeñas que pueden arrancar a plena tensión sin causar perturbaciones en las líneas de alimentación o en la máquina. Una aplicación de este tipo de control es una máquina de soldar del tipo motor generador.

El control manual se caracteriza por el hecho de que el operador debe mover un interruptor o pulsar un botón para que se efectúe cualquier cambio en las condiciones de funcionamiento de la máquina o del equipo en cuestión.

**Semi-Automático.** Los controladores que pertenecen a esta clasificación utilizan un arrancador electromagnético y uno o más dispositivos pilotos manuales tales como pulsadores, interruptores de maniobra, combinadores de tambor o dispositivos análogos. Quizás los mandos más utilizados son las combinaciones de pulsadores a causa de que constituyen una unidad compacta y relativamente económica. El control semi-automático se usa principalmente para facilitar las maniobras de mano y control en aquellas instalaciones donde el control manual no es posible.

**Control Automático.** Un control automático está formado por un arrancador electromagnético o contactor, controlado por uno o más dispositivos pilotos automáticos. La orden inicial de marcha puede ser automática, pero generalmente es una operación manual, realizada en un panel de pulsadores e interruptores. En algunos casos el control puede tener combinación de dispositivos manuales y automáticos. Si el circuito contiene uno o más dispositivos automáticos, debe ser clasificado como control automático.

Figura 1. Diagrama de bloques del control automático.



- 16: Circuito principal (Red principal empresa de energía).
- 18: Circuito auxiliar (Red secundaria planta generadora).
- 12: Control automático de transferencia.
- 52-1: Totalizador red principal.
- 52-2: Totalizador red secundaria.
- 14: Carga. (Local u oficina)

### Grupo electrógeno.

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas (Centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos, etc.)

### Contactador.

Un contactador es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactador es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo,



cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "on-off". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

**Acometida.** Se entiende por acometida, la parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes de distribución, hasta las instalaciones del usuario, y estará conformada por los siguientes componentes: punto de alimentación, conductores, ductos, tablero general de acometidas, interruptor general, armario de medidores o caja para equipo de medición, los cuales se muestran en la Norma AE 200.

La acometida eléctrica servirá para transportar y utilizar la energía después del punto de conexión de la red de distribución.

### **5.3 MARCO CONTEXTUAL**

El proyecto será desarrollado en el centro comercial Alcides Arévalo en los tableros de control eléctrico de cada local u oficina, donde actualmente se encuentra instalado el selector de operación manual, en este mismo tablero se ubicara el nuevo mecanismo que involucra la parte de potencia y control para la transferencia automática.

#### **Elección del sistema definitivo.**

Se decide trabajar el diseño de la transferencia automática con los contactores pues resultan de fácil aplicación, los materiales y elementos para su instalación son sencillos de conseguir en el mercado, su mantenimiento no es complejo pues sus partes son reemplazables.

Este sistema comparado con otros que no emplean ninguna tecnología y que ponen en riesgo las instalaciones y el personal o con los que por el contrario son complicados de instalar y mantener; resulta viable, eficiente y eficaz.

## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

La solución que se implementara en el **Centro Comercial Alcides Arévalo**, es la elaboración de un sistema de control que maneje dos contactores que realizaran el cambio de transferencia automática local, a si como la elaboración de los sistemas de protección.

Es de resaltar que durante el estudio de la investigación se determino que la planta eléctrica cuenta con un control automático que monitorea el tiempo de retardo que debe tener el sistema mientras se estabiliza el voltaje ya sea de la red normal o del mismo grupo electrógeno, dado que se pueden presentar picos, caídas de tensión o inestabilidad de la red; el sistema identifica estas situaciones para que sea seguro y se eviten daños a la hora de su operación.

Todo el sistema eléctrico ira en un gabinete que contiene internamente todos los elementos; dicho gabinete tendrá llave para que solo personal calificado tenga acceso a él. Además con este sistema de contenido se facilita su mantenimiento, así mismo internamente estarán ubicados todos los planos y diagramas de conexión.

