

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN TECNOLÓGICA.

**CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA
AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA CENTRAL
TELEFÓNICA DE ECHANDÍA DE " ANDINATEL S.A. " EN LA
PROVINCIA DE BOLIVAR.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTROMECAÁNICA.**

MONTATIXE ALMACHI WALTER PATRICIO.

waltermix2007@hptmail.com

PILLAJO GUANO ANÍBAL GEOVANNY.

geov_em@hotmail.com

**DIRECTOR: Ing. GEMÁN CASTRO MACANCELA.
gammasservicios@andinanet.net**

Quito a 23 de septiembre del 2008

DECLARACIÓN

Nosotros MONTATIXE ALMACHI WALTER PATRICIO y PILLAJO GUANO ANÍBAL GEOVANNY, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Walter Montatixe

Aníbal Pillajo

CERTIFICACIÓN.

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por MONTATIXE ALMACHI WALTER PATRICIO y PILLAJO GUANO ANÍBAL GEOVANNY, bajo mi supervisión.

Ing: GEMÁN CASTRO MACANCELA
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica Nacional, por todos los conocimientos impartidos a lo largo de la vida universitaria.

A nuestros compañeros, amigos y hermanos por compartir parte de sus vidas.

Al Ing. Germán Castro Macancela Director del Proyectó de Titulación

Al personal técnico del Departamento de Energía y Climatización de "ANDINATEL S.A." en especial al Sr. Héctor Astudillo que gracias a su colaboración hizo posible la realización de este Proyecto

DEDICATORIA

*A Dios, quién en su infinita sabiduría nos enseña a crecer,
nos enseña a transitar por el sendero de la vida.*

*A nuestros padres por su apoyo constante e incondicional,
motivados por un solo ideal, nuestro bienestar.*

*A nuestros queridos hermanos que siempre han estado en
los momentos necesarios*

CONTENIDO
CAPÍTULO I
GENERALIDADES

1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA.....	2
1.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA.....	6
1.3 GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA.....	9
1.3.1 PARTES COMPONENTES DE UN GRUPO..... ELECTRÓGENO.....	10
1.3.2 CLASIFICACIÓN DE GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	13
1.3.3 REQUERIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO.....	15

CAPITULO II
DISEÑO DE CIRCUITOS

2.1 INTRODUCCIÓN	16
2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	16
2.2.1 ESTRUCTURA DEL PLC	18
2.2.2 CLASIFICACIÓN DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES	20
2.2.3 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN	21
2.2.4 REQUERIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN PLC	24
2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SIEMENS	24
LOGO12/24 RC CON MÓDULO DE AMPLIACIÓN DM8 12/24	
2.3.1 SOFTWARE LOGO SORFT CONFORT V 0.5	29
2.3.2 PROGRAMADOR DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SIEMENS LOGO 12/24 RC.....	29

2.3.3 ENLACE DE UN PC CON LOGO 12/24 RC PARA CARGA O DESCARGA DE PROGRAMAS	47
2.4 FACTORES QUE SE DEBE CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL	47
2.5 LÓGICA DE CONTROL	48
2.6 OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL	49
2.7 PARÁMETROS ADICIONALES DE CONTROL	57

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL TTA

3.1 CONSTRUCCIÓN	60
3.1.1 DESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS RELÉS UTILIZADOS	60
3.1.2 CONSTRUCCIÓN DEL ESQUEMA DE CONTROL	61
3.1.3 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN	62
3.2 CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE FUERZA	64
3.3 MONTAJE DEL TTA	67

CAPITULO IV

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PRUEBAS

4.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	69
4.1.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO	69
4.1.1.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	69
4.1.1.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	69
4.2 PERSONAL DE MANIPULACIÓN	70
4.2.1 MANTENIMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN	70
4.2.2 MANTENIMIENTO DEL ALTERNADOR	71
4.2.3 MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL	72
4.3 OPERACIÓN	74

4.4 PRUEBAS	77
4.5 TRANSFERENCIA	78
4.6 RETRANSFERENCIA	79
4.7 CONCLUSIONES	80
4.8 RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXO 1	
ANEXO 2	
ANEXO 3	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Conversión de mecánica en eléctrica	3
Figura 1.2 Disposición de elementos en un alternador simple	4
Figura 1.3 Representación de la formación de corriente alterna mediante inducción electromagnética.	6
Figura 1.4 Motor térmico	10
Figura 1.5 Sistema de refrigeración	11
Figura 1.6 Alternador	11
Figura 1.7 Aislamiento de vibración	12
Figura 1.8 Sistema de control	12
Figura 1.9 Grupo electrógeno a gasolina	13
Figura 1.10 Grupo electrógeno diesel industriales y duales	14
Figura 1.11 Grupo electrógeno a gas industrial	14
Figura 1.12 Grupo electrógeno encapsulado e insonorizado	15
Figura 1.13. Grupo electrógeno mediano de remolque	15
Figura 2.1 Diagrama ladder	22
Figura 2.2 Lenguaje nemónico	22
Figura 2.3 Diagrama de funciones lógicas o FBD	23
Figura 2.4 Diagrama GRAFCET	23
Figura 2.5 Controlador lógico Siemens LOGO 12-24 RC con modulo de ampliación	25
Figura 2.6 Controlador lógico programable LOGO	26

Figura 2.7 Módulo de ampliación del LOGO	27
Figura 2.8 Icono instalador del software Logo Soft Comfort V 5.0	31
Figura 2.9 Pantalla que indica que el sistema se esta preparando	31
Figura 2.10 Pantalla para escoger el idioma	32
Figura 2.11 Parámetros para continuar la instalación del software ...	32
Figura 2.12 Selección de directorio para almacenar programa	33
Figura 2.13 Selección de ubicación para acceso directo al programa	33
Figura 2.14 Pantalla que indica que el software se esta cargando	34
Figura 2.15 Icono para acceso directo al programa	34
Figura 2.16 Ventana para inicio de programación	35
Figura 2.17 Ventana de interfaz	36
Figura 2.18 Barra menú	36
Figura 2.19 Barra de herramientas estándar	37
Figura 2. 20 Ventana de información	37
Figura 2. 21 Barra de estado	37
Figura 2. 22 Barra de herramientas	38
Figura 2. 23 Herramientas de los botones constantes y bornes de conexión	39
Figura 2. 24 Funciones básicas y barra de herramientas	40
Figura 2. 25 Funciones especiales y barra de herramientas	42
Figura 2. 26 Barra de herramientas de simulación	44
Figura 2. 27 Circuito de fuerza para el arranque directo de un motor trifásico	45
Figura 2. 28 Circuito de control para el arranque directo de un motor trifásico	45
Figura 2. 29 Programa de control para el arranque directo de un motor trifásico	46
Figura 2. 30 Botones de carga y descarga de programas	47
Figura 2. 31 Diseño de la lógica de control	49
Figura 2. 32 Programación de control cuando se ausenta la energía de la red	50
Figura 2. 33 Señal de arranque automático del generador	51
Figura 2. 34 Señal de salidas Q2 y Q4	52

Figura 2. 35 Resultado de la programación de control	53
Figura 2. 36 Energizado de las salidas Q y Q5	54
Figura 2. 37 Tiempo de apagado de Q3	55
Figura 2. 38 Resultado cuando existe energía de la red pública	56
Figura 3. 1 Representación de la elaboración física del esquema red-generador	62
Figura 3. 2 Construcción final del sistema de señalización	64
Figura 3. 3 Circuito de fuerza de un TTA	65
Figura 3. 4 Representación de circuitos del TTA	66
Figura 3. 5 Representación estética del TTA.	66

RESUMEN

En el presente trabajo aparecen cuatro capítulos en los que se menciona el funcionamiento de un grupo electrógeno, cuando se suspende total ó parcialmente la energía suministrada por la empresa, y su mantenimiento, así como también sus partes y demás características.

En el capítulo uno se estudia el principio de un generador eléctrico, así como también los fenómenos que lo producen, llegando a describir cada una de las partes que lo constituyen y la gran variedad de grupos de emergencia que existen en la actualidad.

Para lo cual en el segundo capítulo se presenta todo cuanto se refiere al diseño de los circuitos además que se realiza todo un análisis profundo del núcleo de este sistema de transferencia automática como es el Controlador Lógico Programable describiendo sus partes internas y externas, su funcionamiento. Este PLC además tiene conectada una extensión que detallamos claramente junto con sus características eléctricas.

Luego se hace una narración de su construcción y montaje, temas que componen el tercer capítulo; aquí se cita todos los componentes tanto eléctricos como electrónicos que acoplados de una manera esquemática puedan tener el control de un grupo de emergencia para así abastecer de energía eléctrica en el sitio donde este va a ser montada.

Para todo lo anterior se necesitaría de una verificación de validez de este TTA , para lo cual se realiza pruebas de funcionamiento del mencionado tablero, acotando un mantenimiento eléctrico preventivo para todos sus componentes y partes del Tablero de Transferencia Automática de Energía Eléctrica.

PRESENTACIÓN

La escasa confiabilidad proporcionada por la empresa eléctrica del país con el servicio eléctrico público ha obligado a que se disponga en las industrias, edificios hospitales, centros comerciales y residencias de sistemas auxiliares de generación o grupo electrógeno, que realice la transferencia automática, de la energía principal (Empresa Eléctrica) hacia la energía de auxilio (Grupo Electrónico) para entregar energía a las cargas esenciales tales como iluminación, quirófanos, UPS alarmas, evitando que se generen inconvenientes para la industria. La transferencia de energía puede ser de forma automática o manual, dependiendo de las necesidades de una industria o establecimiento previamente indicado, así como también del diseño del técnico o de acuerdo al gusto del propietario de la fábrica de cómo quiere que funcione esta transferencia. Para lo cual se abordará la transferencia automática de energía por medio de un tablero de transferencia automática de energía o " T.T.A. " el mismo que con las nuevas técnicas y con los nuevos elementos tanto electrónicos como electromecánicos se vuelve más compacto por ende se facilita el mantenimiento preventivo, económico, seguro y confiable, características que se describirán a continuación:

Es **compacto** ya que todos los componentes se han reducido en tamaño pero sobresalen en características técnicas tanto en voltaje nominal como en potencia, acotando que un relé lógico programable lleva todo el circuito de control con lo cual disminuye notablemente el tamaño de dicho tablero.

Se dice que es **económico** ya que por el anteriormente mencionado relé lógico programable se ahorra una gran cantidad de contactores, relés, temporizadores y demás, los mismos que vienen incluidos en la circuitería interna de dicho elemento formada por compuertas lógicas electrónicas.

En **seguridad** se fundamenta claramente en sus protecciones eléctricas ya que si por cualquier causa hubiese una falla de carga o voltaje éstas intervengan rápidamente para proteger los elementos tanto electrónicos como electromecánicos.

En **confiabilidad** se caracteriza en que aún cuando realiza la transferencia automática el mencionado tablero esta previsto para que pueda ser operado en forma manual de manera muy sencilla adicionalmente está provista de un temporizador semanal para que opere cada siete días desde una fecha establecida ya que con esto se puede constatar el buen funcionamiento del tablero ya sea por una persona particular o por un técnico que está realizando mantenimiento preventivo

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

El aprovechamiento de los fenómenos eléctricos y magnéticos para producir energía y movimiento ha constituido una de las grandes preocupaciones de la ciencia. En la actualidad el uso de generadores y motores con tales fines se ha hecho habitual, pues cada vez que se hace funcionar un aparato eléctrico, estamos haciendo uso de una de las fuentes de energía más apreciadas e importantes que el ser humano haya podido concebir, y es que sin la energía eléctrica la civilización ya no sería lo que es en la actualidad, progreso y calidad de vida.

Hoy en día son las centrales eléctricas las que generan energía para el uso industrial y doméstico. La energía eléctrica la producen grandes generadores de corriente alterna instalados en centrales eléctricas y estas a su vez necesitan de otro tipo de energía que es la fuerza mecánica, la cual contribuye al movimiento del alternador.

En muchas ocasiones cuando la demanda es tan grande o por otra parte cuando hay un corte en el suministro eléctrico se hace uso de máquinas que suplen este déficit, a estos dispositivos se los conoce con el nombre de grupo electrógeno o sistema de emergencia.

El grupo electrógeno es un equipo formado por un generador eléctrico accionado por un motor térmico (gas, gasolina, o diesel) acoplado en el mismo eje y con los correspondientes dispositivos de control y comando, el motor es el encargado de accionar el rotor del generador para crear una corriente alterna y de este modo producir electricidad.

La transferencia de energía eléctrica del grupo electrógeno o de la red normal es un paso en el cual se compensan la falta o falla de electricidad, ya que el suministro de la misma es muy esencial debido a que dada su adaptabilidad, no existe ninguna actividad económica que no utilice este tipo de energía por tanto sin importar de que tipo de sistema de emergencia se trate se debe establecer una automatización para dicha transmisión.

Para realizar esta operación es necesario asociar módulos controladores los cuales tendrán como función el adquirir los diferentes parámetros eléctricos de las fuentes, tales como información del valor de voltaje, valor de intensidad de corriente, etc. lo que es preciso para mantener informado al sistema de transferencia posibilitando así comparar los datos obtenidos con los datos referenciales siendo esto útil para la toma de una resolución la cual esta relacionada con el ciclo de transferencia o retransferencia de la energía eléctrica a la carga.

Al estar automatizado el grupo de emergencia lo que se ahorra es tiempo de producción debido a que si no fuese automático se debería recorrer hasta la sala del grupo electrógeno y su transferencia, para realizar la transferencia manualmente lo que hace que se demore mucho más tiempo, el mismo que repercute en la producción general de una empresa determinada.

La lógica de funcionamiento del tablero está dada por la unidad de tipo inteligente, la cual para su funcionamiento previamente debe ser programada para trabajar en forma automática.

El mismo que con la ayuda de otros elementos eléctricos y electromecánicos, da el mando para el encendido de un generador del cual las cargas se alimenta para seguir trabajando con normalidad. Motivo por el cual es de suma importancia realizar una descripción del llamado generador.

1.2. GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA

El generador de corriente alterna constituye el medio industrial más común en la producción de electricidad, este es un dispositivo que transforma la energía mecánica que recibe en su eje en energía¹ eléctrica que suministra por sus bornes.

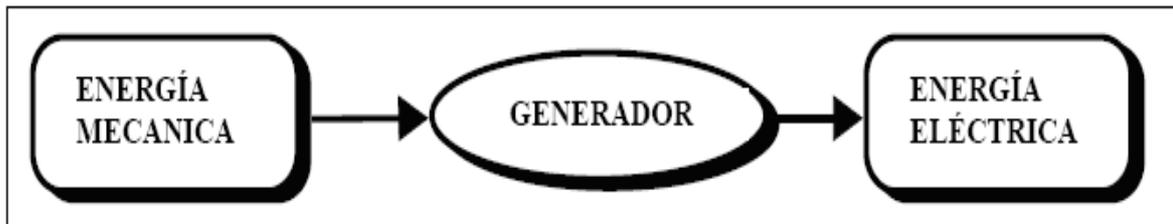


Fig 1.1 Conversión de mecánica en eléctrica

Existen dos grupos de generadores de corriente alterna: los generadores asincrónicos o de inducción y los generadores sincrónicos.

Generador asincrónico o de inducción. Estas son máquinas cuya corriente de campo se obtiene por inducción magnética en sus devanados de excitación, la operación como generador requiere que la máquina entregue potencia por el estator, como se explica a continuación: la energía ingresa por el eje mecánico, atraviesa el entrehierro y llega al estator para ser suministrada a la respectiva carga.

Se hace uso de este equipo en pocas ocasiones por que la operación en este régimen no es tan eficiente en comparación con otras alternativas, la máquina de inducción es generalmente empleada en la industria cuando trabaja como motor.

Generador sincrónico. Llamado también alternador, es una máquina sincrónica en la que se inducen fuerzas electromotrices de frecuencia proporcional a la velocidad obteniéndose voltajes y corrientes alternas. Dependiendo del sistema mecánico de accionamiento las máquinas sincrónicas pueden construirse de rotor liso cuando deban operar en altas velocidades o con rotor de polos salientes cuando son accionados a velocidades menores.

¹ <http://www.grupos-electrogenos.com>

El generador esta constituido básicamente por dos partes fundamentales que son el inductor que es el que crea el campo magnético y el inducido que es el conductor el cual esta atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo.

El inductor. Esta compuesto por el rotor (R) el cual esta dotado de piezas magnéticas las que pueden estar imantadas de forma permanente o ser electroimanes, los inductores están casi siempre formados por núcleos polares fijados solidamente a una llanta de una rueda polar, cada uno de los núcleos esta recubierto por una bobina inductora.

El sistema inductor esta constituido por los siguientes elementos: el árbol, la rueda polar, los núcleos polares y las bobinas inductoras.

Árbol. El árbol es siempre de acero forjado, el cual deberá resistir en tiempo normal, la torsión que proviene de la combinación de la cupla motor, la cupla resistente, la flexión que proviene del peso del inductor y de la atracción magnética de los polos.

Rueda polar. La rueda polar se hace casi siempre de acero colado, para reducir su peso, por la gran permeabilidad del acero y a fin de poder hacer girar ésta a velocidades tangenciales considerables,

Núcleo polar. Son siempre de acero, colado o en chapa, la permeabilidad de los núcleos polares debe ser lo mayor posible para permitir reducir al mínimo su sección y por consiguiente las dimensiones de la barra de cobre de las bobinas inductoras. Los núcleos polares son macizos o laminados donde los polos macizos tienen la ventaja sobre los polos laminados de ser de construcción mas simple y menos costosa, de ser mas fáciles de colocar sobre la llanta y la rueda polar, de ahogar las armónicas de la corriente del inducido y en el paso de acoplamiento en paralelo de los alternadores amortiguar las oscilaciones pendulares es decir desempeñar el papel de amortiguador, pero los polos macizos tienen el inconveniente de ser asiento de corrientes de Foucault bastante intensas en el caso de los inducidos de ranuras completamente abiertas, sobre todo si el entrehierro es pequeño con respecto a la abertura de las ranuras, por otra parte en polos laminados se tiene que los polos deben ser laminados en el mismo sentido que el indicado para el inducido es decir perpendicular al árbol.

Las chapas se mantienen juntas por medio de pernos o remaches que deben aislarse por lo menos los que están colocados en la superficie, como las

corrientes de Foucault tienen origen sólo en las expansiones polares se podrían laminar solamente las piezas polares y dejar macizos los núcleos, pero por las dificultades que se encuentran para fijar estas piezas laminadas se prefiere más a menudo laminar totalmente estas piezas polares. Los núcleos polares deben fijarse solidamente a la llanta, pues deben resistir esfuerzos muy considerables debido a la fuerza centrífuga, la atracción magnética no debe considerarse si los núcleos polares son atraídos por el inducido también lo son por la rueda.

Bobinas inductoras. Las bobinas inductoras se hacen con alambre de sección circular las cuales se colocan sobre los núcleos polares, y siempre montadas en serie.

El inducido². Está constituido por bobinas arrolladas sobre piezas de hierro que se magnetizan bajo la acción de los imanes o electroimanes del inductor.

Dado que el inductor está girando, el campo magnético que actúa sobre las piezas de hierro cambia de sentido cuando el rotor gira noventa grados y su intensidad pasa de un máximo a un mínimo si los polos norte (N) y sur (S) están equidistantes de las piezas de hierro como se muestra en la figura 1.2.

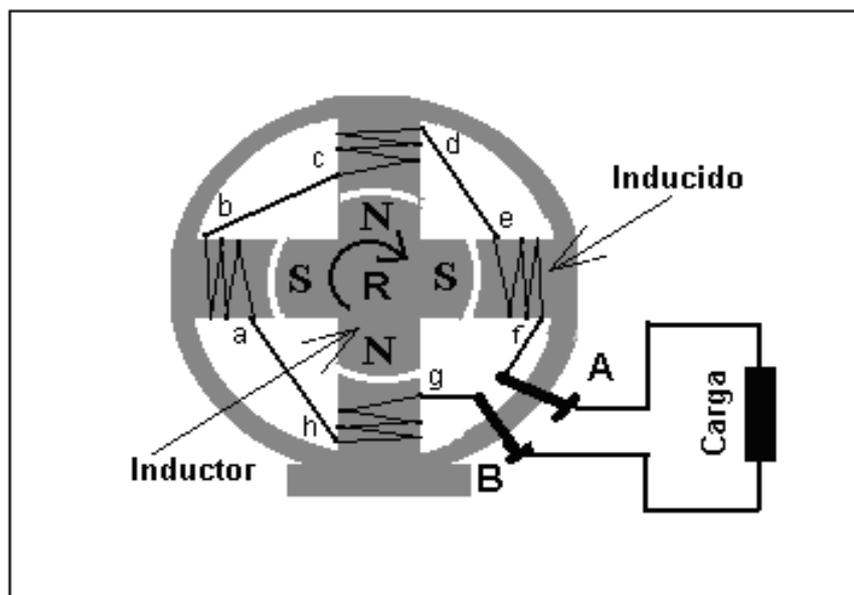


Fig 1.2. Disposición de elementos en un alternador simple.

Son estas variaciones de sentido y de intensidad del campo magnético las que inducirán en las bobinas una diferencia de potencial que cambia el valor de polaridad siguiendo el ritmo del campo.

² <http://www.grupos-electrogenos.com>

La frecuencia de la corriente alterna que aparece entre los bornes A – B se obtiene multiplicando el número de vueltas por segundo del inductor por el número de pares de polos del inducido, que en este caso son dos.

Un generador simple produce una corriente eléctrica que cambia de dirección a medida que gira la armadura, este tipo de corriente alterna es ventajosa para la transmisión de potencia eléctrica, por lo que la mayoría de los generadores eléctricos son de este tipo.

Los generadores de corriente alterna de baja velocidad se fabrican con hasta cien polos, para de esta forma mejorar su eficiencia y lograr con más facilidad la frecuencia deseada, en cambio los generadores que son accionados por turbinas de alta velocidad son a menudo máquinas de dos polos.

La corriente que se genera mediante los alternadores, aumenta hasta un pico, cae hasta cero, desciende hasta un pico negativo y sube otra vez a cero varias veces por segundo, dependiendo de la frecuencia para la que esté diseñada la máquina, este tipo de corriente se conoce como corriente alterna monofásica, pero si la armadura la componen dos bobinas, montadas a noventa grados una de otra, y con conexiones externas separadas, se producirá dos ondas de corriente, una de las cuales estará en su máximo cuando la otra sea cero, a este tipo de corriente se denomina corriente alterna bifásica, si se agrupan tres bobinas de armadura en ángulos de ciento veinte grados, se producirá corriente en forma de onda triple, conocida como corriente alterna trifásica.

1.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA.

Al hacer girar una espira de cable en el interior de las líneas de fuerza de un campo magnético, generamos una diferencia de potencial entre los extremos del cable conductor, es decir hemos creado una corriente eléctrica la cual circula por dicho cable, a este fenómeno originado se lo conoce con el nombre de inducción electromagnética como se muestra en la figura 1.3.

La inducción electromagnética³ es el fenómeno que origina la producción de una fuerza electromotriz (f.e.m. o voltaje) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, o bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático, es así que cuando dicho cuerpo es un conductor se produce una corriente inducida, la (f.e.m.) se define como la energía eléctrica que comunica el generador a cada unidad de carga que circula por el.

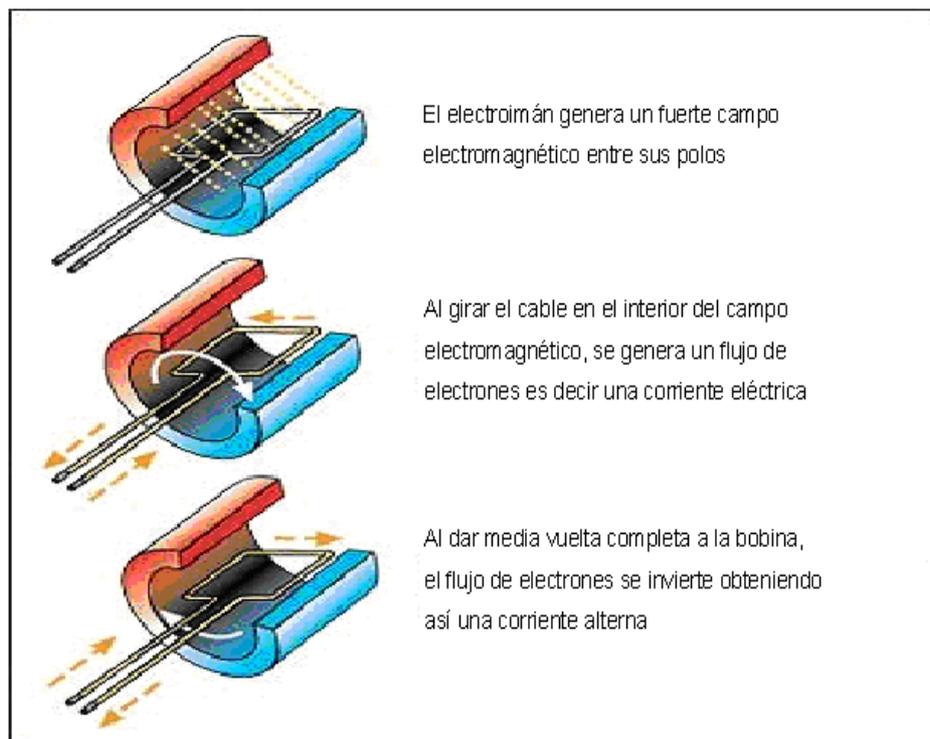


Fig 1. 3. Representación de la formación de corriente alterna mediante inducción electromagnética.

Michael Faraday el descubridor de este fenómeno manifestó que la fuerza electromotriz inducida en un circuito es igual al valor negativo de la rapidez con la cual está cambiando el flujo que atraviesa el circuito, la ecuación Ec1 define la ley de inducción de Faraday, y se la puede expresar de la siguiente manera:

$$fem = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Ec.1

³ <http://www.grupos-electrogenos.com>

Donde:

Φ : Flujo magnético

Fem: fuerza electromotriz

El signo menos de la fórmula indica que la fuerza electromotriz inducida surge para oponerse al cambio en el flujo magnético que se produce en la espira.

Si la bobina tiene (N) número de vueltas aparece una f.e.m. en cada vuelta que se puede sumar, es el caso de los solenoides, para estos casos la fuerza electromotriz inducida será calculada como en la ecuación Ec 2.

$$\text{fem} = - N \frac{d\Phi}{dt}$$

Ec. 2

De acuerdo a los conceptos anteriormente mencionados se puede concluir diciendo que la fuerza electromotriz inducida en un circuito es proporcional a la rapidez con la que varía el flujo magnético que lo atraviesa y directamente proporcional al número de espiras del inducido.

Aunque la ley de Faraday a través de su signo negativo, establece una diferencia entre las corrientes inducidas por un aumento del flujo magnético y las que resultan de una disminución de dicha magnitud, no explica el por qué ocurre este fenómeno.

Heinrich Lenz explica el sentido de las corrientes inducidas de la siguiente manera: La corriente debida a la f.e.m. inducida se opone al cambio del flujo magnético, de forma tal que la corriente tiende a mantener el flujo. Esto es válido tanto para el caso en que la intensidad del flujo varíe, o que el cuerpo conductor se mueva respecto de él.

Así cuando el polo norte de un imán se aproxima a una espira, la corriente inducida circulará en un sentido tal que la cara enfrentada al polo norte del imán sea también norte, con lo que ejercerá una acción magnética repulsiva sobre el imán, lo cual es preciso vencer para que siga manteniendo el fenómeno de la inducción. Inversamente si el polo norte del imán se aleja de la espira, la corriente inducida ha de ser tal que se genere un polo sur que se oponga a la separación de ambos.

Solo manteniendo el movimiento relativo entre espira e imán persistirán las corrientes inducidas, de modo que si se detiene el proceso de acercamiento o de separación cesarían aquellas y por tanto la fuerza magnética entre el imán y la espira desaparecería.

El sentido de las corrientes inducidas puede ser a su vez explicada por un principio más general, el principio de conservación de energía.

La producción de una corriente eléctrica requiere de un consumo de energía y la acción de una fuerza, desplazando su punto de aplicación, supone la realización de un trabajo.

En los fenómenos de inducción electromagnética, es el trabajo realizado en contra de las fuerzas magnéticas que aparece entre espira e imán el que suministra la energía necesaria para mantener la corriente inducida, si no hay desplazamiento, el trabajo es nulo es decir no se transfiere energía al sistema y las corrientes inducidas no pueden aparecer, análogamente si estas no se opusieran a la acción magnética del imán, no existiría trabajo exterior.

Con lo establecido por todos estos criterios se puede señalar que el fenómeno de inducción electromagnética se rige por dos leyes:

- La ley de Faraday: cuantitativa que nos da el valor de la corriente inducida.
- La ley de Lenz: cualitativa que nos da el sentido de la corriente inducida.

1.3. GRUPO ELECTRÓGENO O DE EMERGENCIA

El equipo encargado de generar energía eléctrica llamado también grupo electrógeno esta constituido por un generador eléctrico activado por un motor de combustión interna.

Debido a sus características mecánicas, ecológicas y económicas son los motores diesel los más utilizados en dichos grupos electrógenos.

Los grupos electrógenos están destinados a una variedad de empleos, desempeñando la función de proveedor de energía eléctrica de reserva, suplementaria o de emergencia para diversas instalaciones de servicios auxiliares esenciales y no esenciales tal como son alumbrado de emergencia, bancos,

estadios deportivos, plantas industriales, hospitales, viviendas rurales aisladas de la red eléctrica pública, etc.

1.3.1. PARTES COMPONENTES DE UN GRUPO ELECTRÓGENO.

Los grupos electrógenos básicamente están contruidos por un conjunto de varios elementos como se explica a continuación.

1) Motor térmico⁴. El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador pueda girar y genere electricidad. Según la potencia útil que se quiera suministrar habrá un determinado motor térmico que cumpla con las funciones requeridas, el cual estará compuesto por un regulador de motor, que le permite mantener una velocidad constante en relación a los requisitos de carga de combustible. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida, en la figura 1.4 se puede visualizar un ejemplo de un motor térmico.



Fig 1.4 Motor térmico

2) Sistema eléctrico del motor. El sistema eléctrico del motor es de 12 Vcc, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 Vcc.

3) Sistema de refrigeración⁵. Es un sistema que se utiliza para enfriar el motor, puede estar constituido por aire en donde un ventilador de gran capacidad hace

⁴ <http://www.grupos-electrogenos.com>

⁵ <http://www.grupos-electrogenos.com>

pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo, también se puede enfriar por medio de agua o aceite en donde el calor es evacuado en un radiador, se puede observar este elemento en la figura 1.5.



Fig 1.5 Sistema de refrigeración

4) Alternador⁶. La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado protegido contra salpicaduras, auto excitado, autorregulado y acoplado con precisión al motor, un ejemplo de alternador se puede observar en la figura 1.6.

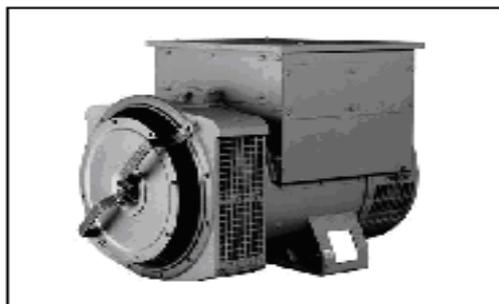


Fig 1.6 Alternador

5) Depósito de combustible y bancada. El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia, esta bancada incluye un depósito de combustible.

⁶ <http://www.grupos-electrogenos.com>

6) Aislamiento de vibración.⁷ El grupo electrógeno esta dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el grupo motor-alternador, este elemento se lo puede observar en la figura 1.7

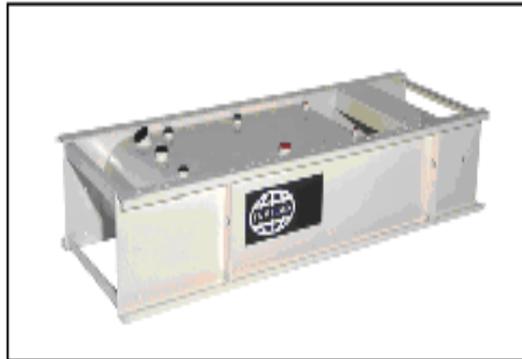


Fig 1.7 Aislamiento de vibración

7) Silenciador y sistema de escape. El silenciador de escape reduce la emisión de ruidos producidos por el motor.

8) Sistema de control⁸. Este sistema controla las operaciones del grupo electrógeno, además lo protege contra posibles fallos en el funcionamiento un ejemplo de este elemento se lo puede observar en la figura 1.8.



Fig 1.8 Sistema de control

1.3.2. CLASIFICACIÓN DE GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE COMBUSTIÓN INTERNA.

⁷ <http://www.grupos-electrogenos.com>

⁸ <http://www.grupos-electrogenos.com>

Grupos electrógenos a gasolina⁹. Son grupos electrógenos de baja potencia que se accionan con motores Otto, estos equipos se fabrican en forma de un bloque integrado de manera que todos los componentes queden contenidos en un módulo con forma de paralelepípedo.

Este tipo de grupo electrógeno funciona con gasolina, son del tipo portátil y su rango de potencia puede ir hasta 10 Kw un ejemplo de este grupo electrógeno se lo puede observar en el grafico 1.9.



Fig 1.9 Grupo electrógeno a gasolina

Grupos electrógenos diesel industriales y duales: Estos son los sistemas de emergencia más usados en aplicaciones de potencia continua el cual puede ir en un rango de 5 Kw. hasta 2,5 Mw. , están equipados con motores diesel, además poseen un sistema de control de velocidad de rotación de manera que en caso de variación de la carga no se produzcan variaciones en la frecuencia.

Generalmente son equipos estacionarios que deben instalarse en locales específicamente habilitados para este fin pues de esta manera se aislará los ruidos y las vibraciones que este produce en la figura 1.10¹⁰ se puede observar un ejemplo de este tipo de grupo electrógeno.

⁹ <http://www.grupos-electrogenos.com>

¹⁰ <http://www.grupos-electrogenos.com>



Fig 1.10 Grupo electrógeno diesel industriales y duales

Grupos electrógenos a gas, industriales¹¹. Son grupos con sistemas de combustible que usan tanto gas natural como propano, su rango de potencia puede ir desde los 10 Kw. hasta 2,5 Mw. , en la figura 1.11 se puede observar un ejemplo de este tipo de grupo electrógeno.



Fig 1.11 Grupo electrógeno a gas industrial

Grupos electrógenos encapsulados e insonorizados¹². Son equipos fabricados con encapsulados solo de protección o encapsulados acústicos para reducir los

¹¹ <http://www.grupos-electrogenos.com>

¹² <http://www.grupos-electrogenos.com>

niveles de ruido, en la figura 1.12 se puede observar un ejemplo de este tipo de grupo electrógeno.



Fig 1.12 Grupos electrógeno encapsulado e insonorizado

Grupos electrógenos móviles¹³. Son equipos de potencia superior a los grupos electrógenos que funcionan con gasolina; regularmente se accionan con motores diesel y se caracterizan por que se los puede montar sobre trineos, remolques, o en casos mayores dentro de contenedores, un ejemplo de este equipo se lo puede observar la figura 1.13.



Fig 1.13. Grupo electrógeno mediano de remolque.

1.3.3. REQUERIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO

¹³ <http://www.grupos-electrogenos.com>

Para seleccionar en forma correcta un grupo electrógeno se debe tomar en cuenta diferentes requerimientos técnicos, y económicos, de esta manera se podrá elegir el equipo correcto y se minimizará problemas y optimizará gastos.

Entre los requerimientos técnicos se puede mencionar que el grupo de emergencia a elegirse dependerá de la exigencia energética del lugar donde se ubicará el equipo, es decir que se debe conocer el valor total de la potencia requerida por el sitio, esta se la puede calcular mediante la suma de las potencias absorbidas por los receptores ha alimentar durante la falta de energía de red, multiplicada por un factor de utilización, y asumiendo a futuro un aumento del consumo, se podrá obtener el valor de potencia necesaria para determinar que tipo de grupo electrógeno es el adecuado.

Es importante tomar en cuenta el tipo de combustible con que el equipo efectuará el trabajo, y si este funcionará de forma continua o solo cuando haya interrupciones de suministro eléctrico.

En el aspecto económico cabe destacar, que elegir en forma adecuada un equipo de emergencia es fundamental ya que si se adquiere más de lo que realmente se necesita en dicho equipo, se tendrá que afrontar gastos innecesarios, como es consumo elevado de combustible y el mantenimiento de todo el módulo de emergencia, por lo contrario si el grupo electrógeno que se adquiere es menor a lo que realmente se necesita se tendrá problemas aun mayores debido a sobrecargas y otros factores.

Para elegir un grupo electrógeno no basta solo con tener en cuenta todos los aspectos antes mencionados, sino que también se debe analizar que el equipo que se adquirirá sea de marcas y proveedores reconocidos para de esta forma asegurar stock de insumos, repuestos y garantía de fabricación.

CAPITULO II

DISEÑO DE CIRCUITOS

2.1. INTRODUCCION

La mayor parte de los procesos de fabricación tiene por finalidad la creación de un producto o la operación de un sistema, todo esto requiere la ejecución de una secuencia de operaciones ya sea en forma manual realizado por el ser humano o en forma automática empleando un conjunto de dispositivos que comanden una serie de instrucciones, para lo cual existe un equipo que es utilizado para el control de este tipo de acciones al que se lo conoce con el nombre de controlador lógico programable, autómatas o PLC el mismo que acoplado con elementos eléctricos y electromecánicos como por ejemplo contactores de fuerza, relés, bobinas auxiliares, sensores de voltaje, etc. realizan un tipo de acciones y secuencias automáticas para efectuar el cambio de dos fuentes de energía eléctrica como lo son la energía que aporta la red eléctrica, y la energía que aporta el grupo electrógeno.

El propósito de este capítulo es definir y dar a conocer en forma general las características y secuencia tanto del diseño realizado en bloques (FBD) el mismo que se encuentra cargado en la memoria del PLC, y el diseño del diagrama de conexionado tanto para la señalización, para el control y la conexión del PLC con el complemento de los elementos, así como también del conexionado que va desde el tablero de transferencia automática TTA hacia la carga o diagrama de fuerza.

Como se mencionó el tipo de lenguaje que el PLC tendrá almacenado en su memoria se realiza una descripción de todo lo que se debe saber para cargar y diseñar un diagrama de bloques. Para lo cual se toma el tema del denominado PLC y su módulo de expansión, de una manera individual,

2.2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Un controlador lógico programable es un equipo electrónico que posee una memoria programable la cual permite almacenar una serie de ordenes en su interior y ejecutarlas de forma cíclica con el fin de realizar una tarea determinada, este equipo fue diseñado con el propósito de reemplazar los circuitos secuenciales de relevadores para el control de máquinas y procesos industriales.