### **Caracterización**

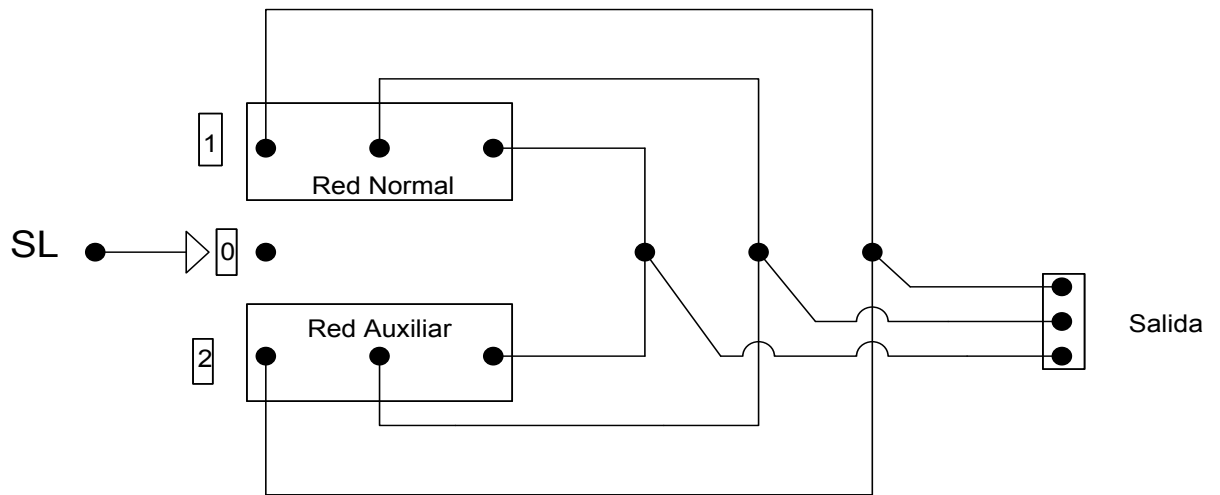
Se efectúa un estudio de todos los locales del centro comercial para realizar el análisis de las redes de cada uno, encontrando los siguientes datos:

- Voltaje: 220 Vac / 110 Vac.
- Frecuencia de la red: 60 Hz.
- Corriente máxima red normal: 80 Amperios por fase.
- Corriente máxima red auxiliar: 80 Amperios por fase.
- Cantidad de fases: 3 (R-S-T)

Actualmente se encuentra instalado para la conmutación un selector de 3 posiciones que maneja las fases de red normal y red auxiliar para los cambios en el momento de ausencia de una de las dos.

El mecanismo no cuenta con ningún tipo de protección, esta condición hace vulnerable la acometida al igual que resulta peligrosa la manipulación del selector, ocasionando situaciones de riesgo para el usuario. Además el mantenimiento de este sistema resulta complejo, prácticamente es correctivo. El diagrama de conexión del sistema actual es el siguiente:

**Figura 2. Selector Manual de tres Posiciones**



SL: Selector  
0: Off  
1: Operación Red Normal  
2: Operación Red Auxiliar

Selector Manual de Tres Posiciones

Se diseña entonces un sistema de conmutación de control automático, el cual consta de dos contactores con enclavamientos eléctricos y mecánicos, uno opera para la red normal y otro opera para la red auxiliar o de emergencia. Ambos sistemas de control están protegidos mediante mini-breakers de 20 amperios, así mismo se adecuarán totalizadores de 80 amperios para la parte de potencia de ambas redes. También se contarán con dos luces pilotos que van conectadas en paralelo con las bobinas de los contactores, para indicar cuál de las dos redes está en funcionamiento.