Una ventaja importante que posee este dispositivo es que si por algún motivo fuera necesario cambiar todo el proceso o modificar parte del mismo, basta con ingresar al software de programación y realizar el cambio respectivo, además también cabe mencionar que este equipo nos permite saber el estado del proceso incluyendo la adquisición de datos.

2.2.1. ESTRUCTURA DEL PLC

El controlador lógico programable esta formado por diferentes tipos de componentes, los cuales se encuentran distribuidos en su estructura interna y en su estructura externa.

Estructura interna

La estructura interna de un PLC esta constituida por los siguientes elementos:

- Sección de entradas
- Sección de salidas
- Unidad central de proceso (CPU)

Sección de entradas: Son accesos de información del PLC las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. A los canales de entrada se unen eléctricamente captadores pasivos o activos los cuales pueden ser pulsadores, finales de carrera, detector fotoeléctrico etc., donde la información recibida en estos es enviada a la

unidad central de proceso (CPU) para ser procesada de acuerdo a la programación residente.

Captadores pasivos. Son aquellos elementos que por medio de una acción mecánica varían un estado lógico activando o no activando los canales de entrada, estos captadores pueden ser pulsadores, interruptores, finales de carrera, etc.

Captadores activos. Son dispositivos electrónicos que necesariamente deben ser alimentados por un voltaje para que pueda cambiar su estado lógico, como es el caso de detectores inductivos, capacitivos, fotoeléctricos, etc.

Sección de salida: Su notación se realiza con la letra Q las cuales pueden ser de carácter digital o analógico, según sea el requerimiento del proceso.

Unidad central de proceso (CPU): Esta unidad es la encargada de procesar el programa de usuario, para ello dispone de diferentes zonas de memoria, registros e instrucciones de programa.

Un controlador lógico programable trabaja atendiendo sus entradas y dependiendo de su estado conecta o desconecta sus salidas operando en tiempo real.

Como pueden existir gran cantidad de entradas y salidas, es necesario indicarle a la CPU la dirección de la entrada o salida a la que el programa usuario se está refiriendo.

Estructura externa

La estructura externa o configuración externa de un PLC se refiere al aspecto físico exterior, bloques o elementos en que está dividido el dispositivo, básicamente existen tres tipos de estructuras las cuales son las más comunes en estos equipos y estas son:

- Estructura compacta
- Estructura semimodular (estructura americana)
- Estructura modular (estructura europea)

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Debido a las diversas características que poseen los controladores lógicos programables, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y en otras particularidades, es necesario clasificar a estos autómatas o PLC de diferentes maneras, las cuales son indicadas a continuación en el siguiente resumen.

Clasificación por su estructura.

De acuerdo al tipo de estructura un autómata o PLC puede clasificarse de la siguiente manera:

Estructura compacta. Este tipo de controlador lógico se caracteriza por presentar en un solo bloque todos los elementos que lo constituye.

Estructura semimodular. Se caracteriza por separar las entradas y salidas del resto del controlador lógico de tal forma que en un bloque compacto están reunidas la CPU, la memoria de usuario y la fuente de alimentación y separadamente se encuentran las unidades de entrada y salida.

Estructura modular. Su característica principal es que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que forman parte del PLC.

Clasificación por la cantidad de entradas y salidas.

Controlador lógico programable PLC tipo Nano. Este es un equipo que por las características que posee se lo conoce como relé lógico programable esta unidad puede manejar un conjunto reducido de entradas y salidas generalmente en un

número de hasta 32 E/S (ENTRADAS/SALIDAS). Este dispositivo será utilizado para la construcción del TTA.

Controlador lógico programable PLC tipo micro. Este tipo de PLC puede manejar un conjunto de entradas y salidas entre 33 y 128.

Controlador lógico programable PLC tipo compacto. Su tamaño es superior a los PLC tipo nano y micro, además que tienen incorporado la fuente de alimentación, su CPU y módulos de entradas y salidas en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas E/S hasta varios cientos (alrededor de 500 E/S), estos PLC soportan una gran variedad de módulos especiales tales como:

- expansiones de entrada y salida
- entradas y salidas análogas
- módulos de comunicaciones
- interfaces de operador

Controlador lógico programable PLC tipo mediano. Este tipo de PLC puede ser del tipo integrado o modular y puede manejar un conjunto de entradas y salidas entre 512 y 1023.

Controlador lógico programable PLC tipo grande. Esta clase de PLC tiene la característica de ser un sistema redundante por lo cual tiene la capacidad de manejar un gran conjunto de entradas y salidas las que pueden ser mayores a 1024.

2.2.3. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

El lenguaje de programación es una codificación a una lista de instrucciones que el PC del controlador lógico programable pueda entender.

Existen diferentes tipos de lenguajes para programar un PLC entre los cuales se puede mencionar a los siguientes.

Diagrama ladder o escalera. Este es un lenguaje básico muy convencional ya que las instrucciones son equivalentes a los símbolos para contactos usados en relés, temporizadores contadores, funciones lógicas, etc este tipo de programación se lo puede apreciar en la figura 2.1¹⁴.

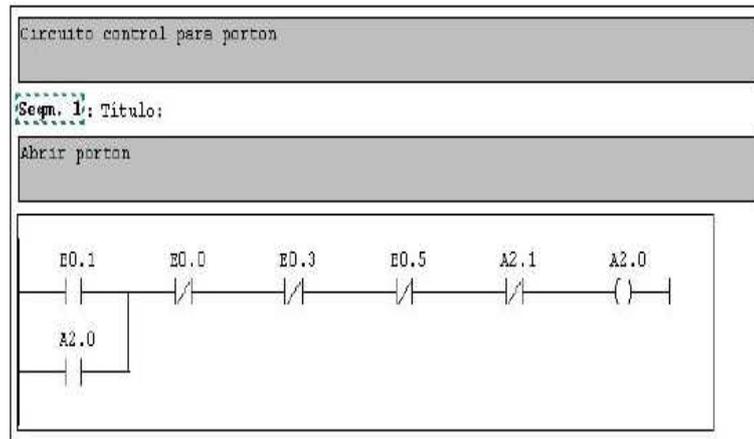


Fig 2.1 Diagrama ladder

Lenguaje por lista de operaciones o nemónico¹⁵. Este lenguaje consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos, este tipo de programación se lo puede apreciar en la figura .2.2.

0	LD	M8002	M8002	
1	SET	S0	S0	
3	ZRS	S20	S20	S40
8	STL	S0	S0	
9	SET	S40	S40	
11	STL	S40	S40	
12	LD	X000	X000	
13	SET	S21	S21	
15	LD	X001	X001	
16	SET	S22	S22	
18	STL	S21	S21	
19	LD	X002	X002	
20	SET	S23	S23	
22	LD	X003	X003	
23	SET	S24	S24	
25	LD	X004	X004	
26	SET	S25	S25	
28	STL	S23	S23	
29	OUT	T0	T0	K25
32	LDI	T0	T0	
33	OUT	Y000	Y000	
34	LD	T0	T0	

Fig 2.2 Lenguaje nemónico

¹⁴ Manual del usuario LOGO Versión 2003

¹⁵ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Diagrama de funciones lógicas. El diagrama de funciones lógicas o conocido también como FBD es un lenguaje gráfico que permite programar elementos que aparecen como bloques para ser cableados entre si de forma análoga al esquema de un circuito, en la figura 2.3¹⁶ se puede observar un modelo de este tipo de programación.

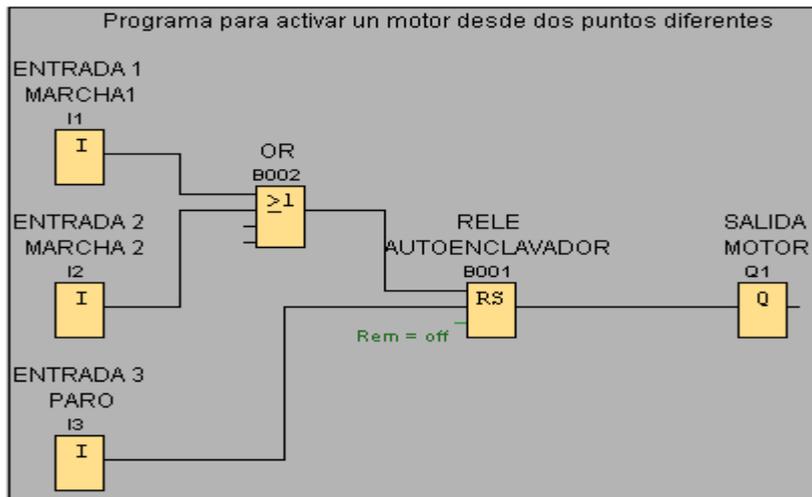


Fig 2.3. Diagrama de funciones lógicas o FBD

Gráfico secuencial de funciones (GRAF CET)¹⁷. Este es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa, en la figura 2.4 se puede apreciar un ejemplo de este tipo de programación.

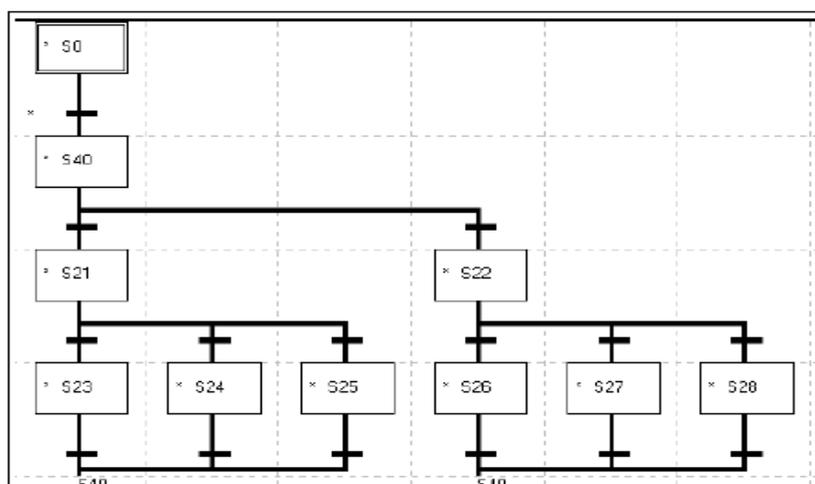


Fig 2.4. Diagrama GRAFCET

¹⁶ Manual del usuario LOGO Versión 2003

¹⁷ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Texto estructurado. Este es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida al lenguaje de programación PASCAL este tipo de programación puede ser empleado para realizar rápidamente sentencias complejas que manejen variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales.

2.2.4. REQUERIMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UN PLC

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

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

Tipo de entradas y salidas: Esto se refiere a que hay que señalar si las entradas son de tipo ON – OFF o son entradas de tipo análogo

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

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

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

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

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

2.3 RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE SIEMENS LOGO

12/24 RC CON MODULO DE AMPLIACIÓN DM8 12/24.

Este es un dispositivo lógico universal de Siemens el cual puede ser empleado en diferentes tipos de operaciones debido a que esta unidad y los módulos de ampliación de entradas y salidas permiten una adaptación muy flexible y precisa a cada aplicación especial, ofreciendo soluciones que abarcan desde una pequeña instalación doméstica hasta labores complejas.

Un equipo LOGO¹⁸ puede ampliar el número de entradas y salidas únicamente con módulos de ampliación de la misma clase de tensión. Mediante una codificación mecánica (clavijas en la carcasa) se impide que se puedan conectar entre si dispositivos de una clase de tensión diferente, este conjunto se lo puede apreciar en la figura 2.5.

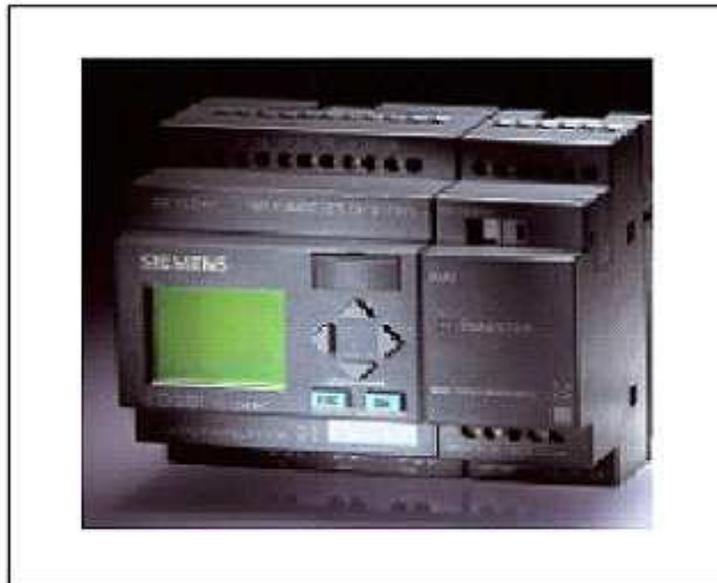


Fig 2.5 Controlador lógico Siemens LOGO 12-24 RC con modulo de ampliación

Se puede distinguir el tipo de unidad LOGO mediante un código que proporciona información sobre las características que posee cada elemento, tal como se indica a continuación en el siguiente listado.

¹⁸ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Códigos

- 12: Versión de 12 v
- 24: Versión de 24 v
- 230: Versión de 115...240 v
- R: Salida de relé (sin R), las salidas serán de transistor
- C. Temporizador semanal integrado
- o: Variante sin pantalla (“LOGO! Pure”)
- DM: Módulo digital
- AM: Módulo analógico
- CM: Módulo de comunicación (AS-Interfaces)

El equipo de control LOGO¹⁹ y su módulo de ampliación esta constituido por diferentes tipos de elementos, en la figura 2.6 se puede observar como se encuentran distribuidas estos elementos mientras que en la figura 2.7 se puede apreciar como esta constituido el módulo de ampliación para este dispositivo.

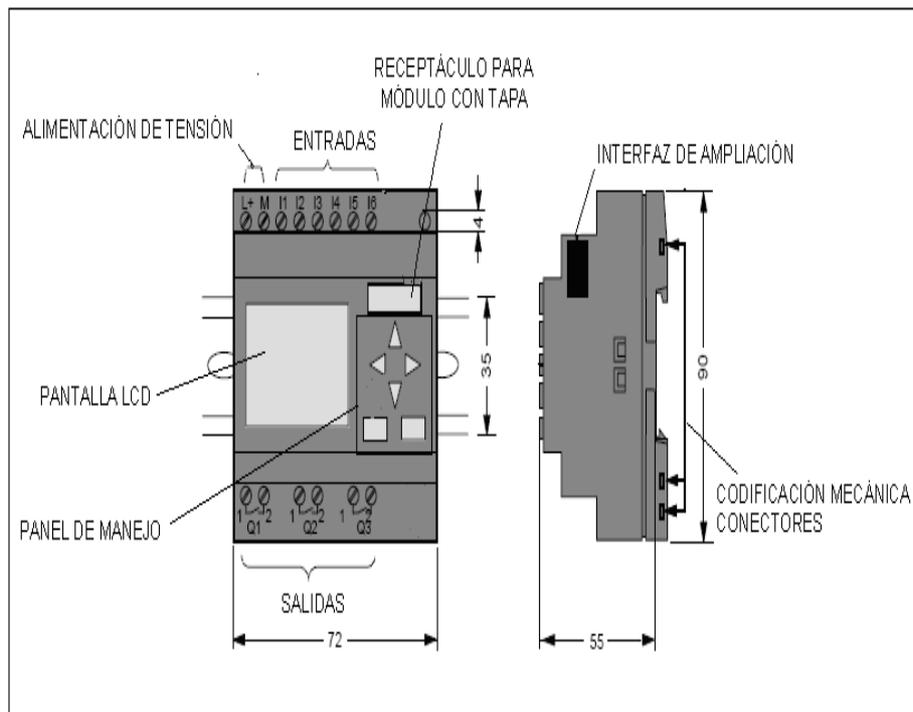


Fig 2.6 Relé lógico programable LOGO

¹⁹ Manual del usuario LOGO Versión 2003

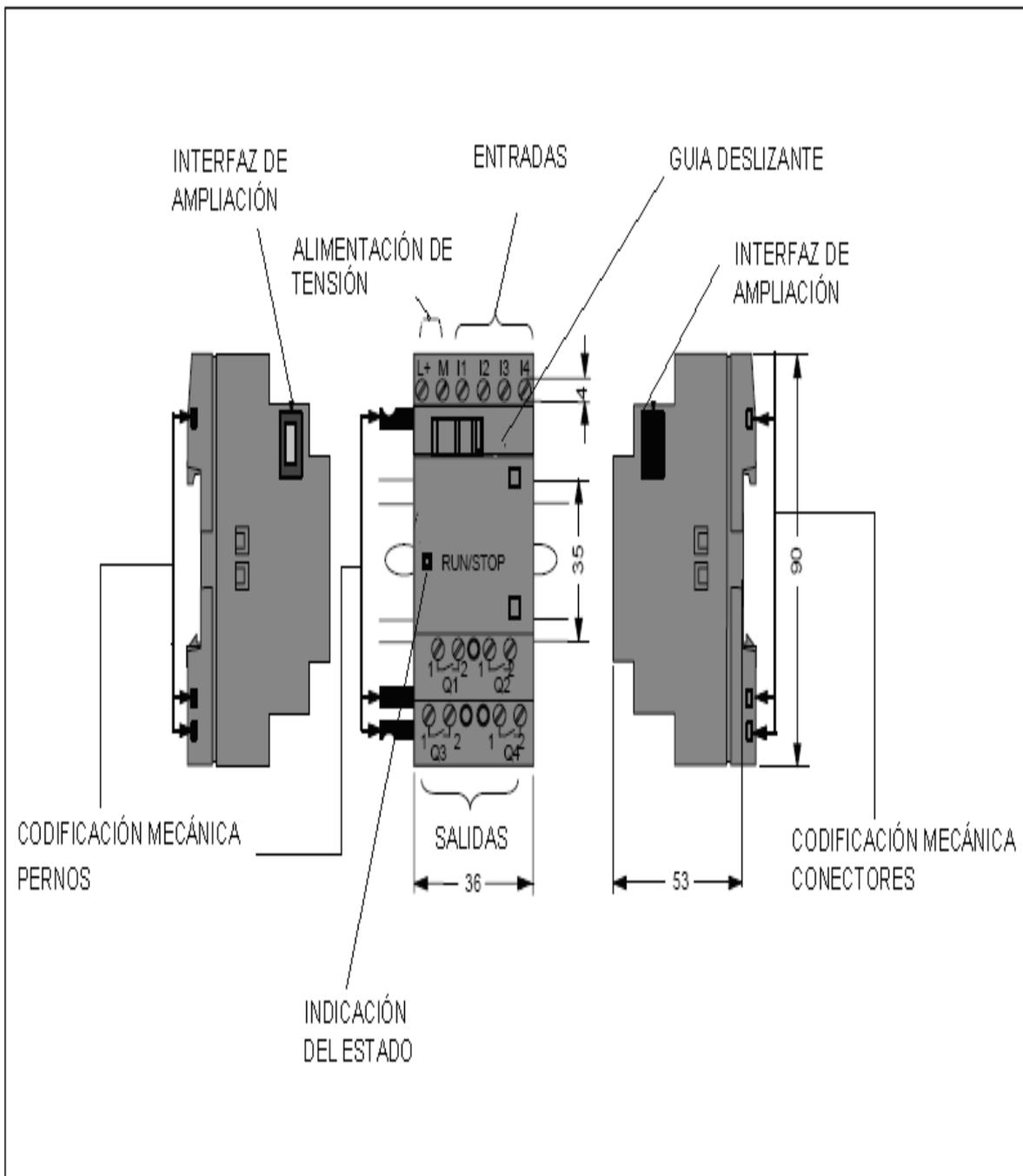


Fig 2.7 Módulo de ampliación del LOGO

Cada modelo de controlador lógico programable LOGO y su respectivo módulo de ampliación²⁰ posee sus propias características técnicas de funcionamiento, a continuación en el siguiente grupo de tablas se podrá analizar las especificaciones técnicas de la unidad de control LOGO 12/24 RC. y su bloque de ampliación DM8 12/24.

²⁰ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Datos técnicos del relé lógico programable LOGO 12/24 RC y su módulo de expansión DM8 los mismos que están en las tablas 1, 2.

TABLA #1 Datos técnicos del PLC y su módulo de expansión DM8

	LOGO 12/24 .RC.	LOGO 12/24 DM8
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12/24 Vcc	12/24 Vcc
Rango admisible	10.8...28.8 Vcc	10.8...28.8 Vcc
Proyección contra inversión de polaridad	Si	Si
Consumo de corriente		
12 Vcc,	30...140mA	30...140mA
24 Vcc	20...75mA	20...75mA
Compensación de fallas de tensión		
12Vcc	tip 2 ms	tip 2 ms
24Vcc	tip 5 ms	tip 5 ms
Potencia disipada		
12Vcc	0.3...1.7 W	0.3...1.7 W
24Vcc	0.4...1.8W	0.4...1.8W
Precisión del reloj del tiempo real	max 2 s/ día	
Separación galvánica	No	No
Entradas digitales	Si	Si

**TABLA #1 Datos técnicos del PLC y su módulo de expansión DM8
(CONTINUACION)**

Separación galvánica	No	No
Tensión de entrada L+		
señal 0	< 5 Vcc	< 5 Vcc
señal 1	> 8 Vcc	> 8 Vcc
Intensidad de entrada para señal 0	< 1.0 mA (I 1...I 6) < 0.05 mA (I 7...I 8)	< 1.0 mA
señal 1	>1.5 mA (I 1...I 6) >0.1 mA (I 7...I 8)	>1.5 mA
Tiempo de retardo para		
cambio de 0 a 1	tip 1.5 ms <1.0 ms (I 5, I 6) tip 300 ms (I 7, I 8)	tip 1.5 ms
cambio de 1 a 0	tip 1.5 ms < 1.0 ms (I 5, I 6) tip 300 ms (I 7, I 8)	tip 1.5 ms
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m	100 m
Entradas analógicas		

2.3.1 SOFTWARE LOGO SOFT COMFORT V 5.0

Para crear un programa de control la unidad lógica programable Siemens Logo 12/24 RC posee dos posibilidades para elaborar el mismo, la primera de ellas es hacerlo desde el panel de manejo que se encuentra en el dispositivo y la segunda posibilidad es realizarlo mediante la ayuda de un software de programación, para nuestro caso se ha seleccionado la segunda alternativa.

El software compatible con este dispositivo es Logo Soft Comfort V5, este es un programa muy versátil ya que permite crear, modificar, simular, probar, guardar e

imprimir programas y establecer de esta manera los sistemas de automatización de acuerdo a la necesidad requerida, se debe tomar en cuenta que este software existe en diferentes versiones las cuales varían en ciertas modificaciones pero no presenta inconveniente alguno por que son compatibles con esta unidad de control.

2.3.2. PROGRAMACIÓN DEL RELÉ LÓGICO PROGRAMABLE SIEMENS LOGO 12/24 RC

La sistematización del PLC se realiza mediante un computador que posea las características requeridas por el software con el que se creará un programa que seguidamente será enviado a la unidad controladora por medio de un cable de comunicación.

Logo Soft Comfort tiene capacidad de servidor además proporciona comodidad y ayuda en el manejo de funciones y funcionalidades para la elaboración de un programa,

Para proceder a elaborar un programa en Logo Soft Comfort V 5.0 es preciso que dicho software se encuentre instalado en el computador, en el siguiente resumen se indica el procedimiento a seguir para instalar el mencionado programa.

Como primer punto se debe ingresar en el computador la unidad instaladora del programa, haciendo doble clic en el icono Setup²¹. exe se empieza con el proceso de instalación del software ver figura 2.8.



Fig. 2.8 Icono instalador del software Logo Soft Comfort V 5.0

²¹ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Inmediatamente aparecerá una pantalla indicando que se esta preparando la instalación²² tal como se muestra en la figura 2.9.

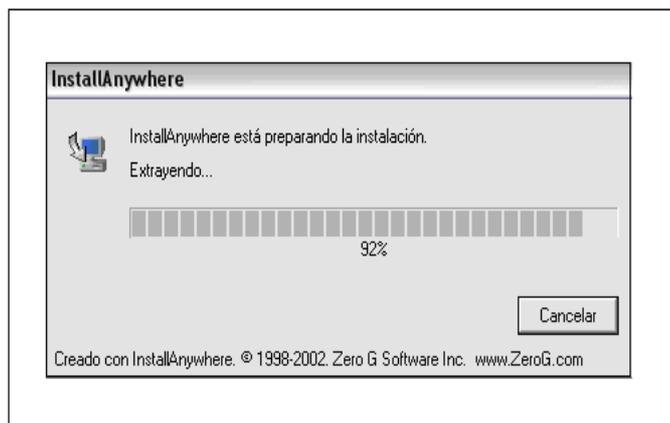


Fig 2.9 Pantalla que indica que el sistema se esta preparando

A continuación se presentara otra pantalla en donde se deberá escoger el idioma y se continuara la instalación haciendo clic en el botón OK así como se muestra en la figura 2.10.

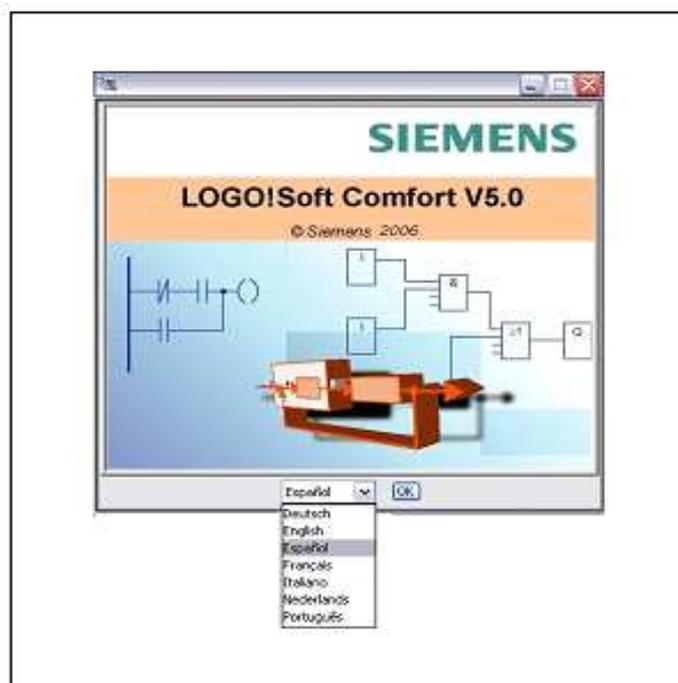


Fig. 2.10 Pantalla para escoger el idioma

²² Manual del usuario LOGO Versión 2003

Seguidamente aparece otra imagen en donde se indica ciertos parámetros necesarios que se debe aceptar para poder seguir con la instalación del software ver figura 2.11²³.



Fig 2.11 Parámetros para continuar la instalación del software
Una siguiente pantalla aparecerá solicitando que se de un directorio (carpeta)²⁴ en donde se requiere que se instale el programa ver figura 2.12.



Fig. 2.12 Selección de directorio para almacenar programa

²³ Manual del usuario LOGO Versión 2003

²⁴ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Posteriormente se debe seleccionar la ubicación del acceso directo esto quiere decir que la programador debe escoger un sitio en donde se requiere que el icono de ingreso al programa se situé tal como se puede visualizar en la figura 2.13²⁵.



Fig. 2.13 Selección de ubicación para acceso directo al programa

Por último aparecerá una ventana indicando que el software se esta cargando en el PC del computador ver figura 2.14²⁶.

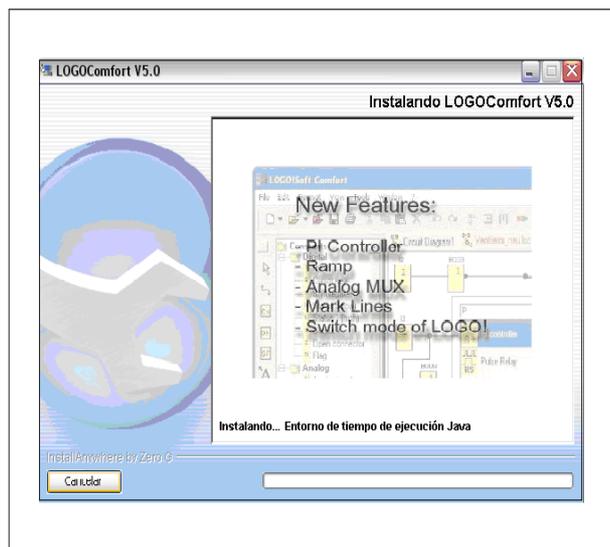


Fig. 2.14 Pantalla que indica que el software se esta cargando

²⁵ Manual del usuario LOGO Versión 2003

²⁶ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Cuando todo este proceso haya concluido y el software se encuentre instalado en su totalidad, entonces aparecerá una representación gráfica o icono²⁷ el cual es utilizado para identificar el acceso directo al programa Logo Soft Comfort 5.0 en la ubicación que se haya seleccionado como acceso directo ver figura 2.15.



Fig. 2.15 Icono para acceso directo al programa

Una vez que el proceso de instalación del programa a concluido se puede acceder a trabajar con el software, a continuación se indicará cual es el procedimiento a seguir para editar un programa y utilizar las herramientas del sistema en forma adecuada.

Para empezar la programación se debe ingresar al software haciendo doble clic en el icono de acceso directo que se muestra en la figura 2.15, al abrir el programa se desplegará una ventana con una barra de herramientas²⁸, en dicha ventana se deberá hacer clic en el botón nuevo y de esta forma empezar a crear algún tipo de programa, ver figura 2.16.

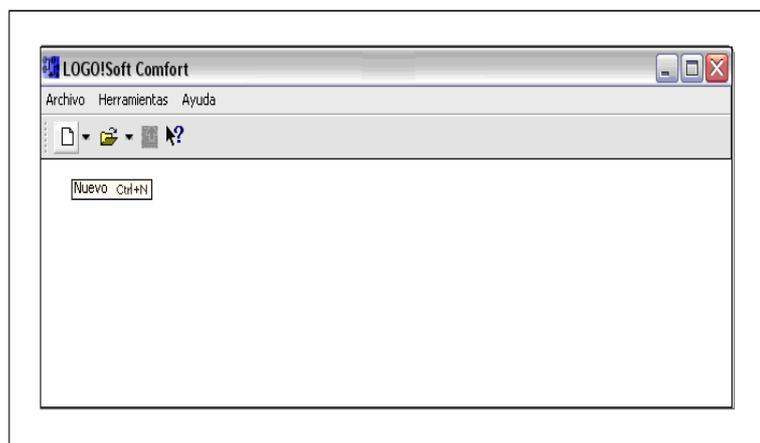


Fig. 2.16 Ventana para inicio de programación

²⁷ Manual del usuario LOGO Versión 2003

²⁸ Manual del usuario LOGO Versión 2003

En seguida se puede apreciar la pantalla de interfaz de usuario, en esta ventana se encuentra las herramientas necesarias para realizar la programación es decir que en este espacio se hallan los símbolos y enlaces del programa, tal como se muestra en la figura 2.17.

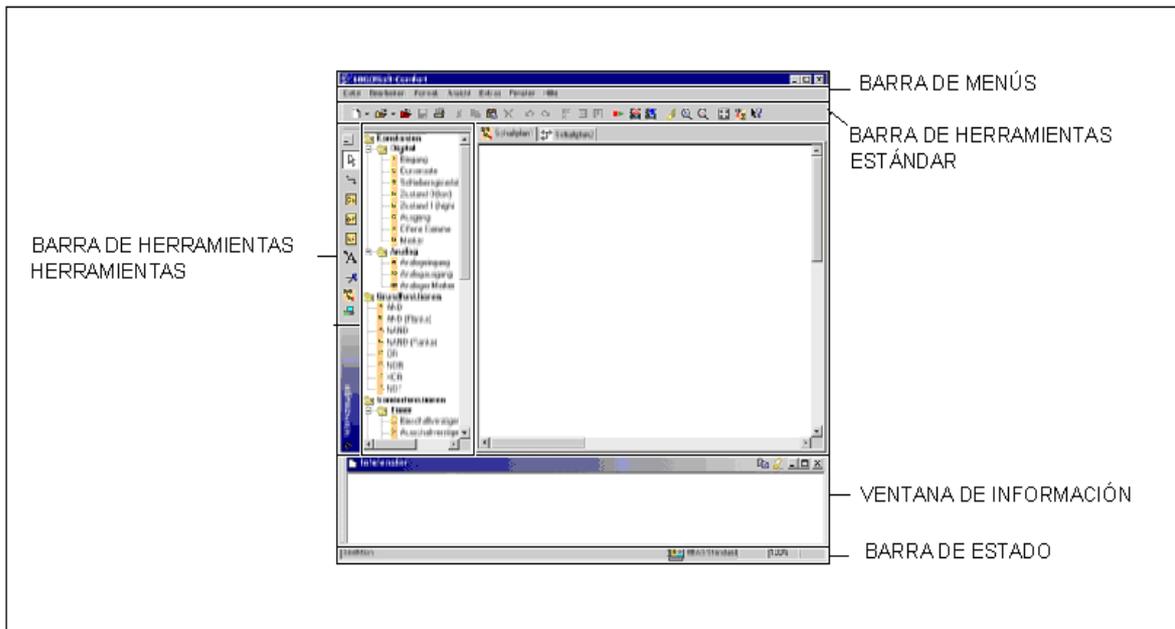


Fig. 2.17 Ventana de interfaz

Barra de menús²⁹. Esta barra contiene los diferentes comandos necesarios para editar y gestionar los programas, aquí se encuentra además las configuraciones y funciones de transferencia del programa ver figura 2.18.



Fig. 2.18 Barra menú

²⁹ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Barra de herramientas estándar³⁰. Esta barra esta acoplada a la barra de menú y permite acceder en forma directa a las principales funciones del software como son crear un nuevo programa, guardar, imprimir, cortar copiar, etc, así como se lo ve en la figura 2.19.

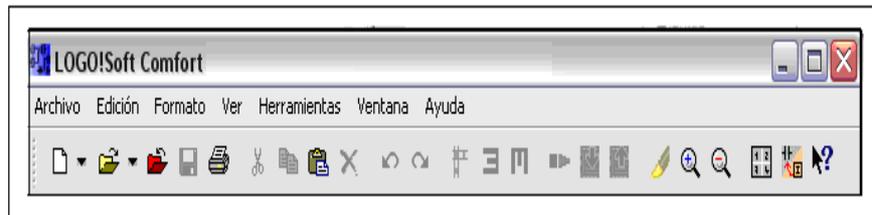


Fig. 2.19 Barra de herramientas estándar

Ventana de información³¹. Esta ventana permite apreciar los datos e indicaciones, además se presentan los módulos LOGO recomendados como posibles módulos para un respectivo programa, ver figura 2.20.

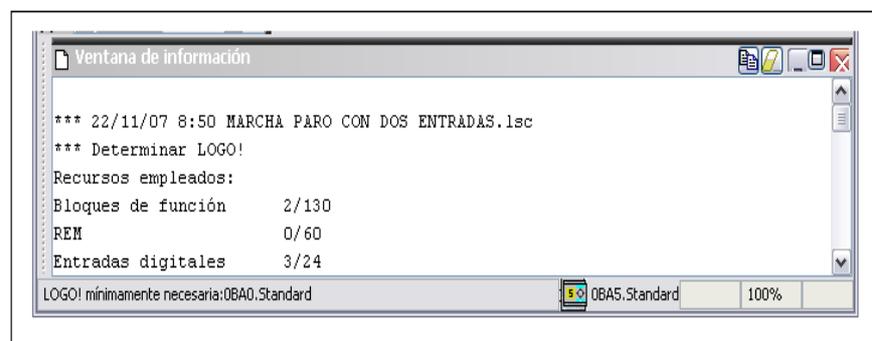


Fig. 2.20 Ventana de información

Barra de estado³². En esta barra se indica la información acerca de la herramienta activa, el estado del programa, el valor del zoom ajustado, la página general del esquema y el dispositivo seleccionado, ver figura 2.21.

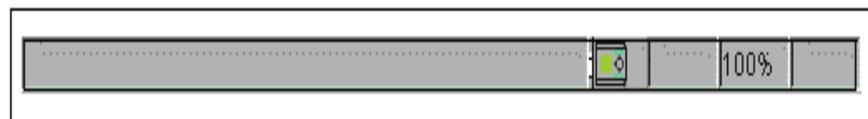


Fig. 2.21 Barra de estado

³⁰ Manual del usuario LOGO Versión 2003

³¹ Manual del usuario LOGO Versión 2003

³² Manual del usuario LOGO Versión 2003

Barra de herramientas-herramientas³³. Esta barra de herramientas contiene íconos que son útiles para la creación y procesamiento de programas, en la figura 2.23 se puede apreciar como está conformada esta barra.

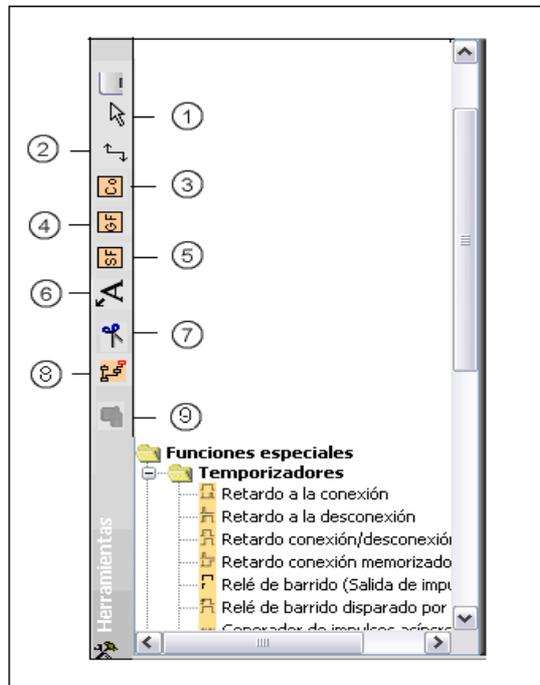


Fig. 2.22 Barra de herramientas

A continuación se explicará como trabaja cada una de estos elementos:

Herramienta de selección 1 . Este elemento es utilizado para la selección y desplazamiento de bloques, textos y líneas d conexión, esta herramienta se puede activar pulsando la tecla Esc o haciendo clic en el icono

Herramienta de conexión 2  ³⁴. Esta herramienta permite conectar las entradas y salidas de los bloques ubicados.

Constantes y bornes de conexión 3  ³⁵. Esta herramienta es utilizada cuando se necesita posicionar bloques de entrada, bloques de salida marcas o constantes en el entorno de la programación, es decir que al seleccionar esta opción se despliega otra barra de herramientas³⁶ como se ve en la figura 2.23.