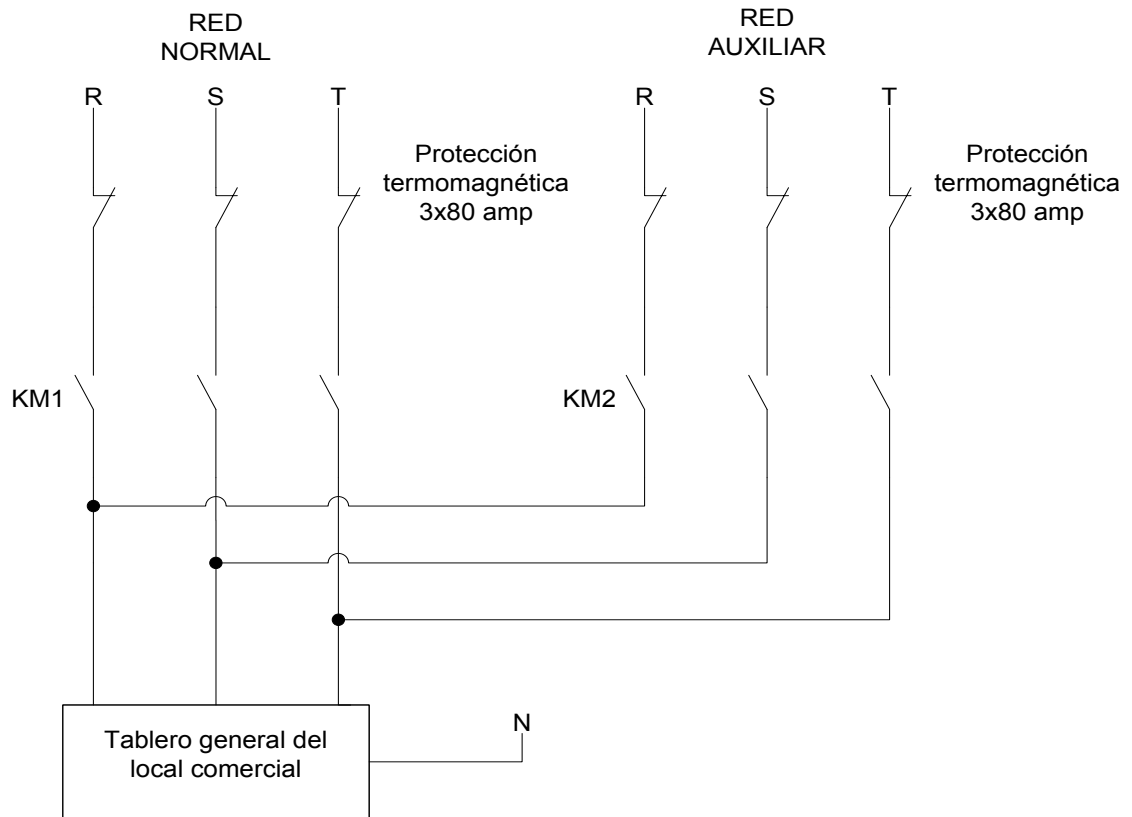
A diferencia del sistema manual, una de las características importantes son las protecciones tanto en la parte de control como en la parte de potencia, lo cual protege las redes del local y las principales. Otra característica es que la operación es totalmente automática, no tendrá intervención humana para su ejecución.

Se utilizarán contactores clase AC1, Con bobina de alimentación para 220 o 110 VAC. Los cuales serán de marcas mundialmente reconocidas y que tengan buen respaldo como es el caso de LG, ABB, Lovato, Telemecanique, General Electric. De manera similar será para la utilización de los totalizadores y los mini-breakers.

## Diagrama de Potencia

Se observan las protecciones termomagnéticas (totalizadores), los contactores y el tablero general de cada local.

**Figura 3. Diagrama de Potencia**



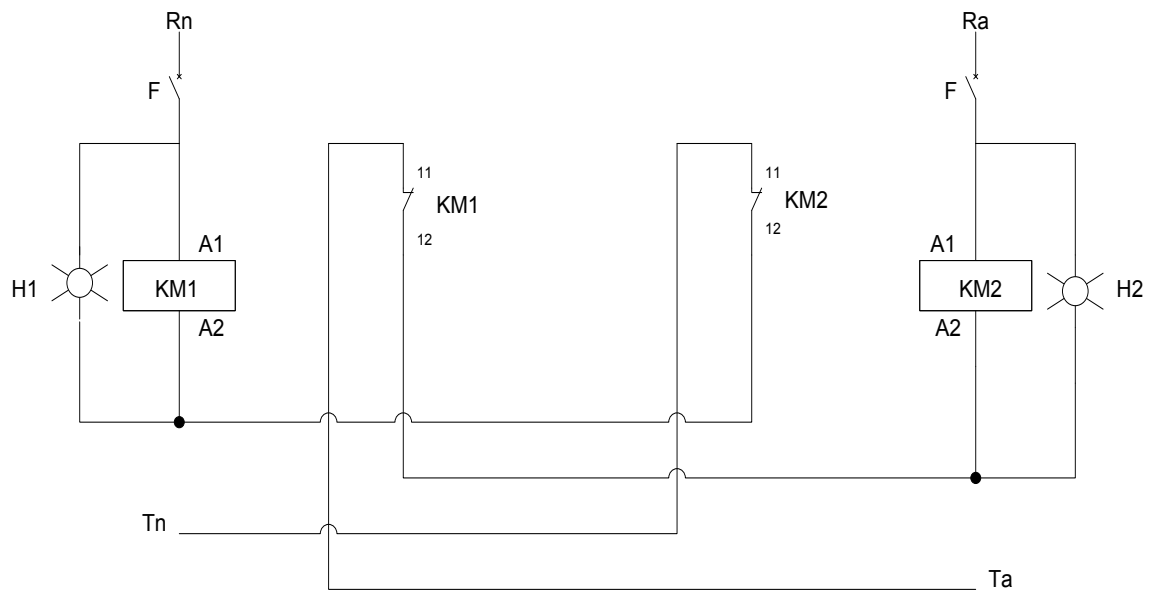
KM1: Contactor red normal  
KM2: Contactor red auxiliar  
R-S-T: Fases  
N: Neutro