³³ Manual del usuario LOGO Versión 2003

³⁴ Manual del usuario LOGO Versión 2003

³⁵ Manual del usuario LOGO Versión 2003

³⁶ Manual del usuario LOGO Versión 2003

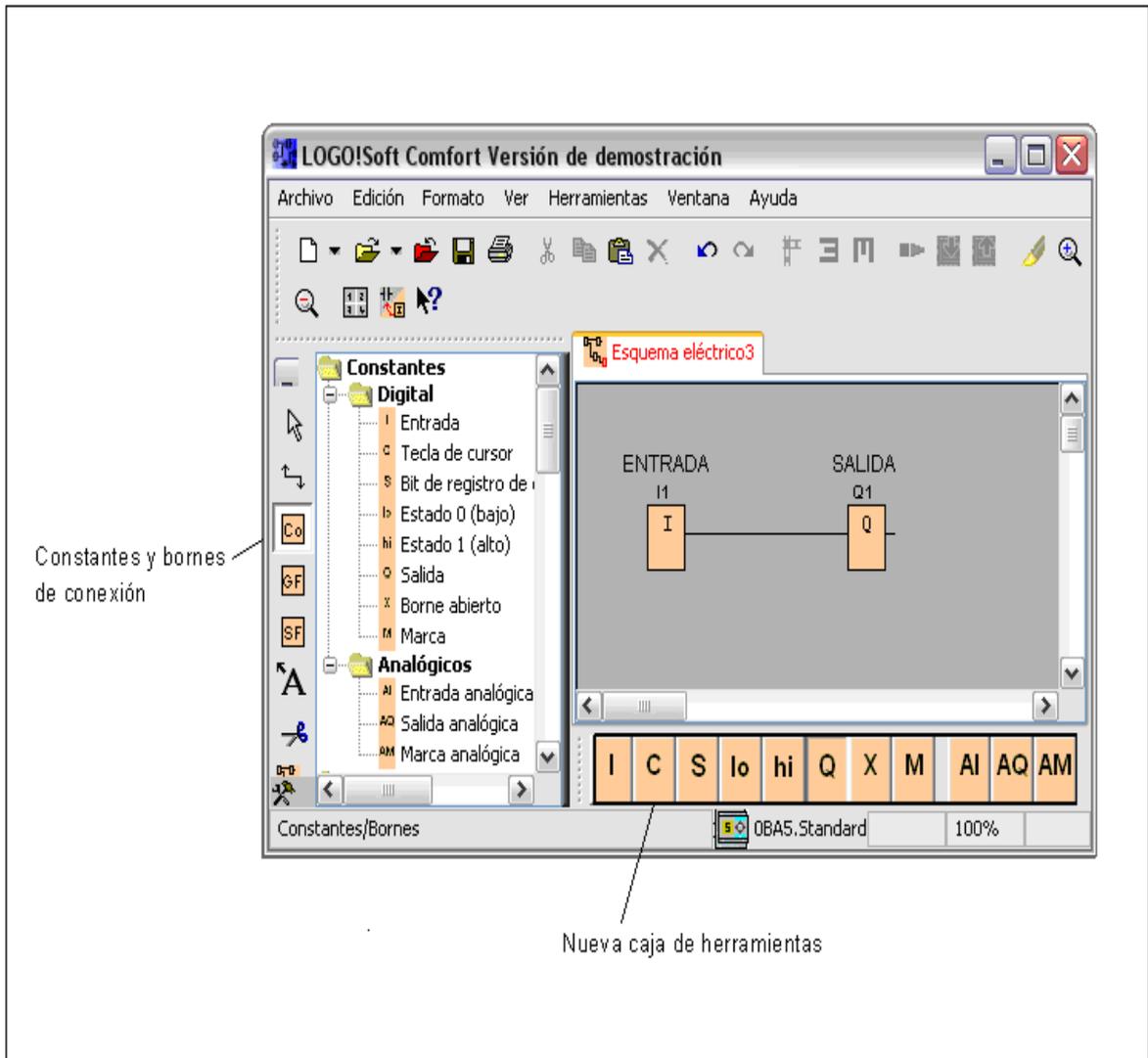


Fig. 2.23. Herramientas de los botones constantes y bornes de conexión

I Entradas: Estos bloques representan los bornes de entrada de un LOGO, se pueden utilizar hasta 24 entradas digitales.

Q Salidas: Estos bloques representan los bornes de salida de un LOGO, se puede utilizar hasta 16 salidas.

S Bits de registro de desplazamiento

C Teclas del cursor

lo hi Nivel fijo

- X** Bornes abiertos
- M** Marcas
- AI** Entradas analógicas:
- AQ** Salidas analógicas
- AM** Marca analógica

Funciones básicas 4 **GF**³⁷ . Esta herramienta es útil cuando se necesita posicionar elementos de conexión básicos simples del algebra booleana en el entorno de la programación por lo que al seleccionar este botón se desplegará una nueva barra de herramientas, como se indica en la figura 2.24

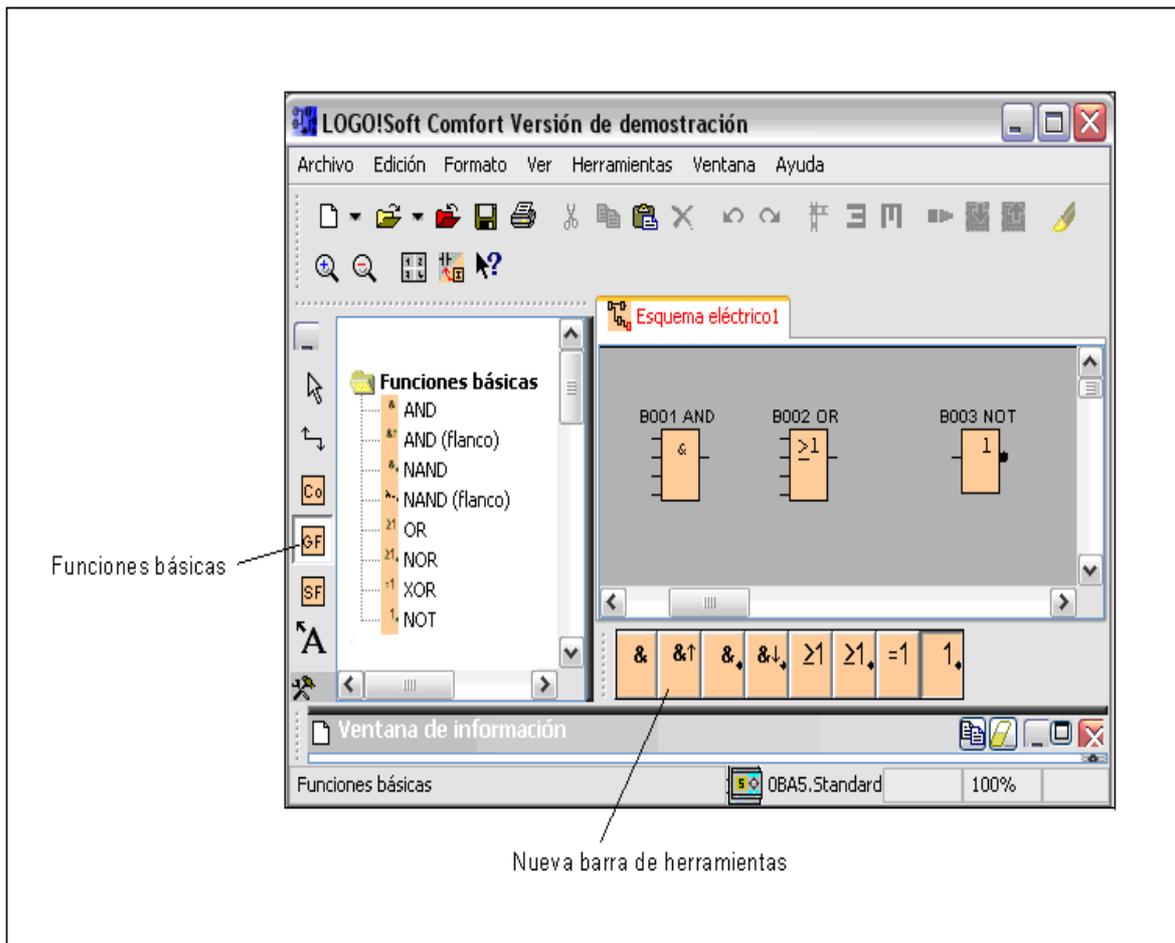


Fig 2.24 Funciones básicas y barra de herramientas

³⁷ Manual del usuario LOGO Versión 2003



Este bloque representa la condición lógica AND, el estado lógico de la salida de esta función será 1 o estará conectada siempre que sus entradas también tengan su estado lógico en uno.



Este bloque representa la condición lógica AND con evaluación de flancos



Este bloque representa la condición lógica NAND



Este bloque representa la condición lógica NAND con evaluación de flancos



Este bloque representa la condición lógica OR, el estado lógico de la salida de esta función será 1 si al menos una de sus entradas tiene el valor lógico 1, es decir esta conectada.



Este bloque representa la condición lógica NOR



Este bloque representa la condición lógica XOR



Este bloque representa la condición lógica NOT, donde el estado lógico de la salida será 1 si la señal de entrada es 0, es decir en la salida se invierte el valor lógico que tenga la entrada.

Funciones especiales 5  . Esta herramienta es útil cuando se necesita posicionar funciones adicionales con remanencia o comportamiento de tiempo en el entorno de la programación, cuando se selecciona este botón se despliega una

nueva barra de herramientas, la cual se la puede observar a continuación en la figura 2.25³⁸.

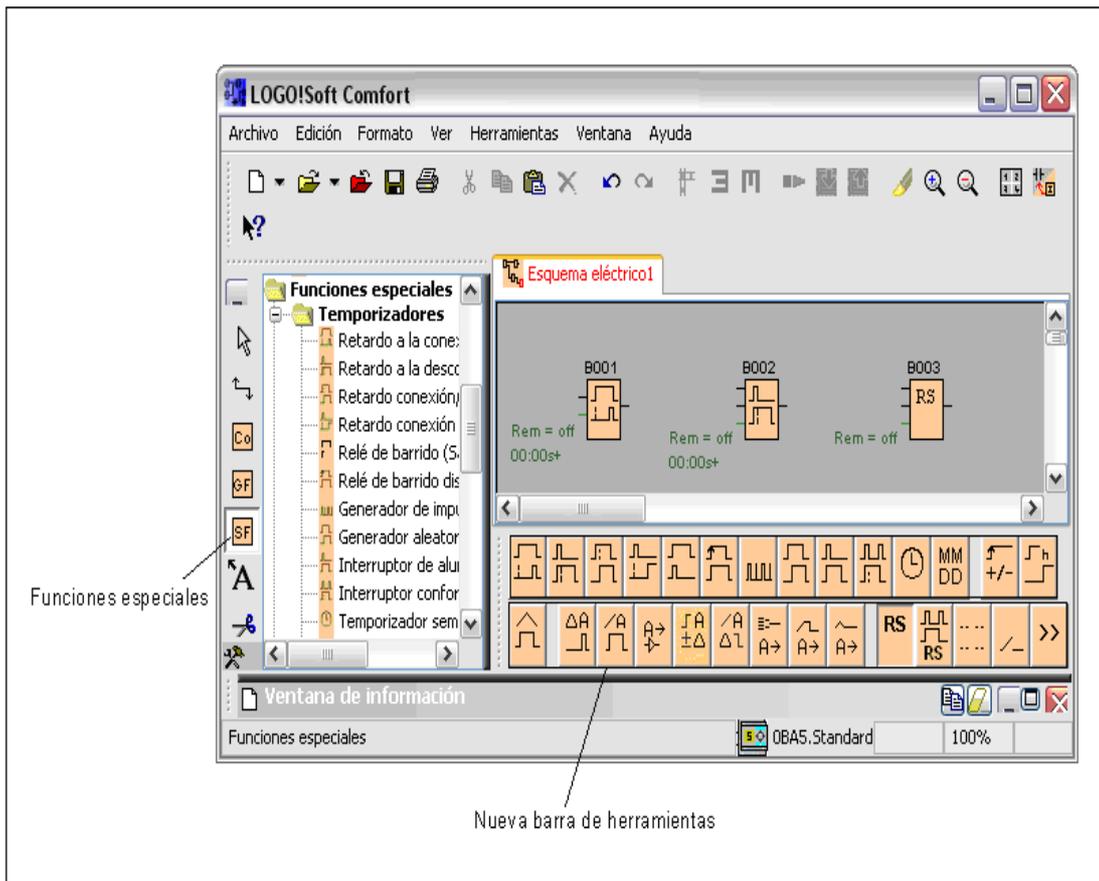


Fig. 2.25 Funciones especiales y barra de herramientas



Retardo a la conexión: Este bloque tiene la característica de activar la salida una vez que ha corrido un espacio de tiempo parametrizable.



Retardo a la desconexión: Este bloque tiene la característica de poner en cero la salida una vez que ha corrido un espacio de tiempo parametrizable.



Retardo a la conexión/desconexión: Este bloque tiene la característica de activar la salida una vez transcurrido un determinado tiempo y se pone en cero la salida una vez que ha corrido otro espacio de tiempo parametrizable.

³⁸ Manual del usuario LOGO Versión 2003



Retardo a la conexión memorizada.



Relé de barrido/Salida de impulsos.



Relé de barrido disparo por flanco.



Generador de impulsos asincrónicos.



Generador aleatorio.



Interruptor de alumbrado para escalera.



Interruptor confortable.



Temporizador semanal.



Temporizador anual.



Relé autoenclavador



Relé de impulsos



Contador de avance/retroceso



Contador de hors funcionamiento



Comparador analógico



Multiplexor analógico

Herramientas de texto 6 . Esta herramienta permite editar o modificar texto o comentarios en torno de la programación.

Tijeras/conector 7 . Esta herramienta permite eliminar y restablecer conexiones entre los bloques y restablecer enlaces separados.

Barra de herramientas de simulación 8 . Esta herramienta es utilizada solo para simular un programa que haya sido realizado, dicha barra se la puede apreciar en el gráfico 2.26.³⁹

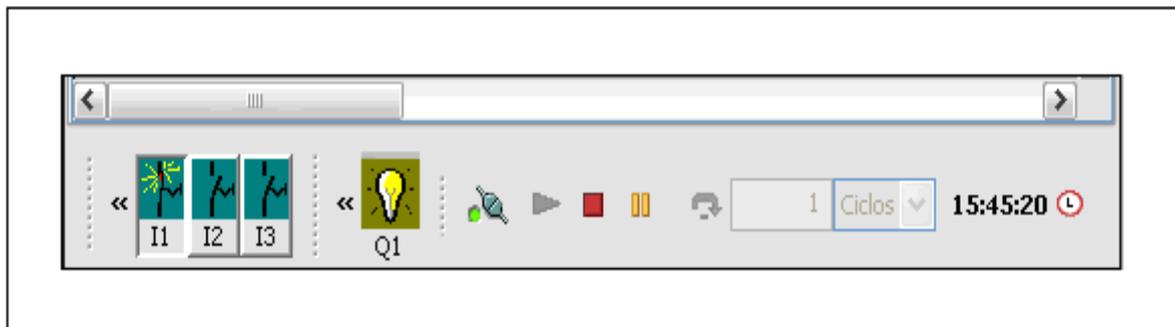


Fig. 2.26 Barra de herramientas de simulación

Herramientas prueba online 9 . En la prueba online y la simulación se puede observar como se procesa el programa y como este reacciona a los diferentes estados de las entradas.

A continuación se indicará un modelo de aplicación de este software, en este ejemplo sencillo se ilustra como se realiza un determinado programa.

El circuito consiste en controlar el arranque de un motor de corriente alterna trifásica mediante un pulsador, y presionando un segundo pulsante se pueda desactivar el mismo. Para empezar con este proceso es importante tener en cuenta ciertos aspectos que serán importantes a la hora de programar y estos son

- Identificar el proceso
- Buscar una estrategia para controlar el proceso
- Diagramar o esquematizar el proceso

³⁹ Manual del usuario LOGO Versión 2003

En la siguiente representación eléctrica denominado circuito de fuerza o circuito principal mostrado en la figura 2.27⁴⁰, se indica el esquema al cual se desea controlar, en este diagrama se incluye solamente las partes más importantes del circuito y ciertas especificaciones técnicas referentes a niveles de voltaje, corriente, potencia etc. según sea el caso.

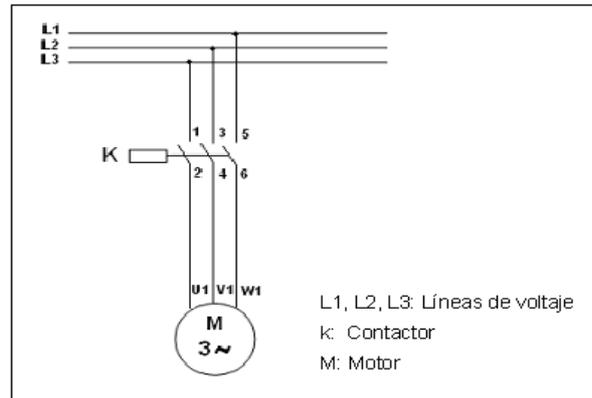


Fig 2.27 Circuito de fuerza para el arranque directo de un motor trifásico

Una vez que esta listo el esquema al cual se necesita gobernar se debe como siguiente paso realizar un nuevo diseño de secuencia que debe estar acorde con el primer esquema, el mencionado diseño debe explicar el orden con el que se ejecutará el proceso de arranque y paro del motor⁴¹, este diagrama es conocido con el nombre de circuito de control al que se lo puede observar en la figura 2.28.

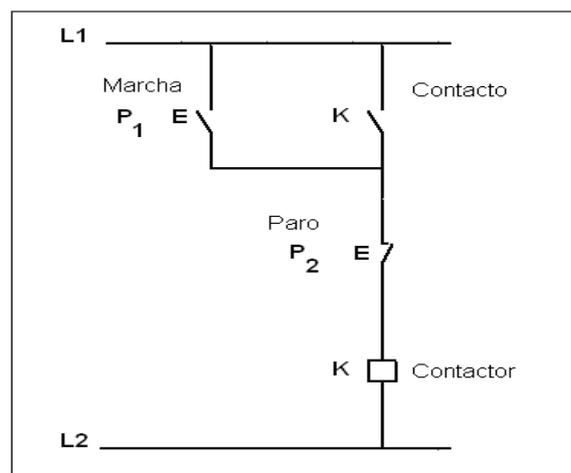


Fig 2.28 Circuito de control para el arranque directo de un motor trifásico

⁴⁰ Manual del usuario LOGO Versión 2003

⁴¹ Manual del usuario LOGO Versión 2003

Con el diseño de control y fuerza ya dispuesto se puede empezar a realizar la programación requerida transcribiendo los elementos de los circuitos al lenguaje del software del controlador lógico programable LOGO, como se indica a continuación.

Marcha P1 (activa el motor) —> Bloque de entrada I1

Paro P2 (desactiva el motor) —> Bloque de entrada I2

Contactor y contacto K —> Bloque de relé autoenclavador RS

Motor M —> Bloque de salida Q1

La estructura de este programa se lo puede apreciar en la figura 2.29⁴².