DIAGRAMA DE POTENCIA

## Diagrama de Control

Cada bobina tiene un punto de alimentación directa desde su propia red (A1), en este caso es desde la fase R que se toma esta señal. Para el otro punto de la bobina (A2), la fase se obliga a pasar por el contacto N.C. del contactor que maneja la otra red. Es así como se hace el enclavamiento eléctrico, para prevenir cualquier tipo de inconveniente, garantizando la integridad del sistema. Dos luces piloto son conectadas en paralelo con cada bobina para indicar cual esta funcionando. También se observan los dos Mini-breakers que protegen las fases de alimentación de las bobinas para el control.

**Figura 4. Diagrama de Control**



Rn-Tn: Fases Red Normal  
Ra-Ta: Fases Red Auxiliar  
F: Mini-Breaker de protección 20 Amp  
KM1: Contactor Red Normal  
KM2: Contactor Red Auxiliar  
H1: Luz Piloto Red Normal  
H2: Luz Piloto Red Auxiliar  
A1-A2: Bobina Contactor  
11-12: Contacto NC

DIAGRAMA DE CONTROL

## Diagrama Unifilar

Se observa la alimentación principal, en este caso el transformador que alimenta la red normal y el generador que alimenta la red auxiliar. Las protecciones de las acometidas secundarias y las protecciones de los circuitos directos de cada local.