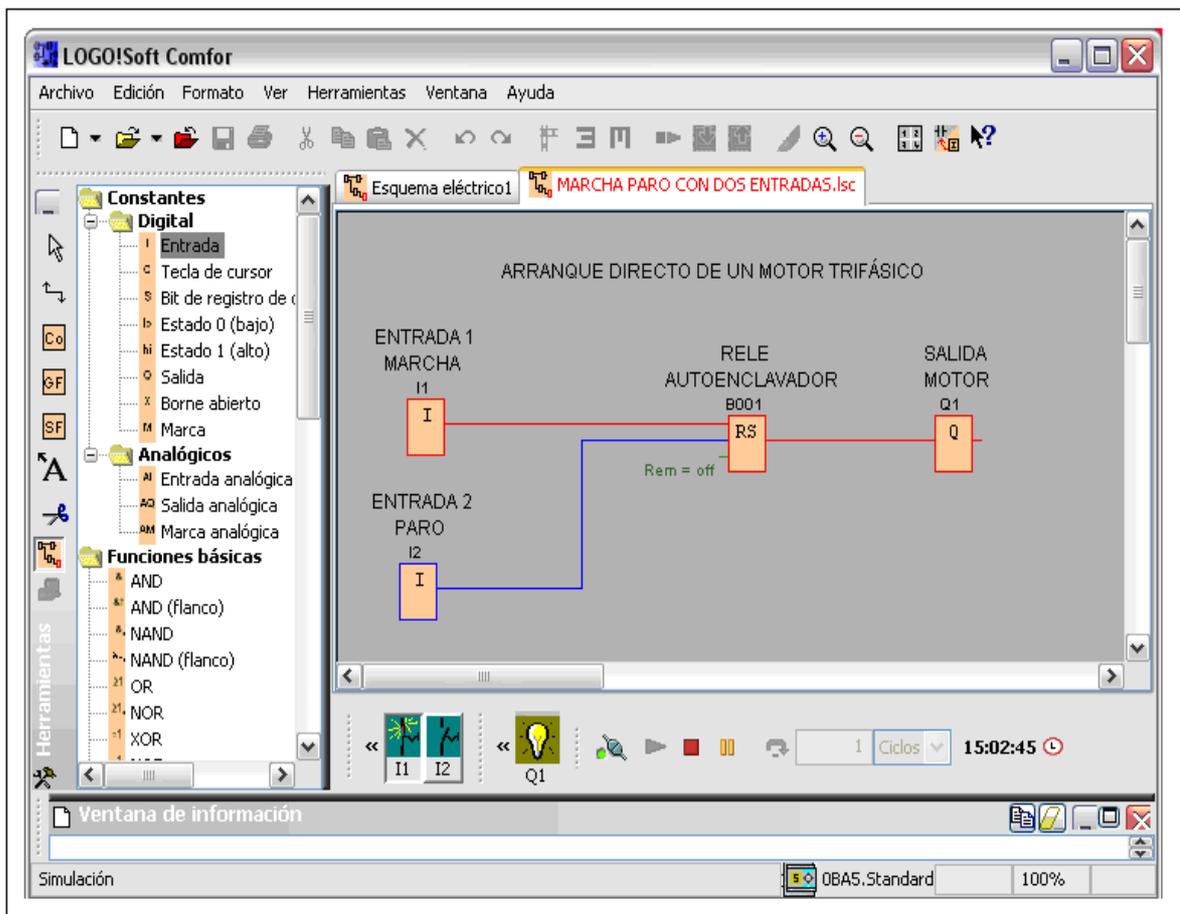


Fig 2.29. Programa de control para el arranque directo de un motor trifásico

⁴² Manual del usuario LOGO Versión 2003

2.3.3. ENLACE DE UN PC CON LOGO 12/24 RC PARA CARGA O DESCARGA DE PROGRAMAS.

Un programa creado en el PC con Logo Soft Comfort tiene la posibilidad de ser transferido a un módulo LOGO, y a la inversa un programa realizado en LOGO se puede transferir al software Logo Soft Comfort (PC), pues todos los modelos LOGO pueden ser conectados a un PC mediante un cable especial de comunicación denominado cable de conexión LOGO! – PC.

Este tipo de transmisiones se la puede realizar desde la barra de herramientas estándar de la ventana de interfaz como se lo puede observar en la figura 2.30⁴³.

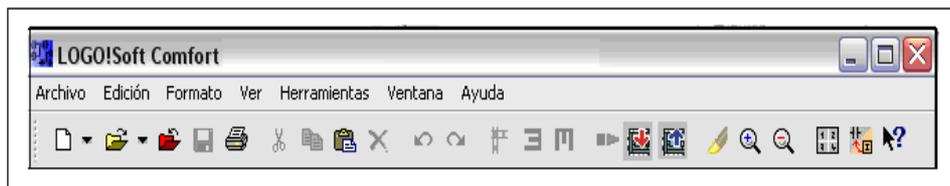


Fig 2.30 Botones de carga y descarga de programas



Botón para transferir un programa creado en el PC a módulo LOGO (descarga del programa).



Botón para transferir un programa creado en módulo LOGO al PC (cargar programa).

2.4 FACTORES QUE SE DEBE CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

- ✓ Carencia de voltaje en la red.
- ✓ Carencia de voltaje en el grupo de emergencia
- ✓ Aumento o disminución de voltaje en un rango de +- 10% del voltaje nominal.

⁴³ Manual del usuario LOGO Versión 2003

- ✓ Falta de voltaje parcial, es decir ausencia de una o más fases.

Además se debe considerar el tipo de falla eléctrica para lo cual se va a exponer los más importantes:

- ✓ Transitorios de interrupción en el orden de los milisegundos
- ✓ Corto tiempo de interrupción en el orden de los segundos
- ✓ Medio tiempo de interrupción, en el orden de los minutos
- ✓ Largo tiempo de interrupción, es decir en el orden de las horas
- ✓ Aumento o disminución de voltaje
- ✓ Transitorios en la red principal

2.5 LÓGICA DE CONTROL

El grupo de emergencia debe seguir una determinada secuencia tanto para el momento de arranque como para el momento en que cese su funcionamiento.

Para lo cual el momento del arranque debe darse cuando se haya determinado la falla o carencia de voltaje por parte de la empresa suministradora de la energía eléctrica, para lo cual se necesitará de un dispositivo de vigilancia, el mismo que deberá transmitir dicha información con cierto tiempo de retardo, esto es para evitar un arranque fallido cuando la energía se interrumpe en intervalos muy breves.

Para el momento de parada del sistema de emergencia primero habrá que verificarse el reestablecimiento de la energía que provee la Empresa Eléctrica, sin embargo el grupo deberá quedar funcionando por determinado tiempo en vacío, luego de que la carga se haya transferido a la red principal.

Para el entendimiento de la lógica de control se tiene el siguiente diagrama en el que se muestra la secuencia de la transferencia automática.

LÓGICA DE CONTROL

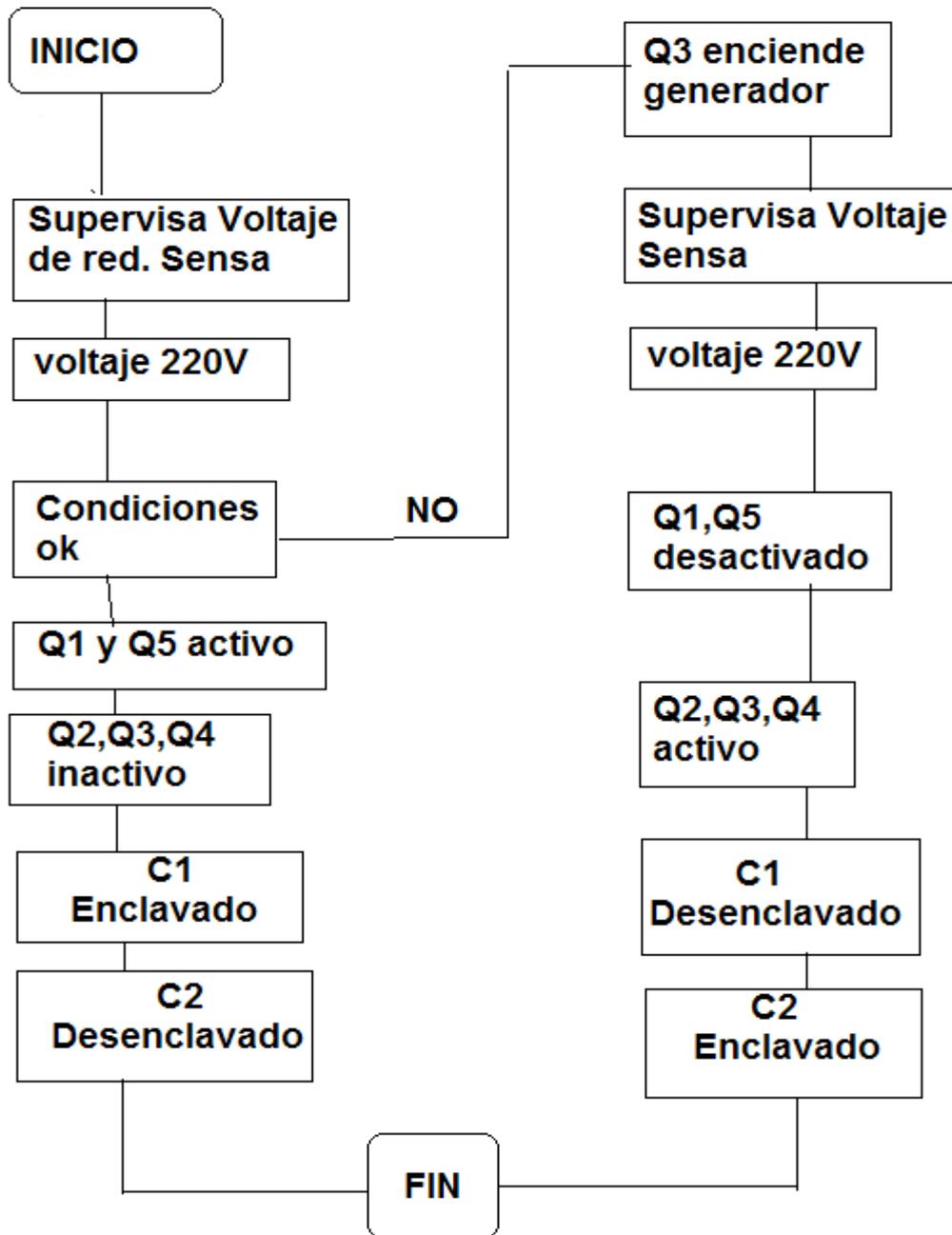


Fig 2.31 Diseño de la lógica de control

Tomando como referencia la figura anterior entonces se procederá a explicar el funcionamiento del programa de diseño de control es decir el software que contiene el PLC en su memoria junto con su diagrama de conexionado.

2.6 OPERACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL

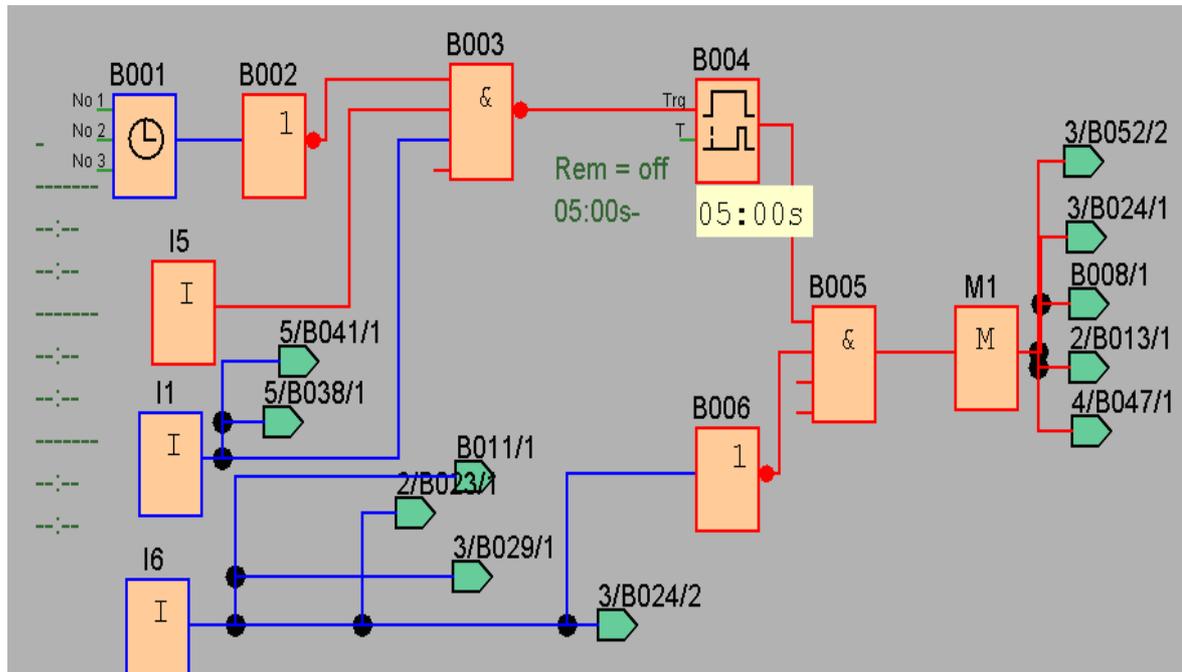


Fig 2.32 Programación de control cuando se ausenta la energía de la red

Como se puede observar, en el bloque 1 se tiene un temporizador semanal que es el que energiza automáticamente al grupo electrógeno realizando una transferencia y retransferencia todos los domingos de 10:30 h hasta las 11:00 h, claro está que para que ocurra esto se debe configurar la hora y la fecha del PLC. El bloque **04** es un temporizador **ON DELAY** calibrado en 5 segundos, este se activa cuando se registra la no presencia de energía de la red eléctrica pública, es decir cuando el bloque de **I1** tiene cero lógico, entonces el bloque **04** cuenta **10 segundos**, para luego de este tiempo de calibración envía una señal de 1 lógico el mismo que junto con la señal del bloque **06** que es una compuerta **NOT** energizan a la compuerta **M1** que es una compuerta auxiliar; éste a su vez envía la señal de 1 lógico al bloque **08** que es una compuerta **AND**, y junto con la señal que envía de 1 lógico el bloque **07**, compuerta **NOT**, el bloque **08** se energiza y manda una señal para que se active el bloque **09** que es un temporizador **ON DELAY** el mismo que cuenta **10 segundos** según su tiempo de calibración, pasa este tiempo y el bloque **10** que es una compuerta **RS** o memoria de enclavamiento, se energiza pasando 1 lógico a la compuerta **Q3** que es la salida del PLC, cuya señal se denomina **encendido automático del generador**.

Como se muestra en la siguiente figura

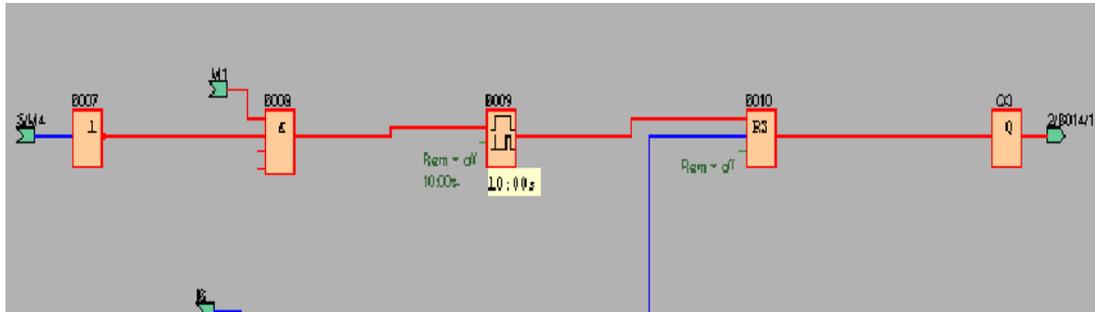


Fig 2.33 Señal de arranque automático del generador

NOTA: La señal Q3 se encuentra en la entrada de la bornera 21-22, como se indica en la **figura 1 del anexo 1**, las salidas de las borneras corresponde a los puntos de conexión **24-5** los que corresponden al mando remoto del panel de control del generador, cuyo panel se muestra en el **anexo 2**.

Retomando la explicación del programa de control la salida **Q3** tiene conexión con la entrada del bloque **14** la misma que es una compuerta **AND**, por otro lado la compuerta **M1** tiene conexión con el bloque **13** que corresponde a una **OR**, esta señal de 1 lógico pasa por el bloque 13 hacia el bloque 14, además con la señal de la entrada de **I2** la que es activada por la señal de un supervisor de voltaje de generador, elemento que forma parte del **esquema 3 del anexo 1**, señal que se dirige hacia el bloque 14, estas tres señales pasan por el bloque 14, y activan a un temporizador **ON DELAY** que es el bloque **15**, el que tiene un tiempo de calibración de **30 segundos**, pasa este tiempo, se juntan las señales de 1 lógico del bloque **21** que es una compuerta **NOT**, la señal de los bloques que es una conexión negada y el bloque **15**, para energizar al bloque **16**, señal que pasa a la compuerta de **Q4** que corresponde a la señal de **abrir contactor de red**.

Además el bloque 17 que es una compuerta **NAND** llegan las señales de los bloques **15**, **22 NOT**, y **20 ON DELAY** cuyo tiempo de calibración es de **2 segundos** el mismo que esta alimentado por el bloque **19 NOR**, entonces el bloque **17** se energiza y pasa la señal de 1 lógico a la compuerta de **Q2** que

corresponde a la señal de **cerrar el contactor del generador**. Todo lo dicho se puede observar en la figura 2.34

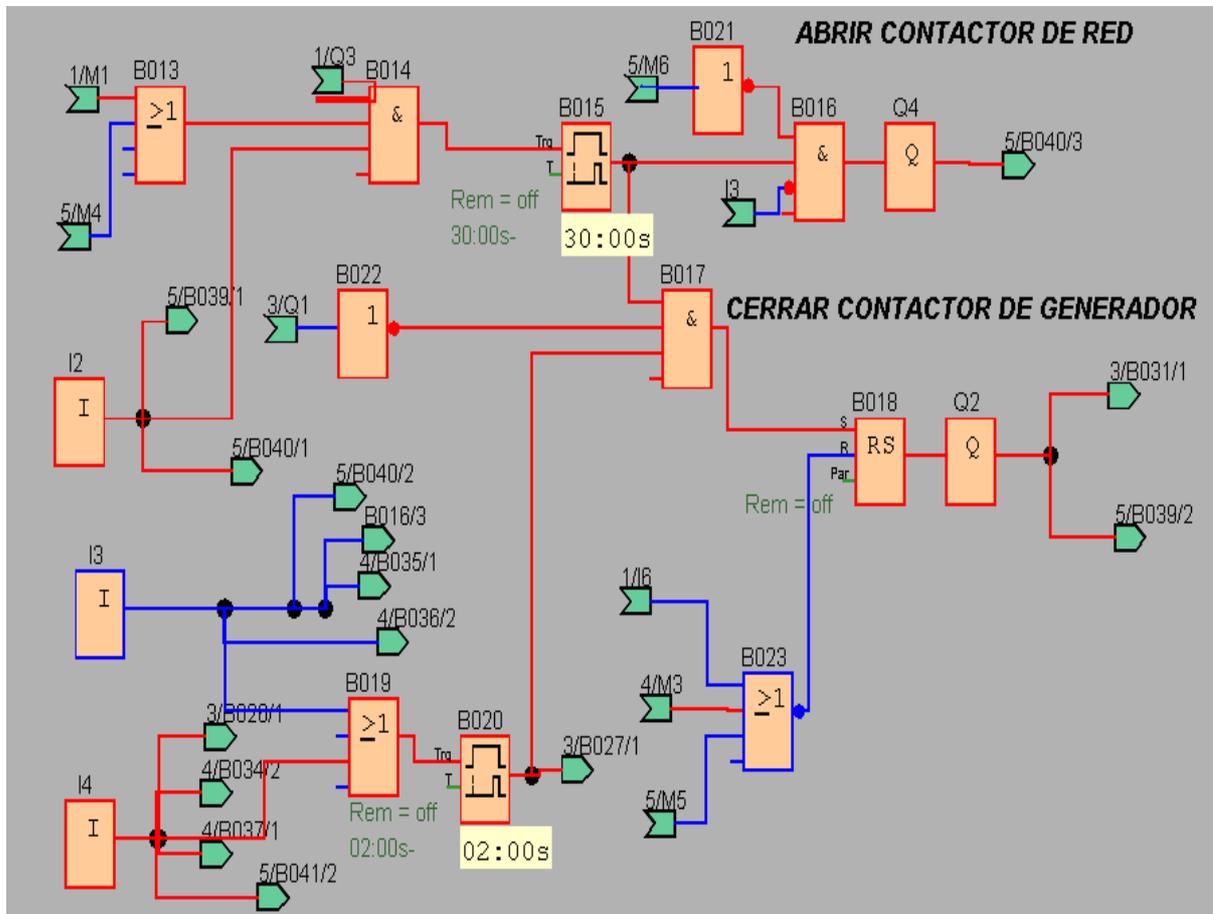


Fig. 2.34 Señal de salidas Q2 y Q4

Resumiendo lo anterior se puede decir que:

CONDICION:

- ✓ Carencia de voltaje de red

SECUENCIA LÓGICA:

- ✓ Q3 enciende automáticamente el generador
- ✓ Se energiza la bobina del supervisor de voltaje
- ✓ Se cierran contactos de supervisor de voltaje
- ✓ La señal del supervisor de voltaje llega a I2.
- ✓ I2 se activa (Presencia de voltaje de generador)

- ✓ PLC procesa el programa de control.
- ✓ Q4 se energizan,
- ✓ Q2 se energiza e inmediatamente.
- ✓ I4 carga conectada a generador
- ✓ Q2 es transferencia de red comercial a generador.
- ✓ Q4 es apertura del contactor de red comercial.