**Figura 5. Diagrama Unifilar**

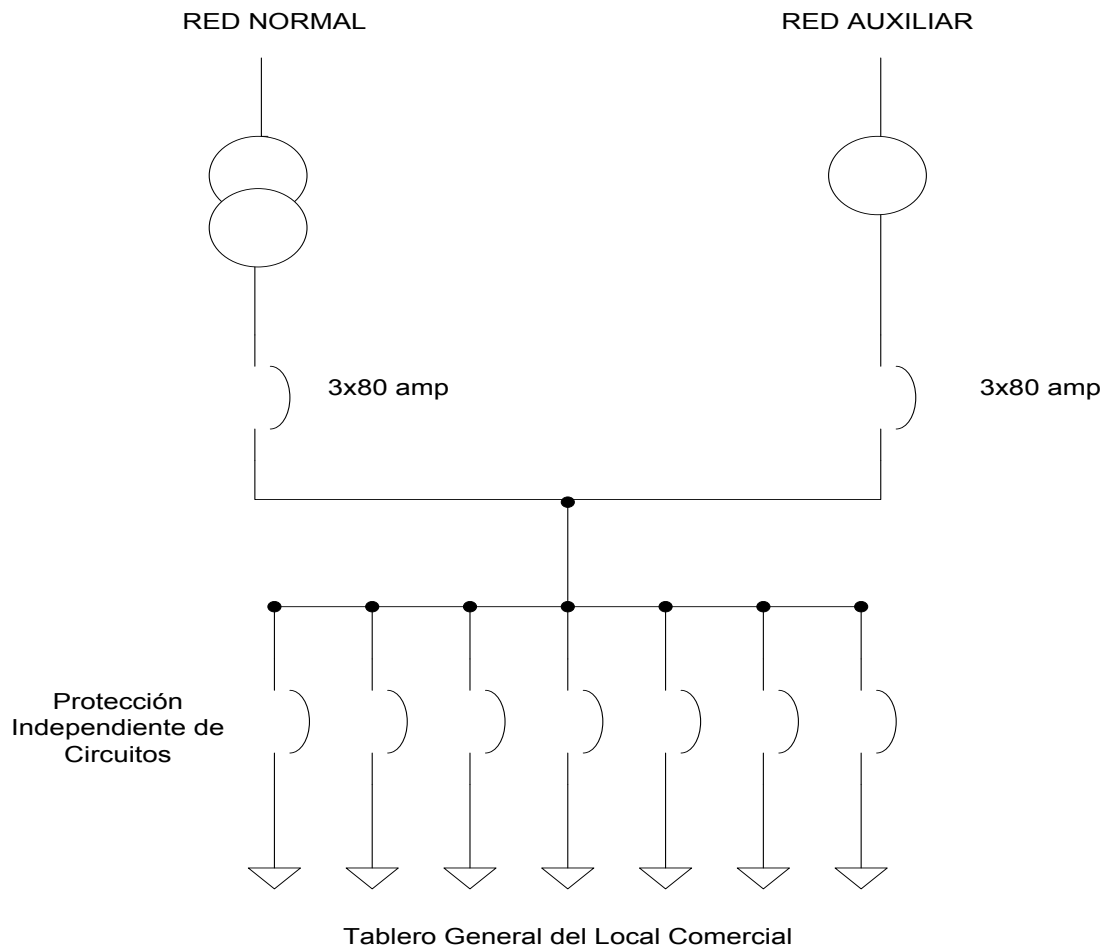


DIAGRAMA UNIFILAR

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con este mecanismo se mejora la estructura de la red de los locales pues se excluye a los usuarios de la manipulación de este y así evitar poner en riesgo la integridad del mismo dado que si se presente algún problema este solo puede ser solucionado por personal calificado.

Se moderniza la red de los locales, dándoles un valor agregado a los servicios del centro comercial.

## 8. CONCLUSIONES

- Al implementar este mecanismo se aísla cada local ante cualquier situación, sin perjudicar los demás locales, pues el sistema que se utiliza en la actualidad no tiene este tipo de protección.
- Al caracterizar el sistema de transferencia manual del centro comercial se determinan las falencias y de acuerdo a los resultados, se hizo una investigación para seleccionar los elementos más apropiados para dar solución a la problemática.
- La selección de un correcto sistema de protección en base a las características del sistema, permitiendo diseñar los esquemas eléctricos de potencia y control más convenientes, dando así confiabilidad al mecanismo que se pretende implementar.



## 9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la instalación de un control automático, como el “vorkom 1”, el cual permite monitorear constantemente el sistema, así como la programación de los tiempos de conmutación y los niveles de operación contra y sobre voltaje tanto de la red normal como del grupo electrógeno.
- Se recomienda presentar su propuesta a los directivos del centro comercial para su rápida adecuación e instalación.
- Se recomienda instalar en el tablero general sistemas indicadores de variables físicas, como voltímetros y amperímetros.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Flower Leiva, Luis. Controles y automatismos eléctricos. Santa fe de Bogotá, 1989.
- Enríquez Harper, Gilberto. Accionamientos Eléctricos, editorial Limusa s.a., 2009.
- Onos Prados, Enrique. Maniobra, Mando y Control Eléctrico. Ediciones Ceac, España, 1983.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Grupo\\_electr%C3%B3geno](http://es.wikipedia.org/wiki/Grupo_electr%C3%B3geno)
- <http://www.stmeu.com/Instalacion%20de%20Tableros%20de%20Control%20y%20Transferencias.htm>
- <http://www.velasquez.com.co/>
- <http://www.equitronica.com.co/vorkom.pdf>
- [http://www.stmeu.com/blog/PLANTAS%20DIESEL%20DE%20GENERACION%20ELECTRICA%20CURSO\(3\).html](http://www.stmeu.com/blog/PLANTAS%20DIESEL%20DE%20GENERACION%20ELECTRICA%20CURSO(3).html)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Electricidad>