Esto lo representamos en la siguiente figura:

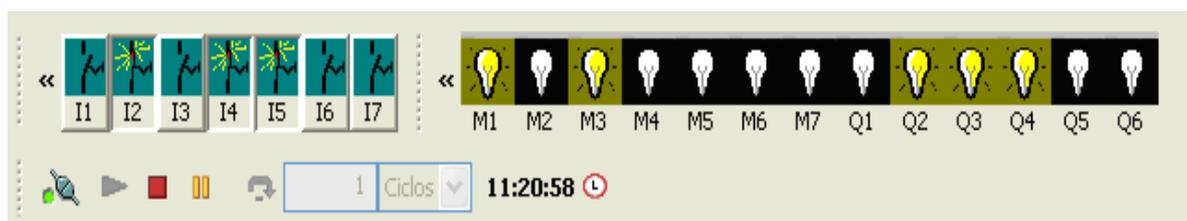


Fig. 2.35 Resultado de la programación de control

Ahora siguiendo con el procedimiento del control de la programación se tiene que: Cuando se registra la presencia de energía eléctrica por parte de un supervisor de voltaje de red que forma parte del diagrama de conexionado del **esquema 2 del anexo 1**, entonces La entrada **I1** se activa lo cual hace que la señal de 1 lógico que llegaba a **M1**, se convierta en cero lógica porque esta señal se corta en el bloque 03, instantáneamente que **I1** se energiza, luego al bloque **026 AND** llega tres señales, la primera es una **I4** negada, en la segunda entrada llega la señal del bloque **30 NOT**, a la tercera entrada llega la señal que sale del bloque **24 NOT**, luego pasa por un temporizador **ON DELAY** que es el bloque **25** cuyo tiempo de calibración es de **60 segundos**, teniendo este bloque **26** con sus entradas activas , éste activa a la salida **Q5** que es la que se energiza para **abrir el contactor principal C2** el mismo que se encuentra en **el esquema 3 del anexo 1**.

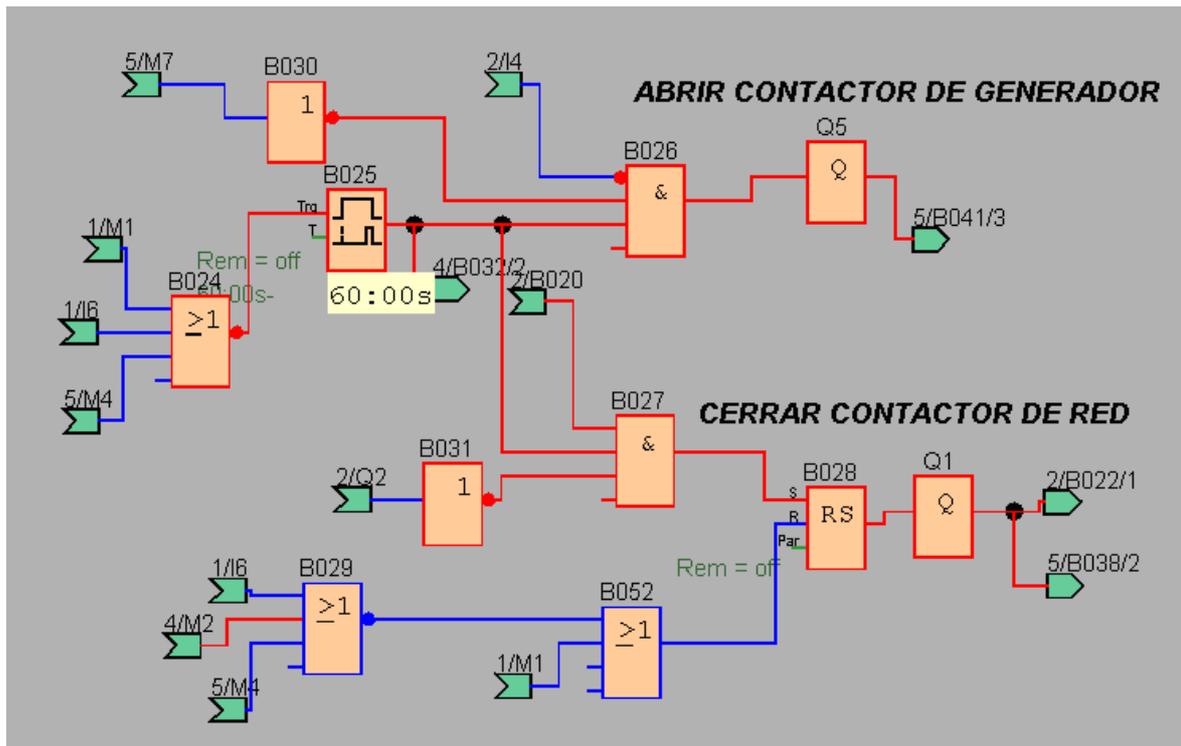


Fig. 2.36 Energizado de las salidas Q y Q5

Se energiza la **Q5** la misma que envía uno lógico a tres entradas de diferentes bloques, una de ellas es la entrada del bloque **19** que es una compuerta **OR**, la que se energiza para dar paso al bloque **20 ON DELAY** con un tiempo de calibración de **dos segundos** , esta señal sale al bloque **27** que es una **AND** a la que llegan dos señales más para activarla, la segunda es la del bloque **25** y la otra es la señal que sale del bloque **31** que es una compuerta **NOT**; el bloque **27** se activa y su señal envía a la entrada **S** del bloque **28** memoria **RS** y esta señal es transmitida a la salida **Q1** la que realiza el **cierre del contactor principal C1** de RED el que se encuentra en el **esquema del conexionado 2 del anexo 1**.

Luego de que la **Q1** se energiza, ésta realiza el enclavamiento de **C1**, cuya bobina tiene empotrada a la bobina auxiliar **B1**, la que a su vez tiene empotrado a un conjunto de contactos auxiliares los que se cierran NC cuando están originalmente abiertos y se abren NA los que se encontraban cerrados..Esto hace que se energice la entrada I3 para que la carga eléctrica se conecte a la red eléctrica pública.

Además, la señal **Q5** llega al bloque **35 AND**, la señal del bloque 34 NAAND la que se activa y su señal llega al bloque **35**, este se activa y su señal llega a **M2** de esta salen dos señales una para el bloque **29 NOR** la que llega al bloque **25 RS** y desactiva la entrada **R** para que se pueda activar **Q1**

La otra salida de **M2** llega al bloque **32 AND** que junto con la señal del bloque **48 NOT** y la señal del bloque **25** activan al mencionado bloque el cual a la vez energiza al bloque **33 ON DELAY** cuyo tiempo de calificación es de **3 minutos**, pasa este tiempo y activa al bloque **11 OR**, ésta a su vez pasa al bloque **12 OR**, la señal del bloque 12 llega hasta el bloque **10 RS**, al a entrada **R**, es decir que **resetea al boque 10**, el mismo que tiene una conexión con la salida **Q3** a la desactiva o desenergiza. El tiempo de tres minutos es el que funciona el generador en vacío antes de apagarse, esto se realiza ya que si por algún motivo en el rango de tres minutos la energía pública desaparece inmediatamente el grupo de emergencia se encarga de la carga eléctrica.

El tiempo que se dijo anteriormente se puede apreciar en la siguiente figura:

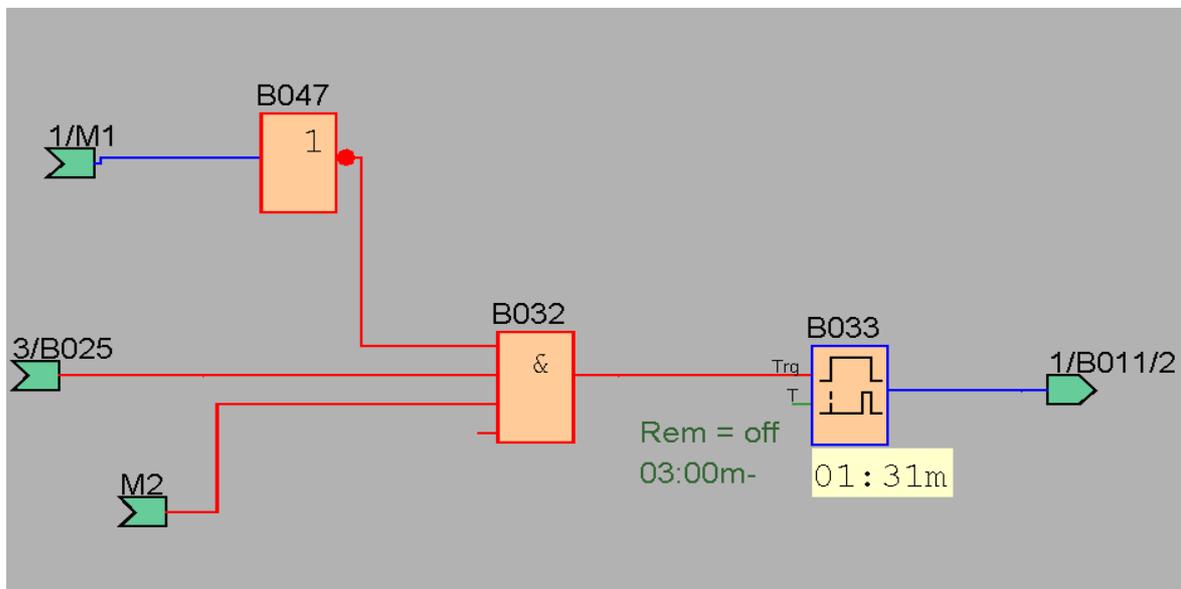


Fig. 2.37 Tiempo de apagado de Q3

Este bloqueo eléctrico sirve también cuando se trabaja normalmente con la energía eléctrica pública, y se demora el mismo tiempo para que la salida **Q3** se

bloquee y así tener la seguridad que el grupo electrógeno no va a funcionar, y es más aun se tiene una seguridad de que nunca funcionen las dos fuentes de energía a la ves, y es por esto que se añade en el armado del TTA un bloqueo mecánico.

Y así podemos resumir que cuando:

CONDICIÓN:

- ✓ Existencia de voltaje de red pública

SECUENCIA LÓGICA

- ✓ Se energiza el supervisor de voltaje de red
- ✓ La señal del supervisor de voltaje llega a la entrada I1
- ✓ I1 se activa, presencia de voltaje de red publica
- ✓ Procesa PLC programa de control
- ✓ I2, Q2, Q4 desactivados
- ✓ Q5 se activa, luego
- ✓ Q1 se energiza.
- ✓ I3 se activa y se hace cargo de la carga eléctrica
- ✓ Pasa tres minutos
- ✓ Generador funciona en vacío
- ✓ Luego de tres minutos se apaga el generador
- ✓ Q1 transferencia de generador a red pública
- ✓ Q5 Abre el contactor del generador

Esto lo representamos en la siguiente figura:



Fig. 2.38 Resultado cuando existe energía de la red pública

Para todo esto existe un tipo de condicionamiento o bloqueo eléctrico es decir que se ha realizado un condicionamiento con todos los parámetros que intervienen en el cambio de fuentes de energía, es decir cuando se realiza la transferencia de red pública al generador y cuando se realiza la retransferencia de la energía del generador hacia la energía de la red pública, para lo cual se toma una salida **Q6** la que nos censa cualquier tipo de **falla del mecanismo**.

Se debe acotar que para realizar el la transferencia y retransferencia se debe poner un selector en posición automático S1 que se puede observar en el conexionado del PLC del esquema 1 en el anexo 1, y éste mando automático activa a la señal de la entrada I5.

Para un mejor entendimiento de cómo trabaja este programa automático se debe observar el **ANEXO 3** en donde se muestra todo el programa de control del PLC.

2.7 PARAMETROS ADICIONALES DE CONTROL

La transferencia de energía eléctrica del grupo electrógeno o de la red normal es un paso con el cual se compensan la falta o falla de electricidad impidiendo de esta forma que existan problemas de producción evitando así pérdidas económicas o peor aún humanas.

Detectar los cambios que se presenten en los parámetros eléctricos en cualquier tipo de fuente de energía es trabajo de los controladores estos verifican que se cumplan las condiciones de seguridad evitando así algún posible daño, de esta forma estos elementos se convierten en un agente de vigilancia del correcto funcionamiento del sistema.

El PLC trabaja atendiendo la condición lógica de sus entradas y dependiendo de su estado conecta o desconecta sus salidas, en el se introduce un programa, normalmente vía software que proporciona los resultados deseados, es decir la transferencia automática tanto de red-generador, como generador-red. Además este con la ayuda de sensores o supervisores de energía podrá detectar algunos parámetros como es:

- Carencia de voltaje tanto de red como de generador

- Aumento o disminución del rango de voltaje necesario para la carga
- El tablero de transferencia debe permitir la conmutación manual de la carga entre las dos fuentes de energía, independientemente del control automático, esto se realiza por precaución en caso de que el módulo quede fuera de funcionamiento debido a cualquier tipo de imperfección.

Para la lógica de control se tomará como referencia

- Debe incluirse supervisores de voltaje de 220 voltios trifásico con rango ajustable en un margen de $\pm 10\%$ de tolerancia tanto para la red pública como para el grupo electrógeno.
- Mediante un selector de tres posiciones se tendrán los siguientes modos de operación;
- Automático
- Ciclo test
- Manual

En la parte frontal del panel se dispondrá de la siguiente señalización;

- Luz piloto color verde para indicar presencia de red pública
- Luz piloto color blanca para indicar presencia de red de emergencia
- Luz piloto color roja para indicar condición de falla

ADEMÁS:

- Todas las protecciones incluidas en el circuito de control se realizarán mediante breakers adecuadamente dimensionados, no es conveniente para estos casos hacer uso de fusibles.

- El control debe prever bloqueo eléctrico y mecánico el cual debe impedir que los dos disyuntores principales se cierren simultáneamente.
- Todos los tiempos de retardo deben ser configurables.
- Para proteger al relé lógico programable contra sobrevoltaje. La alimentación de este dispondrá de un supresor de transientes de montaje en riel DIN que proteja eficazmente cuyo voltaje corresponda a la del modulo de control.

CAPITULO III

CONSTRUCCION Y MONTAJE DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.1 CONSTRUCCION

Antes de describir la construcción del sistema de control, se realizará una descripción técnica de los elementos más importantes que intervienen en el tablero de transferencia.

3.1.1 DESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS RELÉS UTILIZADOS:

- C1 y el C2 son dos contactores de potencia trifásico de tipo BF110. De 110 A, manejan un voltaje de 220V, terminales a tornillo y con conector, alimentación de control AC o DC, su característica es AC3, su marca es Lovato.
- B1 y B2 son bloques que van montados sobre el accionamiento de la bobina de la parte frontal de C1 y C2 respectivamente. Estos bloques son de tipo G 272, marca Lovato, se alimentan con 220V en su bobina , esta a su vez tiene empotrados a un bloque de contactos auxiliares en la parte frontal de su bobina, estos son de tipo G 480 y se los puede encontrar en combinaciones de tres contactos normalmente abiertos N.A ,y un normalmente cerrado N.C , ó viceversa, Cabe anotar que todo este conjunto forman un solo bloque el mismo que tiene un funcionamiento particular, ya que se enclavan solo con un pulso de voltaje y no es necesario que la tensión permanezca en forma constante
- Disponemos de un SV1 que es un sensor de voltaje de red eléctrica con rango ajustable trifásico marca Lovato este tiene un contacto N.A. y un contacto N.C. los que funcionan tanto su bobina como sus contactos a 220V.

- Encontramos un SV2 que supervisa el voltaje del grupo electrógeno cuando este entra a trabajar ,tiene las mismas características de sensor anterior pero ya no tiene rango ajustable
- R1 este es un relé marca Lovato que funciona con una corriente continua de 12V, éste comienza a trabajar cuando colocamos el selector que se encuentra en la parte frontal del gabinete en manual.

3.1.2 CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE CONTROL

Este sistema consta de dos partes:

- a) Construcción del sistema de control RED – GENERADOR.
- b) Construcción del sistema de señalización

Construcción del sistema de control red-generador

Para la realización práctica de este sistema se dispone del **esquema 1 de conexionado red-generador** y el **esquema 2 generador-red** que se encuentran en el **ANEXO 1** y además vamos a necesitar los siguientes materiales y elementos eléctricos tales como:

- Dos breakers bipolares que actúan como protecciones de las líneas de red y generador F2 y F3.
- Dos relés que funcionan como supervisores de voltaje, uno con banda ajustable para censar el voltaje de la empresa abastecedora del servicio SV1 y SV2.
- Dos bobinas auxiliares con auto retención mecánica B1 y B2.
- Dos bloques de contactos auxiliares C1 y C2.
- Un selector de tres posiciones S2, que sirve para comandar si esta funciona con el generador o con la red eléctrica.
- Un rollo de alambre 18 THHN para realizar todo el cableado respectivo.
- Un paquete de terminales tipo espiga.
- Una regleta de dos pulgadas de ancho.
- Una barra de RIEL DIN.

- Un gabinete donde se alojaran los elementos eléctricos de tal forma que cuando sea el caso de realizar el respectivo mantenimiento preventivo o reemplazo de dispositivos, se pueda manipular con facilidad.
- Se contará con una caja de herramientas adecuadamente equipada para nuestro propósito, además que es necesario contar con una pinza amperimétrica, y aparatos de medición eléctrica.

Para realizar este tipo de trabajo se debe poseer una buena iluminación, claro esta que para las conexiones que se realizará siguiendo los esquemas antes mencionados.

Para tener una mayor percepción de lo que se trata de explicar en este subtema se presenta la figura 3.1



Figura 3.1 Representación de la elaboración física del esquema red-generador

Para la ejecución correcta se debe redundar en la comprobación de conexiones, ayudados por el equipo de medición adecuada para comprobar continuidad.

3.1.3 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

Se emplea el esquema 1 de conexionado de señalización del ANEXO 1 y además de los siguientes elementos:

- Un selector de tres posiciones S1 que sirve para operar en manual ó automático
- Un relé de 12V DC que indica si se esta trabajando en forma manual.
- Tres luces piloto L1, L2, L3, con sus respectivas bases para que se instalen en el panel frontal del gabinete estas deben ser alimentadas con 12V DC, las mismas que sirven para la señalización de la operación que se realiza.
- Baterías para la comprobación del sistema de señalización de 12V DC
- Fusibles de corriente continua para protección de los elementos del sistema que funciona con energía continua y además un TVS o supresor de transientes para protección del PLC.

Lo que se quiere describir es que el montaje se ejecuta secuencialmente para lo cual siempre se tiene que ir revisando cada conexión que se realiza, sin dejar de comprobar el ó los elementos que se vaya ha utilizar, verificando que todos los elementos funcionen de manera correcta.

Cabe destacar que la alimentación del PLC y los demás elementos que necesitan de energía continua se toma del banco de baterías, a la cual se encuentra conectada en paralelo la carga, acotando que cada una es de 3000 amperios - hora

Además en la figura 3.2 se puede constatar la construcción final tanto de elementos como el cableado del sistema mencionado, ya que este se encuentra montado en un gabinete y debidamente señalizado.



Figura 3.2 Construcción final del sistema de señalización

3.2 CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE FUERZA

Para la descripción de este sistema se debe observar el esquema 4 de conexionado de fuerza del ANEXO 1 con los siguientes elementos:

- Dos contactores de potencia tipo BF110 de 90A marca Lovato.
- Cable 2 AWG.
- Tijera para cortar cale
- Borneras grandes.

Una vez construido todo el sistema de control se inicia con la elaboración del sistema de fuerza que no es más que dos contactores de potencia C1 y C2, red y generador respectivamente, conectados en paralelo para que cualquiera de los dos contactores existentes alimente a la carga.

Para observar de una mejor manera a continuación se presenta el circuito construido.

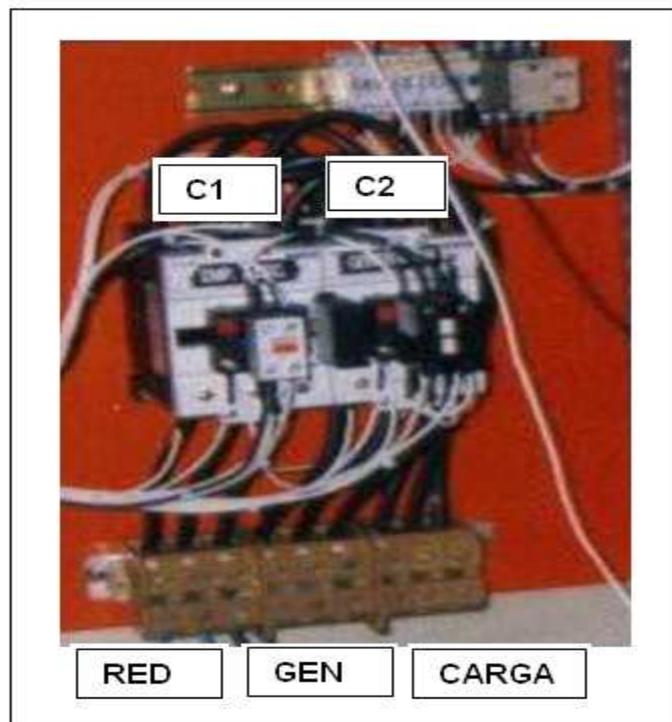


Figura 3.3 Circuito de fuerza de un TTA

En la figura 3.3 se puede apreciar como C1 Y C2 están puenteados entre si, luego de esto salen tres cables más para alimentar a la bornera en donde se deben conectar los cables de la carga. Además de esto se puede visualizar por donde se recibe la alimentación de energía tanto de red como del grupo electrógeno.

En la figura 3.4 se presenta agrupados los circuitos de:

- 1.- Circuito de control.
- 2.- Circuito de señalización.
- 3.- Circuito de fuerza

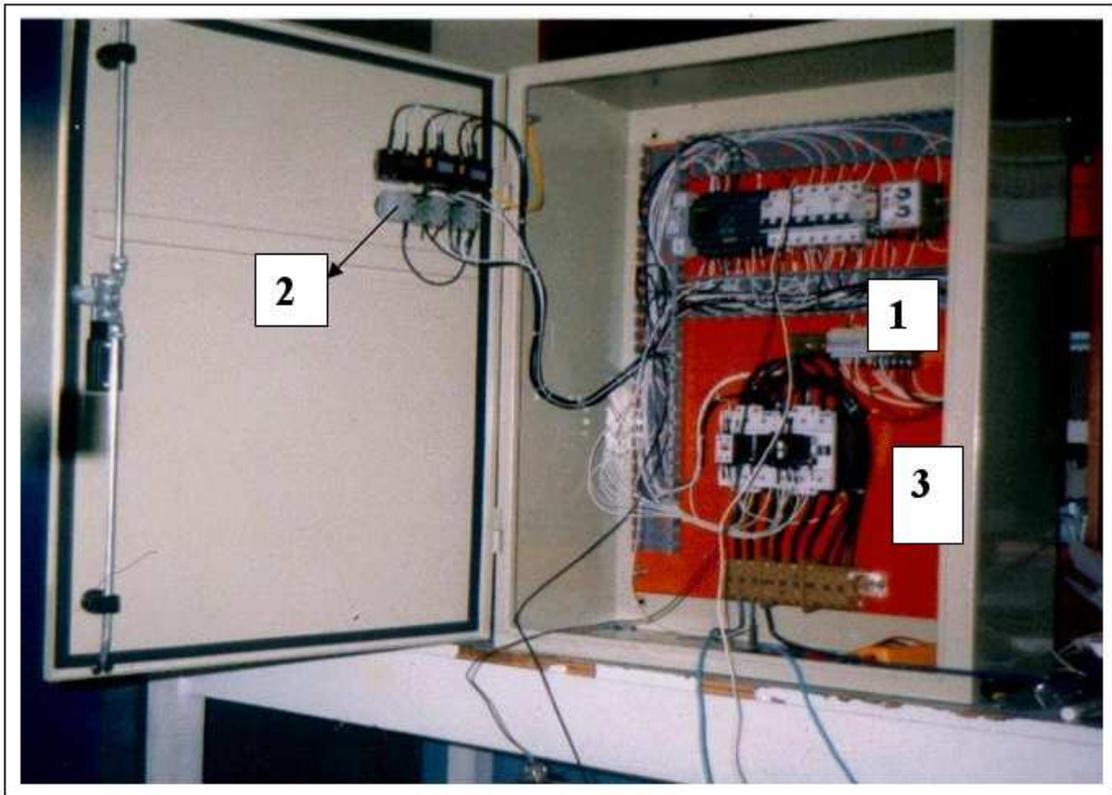
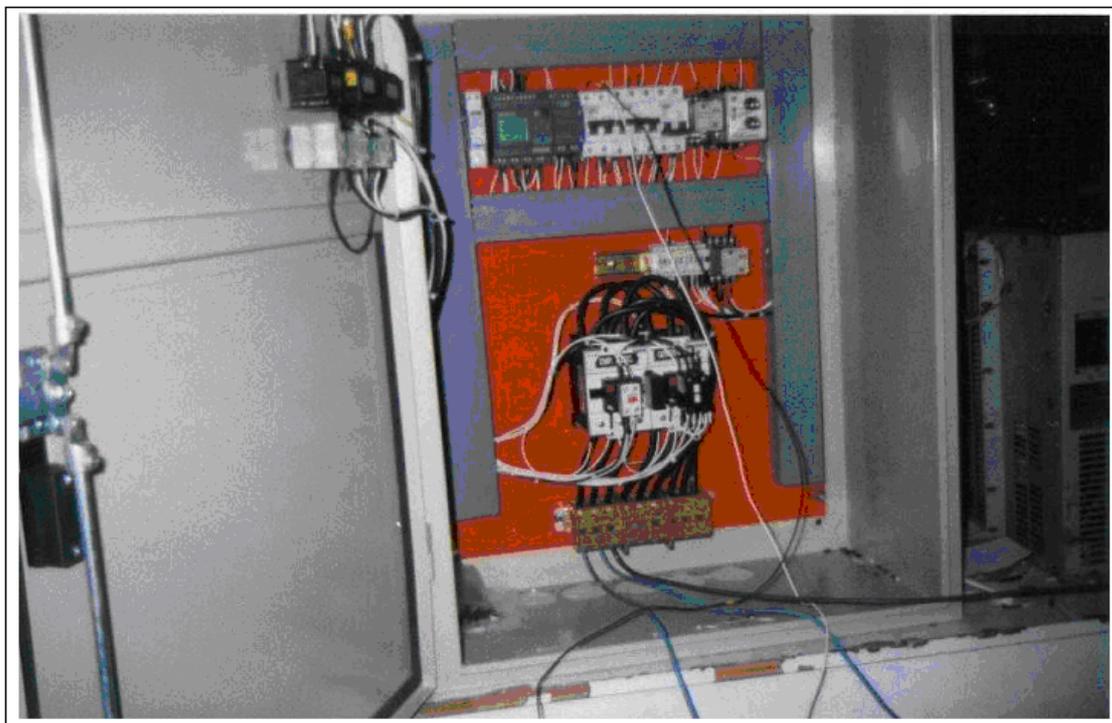


Figura 3.4 Representación de circuitos del TTA



3.5 Representación estética del TTA.

3.3 MONTAJE DEL T.T.A.

En primer lugar hay que decir que donde se realizó el montaje, la energía suministrada por la empresa estaba normal. Acotando también que los equipos cuentan con el respaldo de un banco de baterías para el trabajo regular de los mismos.

El montaje se llevo a cabo en la provincia de Bolívar, en la Central de Telecomunicaciones de Echandía, para lo cual se necesitó el permiso del Técnico de la zona.

- Se necesito un taladro con una broca apropiada
- Cuatro tacos ficher número 10.
- Cuatro pernos para el anterior numeral.
- Una llave mixta de 11mm.

Terminado el trabajo de empotramiento del tablero en la pared , se procedió a colocar los cables de alimentación de la red pública, los cables de fuerza del grupo electrógeno, la alimentación de los elementos que funcionan con energía continua, verificando con la ayuda de un voltímetro para asegurarse de que la energización de dichos elementos sea el apropiado es decir 12V cc. Además en la bornera pequeña se realizó el conexionado con un conductor propio del tablero del grupo electrógeno, el mismo que se conectó con la salida de Q3 que es la salida del PLC para la señal de arranque del generador.

Claro está que para este procedimiento se tomó todas las medidas de seguridad industrial.

Finalmente se verificó una y otra vez por si existía alguna falla antes de hacer funcionar todo el equipo en conjunto.

Luego de todo esto se comprobó el funcionamiento del mencionado conjunto, es decir grupo electrógeno y TTA. Realizando todas las pruebas necesarias, es decir

un ciclo completo en manual, y un ciclo completo en automático, las que se describirán más adelante de una forma un tanto ampliada.

Todo este desarrollo se realizó bajo la supervisión y la participación del personal de ANDINATEL S.A. quienes aportaron con todo el aporte técnico para esta ejecución.

CAPITULO IV

MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN Y PRUEBAS

4.1. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

4.1.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para tener una mejor apreciación de un buen mantenimiento a continuación vamos a describir lo que es:

- Mantenimiento preventivo y
- Mantenimiento correctivo

4.1.1.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es un procedimiento que tiene por objetivo la conservación de los elementos físicos de un establecimiento, lugar o sitio, que posea maquinaria o herramientas, en condiciones de operar con una máxima eficiencia, seguridad y economía. Para lo cual se basa en un análisis previo de información técnica recopilada de, manuales o catálogos, características, inspecciones, experiencia y medios que sirva de ayuda para eliminar factores y condiciones que afecta a la operación y servicio de los equipos; a partir de lo mencionado coordinan personal tanto administrativo como técnico para organizar cronogramas de actividades rutinarias de mantenimiento.

4.1.1.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este tipo de mantenimiento es la última opción para el personal técnico luego de haber agotado todos los esfuerzos de recuperar parcial o totalmente un equipo es decir que es el cambio de elementos dañados , ya sea por que la vida útil ha

culminado, por desgaste, por corrosión, por mal uso, etc., se reemplaza por uno totalmente nuevo.

4.2 PERSONAL DE MANIPULACIÓN

El personal que va a tener el acceso a la manipulación, o al mantenimiento del grupo de emergencia tendrá que ser el apropiado y el debidamente capacitado para que tenga el conocimiento de manejar adecuadamente el mencionado grupo, ya que cuando se presente una emergencia sea en el mantenimiento o en la operación propiamente dicha tenga la plena seguridad de que el grupo electrógeno se encuentre trabajando confiablemente. Dada que ésta se pueda presentar tanto en elementos que intervienen en el motor de combustión, en el generador o en el T.T.A.

4.2.1 MANTENIMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN

Como se había mencionado anteriormente el mantenimiento se realizará de acuerdo con lo planificado en los cronogramas de trabajo.

Por lo regular la mayoría de personal tanto administrativo como técnico opta por realizar cada tres meses el mantenimiento preventivo de todos los elementos del grupo de emergencia, salvo el caso de que la unidad tenga una emergencia (cuando las partes del conjunto del grupo falla inesperadamente), o este dando problemas con mucha frecuencia.

Con lo expuesto se puede mencionar todos los puntos que intervienen en el mantenimiento preventivo de un motor impulsor que son los siguientes:

- ✓ Se verificará el nivel de combustible para lo cual se añadirá la cantidad que sea necesario hasta que quede totalmente lleno el tanque de reserva y el tanque diario.

- ✓ Se cambiará los filtros de las trampas de agua.

- ✓ Se cambiará los filtros de combustible. de aceite, y de aire.

- ✓ Se cambiará totalmente el aceite lubricante
- ✓ Se cambiará el refrigerante del radiador
- ✓ Se medirá la densidad y de ser necesario se completará el nivel del electrolito de la batería.
- ✓ Se verificará que no estén sulfatados los bornes de la batería de lo contrario se limpia con agua y detergente, luego se pondría vaselina industrial para que así permanezca totalmente limpio; claro está que para realizar esto debemos tener el debido cuidado y el apropiado equipo de seguridad.
- ✓ Se ajustará los bornes de la batería.
- ✓ Se controlará y tensará las correas y mangueras del motor.
- ✓ Se verificará que no haya fugas de aceite, combustible y agua.
- ✓ Se verificará el correcto funcionamiento del precalentador de agua del motor.
- ✓ Se realizará la limpieza exterior del intercambiador de calor para asegurar la correcta disipación del mismo.

4.2.2. MANTENIMIENTO DEL ALTERNADOR

Los puntos más relevantes son los siguientes

- ✓ Se verificará el apriete preciso en borneras y cables de potencia en la salida del generador.
- ✓ Se verificará con la ayuda de un voltímetro el voltaje de salida tanto entre fase-fase, como en fase-neutro.

- ✓ Se verificará la frecuencia de generación sin carga la misma que debería estar en un rango de 60-60,1 Hz. Si esto no es así se procede a la calibración de esta magnitud mediante la regulación del paso de combustible.
- ✓ Se verificará el perfecto funcionamiento de elementos tales como fusibles y demás protecciones que intervienen en el panel de control del generador.
- ✓ Se engrasaran los rodamientos.
- ✓ Por posibles daños en lo posterior se anotará la numeración de los rodamientos de la unidad.
- ✓ Con el generador en funcionamiento se controlará la existencia d posibles ruidos y vibraciones.

4.2.3 MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL

- ✓ Con una brocha debidamente aislada, se procede a limpiar el polvo de los elementos del tablero, ya que por condiciones ambientales o de trabajo en la sala se acumula el polvo en ese sitio.
- ✓ Se procederá al ajuste de pernos y tornillos, ya que por corrientes parásitas o vibraciones estos tienden a aflojarse.
- ✓ Se verificará que los elementos de protección, y supervisión eléctrica se encuentren trabajando en forma óptima.
- ✓ Se constatará la alimentación al programador y demás elementos que funcionen con energía continua.

- ✓ Se tomará mediciones de voltajes y corrientes entre fases, fase-neutro, carga en el neutro y carga en la toma de tierra.
- ✓ Para efectos de seguridad se realizará una simulación de corte de energía en la cual se puede constatar el estado del sistema grupo electrógeno-TTA, desde luego sin interferir en el desarrollo normal de los usuarios.

A continuación se presenta un formato en donde se toma en cuenta todos los parámetros eléctricos y mecánicos para realizar un mantenimiento preventivo para un grupo electrógeno.

1

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE GRUPOS ELECTROGENOS

SITIO	PROYECTO	EJECUTADO POR	WALTER. MONTATIXE, GEOVANY. PILLAJO
--------------	----------	----------------------	--

DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE	KVA	KW	FASES	VOLTAJE
GENERADOR	LIMA	283CSL1506-1 1	AD1147087SNK	37,5	30	2	120/240
MOTOR	JHON DERE	HP35108U	940603N				

5.1 MEDICIONES EN GENERADOR

DATOS	Con Carga	Sin Carga	MAGNITUD
VL1-L2	220,41	220,75	VAC
VL1-L3	NA	NA	
VL2-L3	NA	NA	
VL1-N	110,23	110,4	
VL2-N	110,45	110,6	
VL3-N	NA	NA	
I1	9,70	IAC	
I2	8,20		
I3	NA		
INEUTRO	0,20		
IGND	0,20		

5.2 LECTURAS Y TOMA DE DATOS

5.4 TANQUE DE COMBUSTIBLE

POSICION DEL TANQUE			
HORIZONTAL	X	VERTICAL	
NUMERO DE TANQUES			
CAPACIDAD DEL TANQUE			
DIAMETRO	80	cm.	
LARGO	102	cm.	
CAPACIDAD TOTAL	135	gls.	
VOLUMENES DE COMBUSTIBLE			
ALTURA DE NIVEL ENCONTRADO	13	cm.	
VOLUMEN TOTAL	135	gls.	
CANTIDAD ENCONTRADA	14,31	gls.	
CANTIDAD SUMINISTRADA	120	gls.	

5.6 ESTADO DEL MOTOR A DIESEL

DESCRIPCION	OK	FALLA	CORRECCION	
			SI	NO
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO				
REVISION DE CORREAS	X			
VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO	X			
NIVEL DE AGUA DEL RADIADOR	X			
LIMPIEZA DEL RADIADOR	X			
PRECALENTADOR	X			
SISTEMA DE COMBUSTIBLE				
DRENAJE DEL TANQUE	X			
TUBERIAS DE IN - OUT	X			
SENSOR DE NIVEL	X			
FUGAS DE COMBUSTIBLE		X	X	
SISTEMA ELECTRICO MOTOR				

DESCRIPCION	MAGNITUD	DATOS
HORAS DE TRABAJO	Hr.	867,7
FRECUENCIA	Hz.	60,1
PRESION	Psi.	55
VOLTAJE BATERIA	Vdc.	13,85
TIEMPO COOL PLANTA	Min.	1min 30s
TIEMPO DE TRANSFERENCIA	Min.	20 seg

5.3 BATERIA DEL GENERADOR

BATERIA	OK	FALLA	CORRECCION	
			SI	NO
CELDA	1	X		
	2	X		
	3	X		
	4	X		
	5	X		
	6	X		

5.8

OBSERVACIONES

GRUPO ELECTROGENO	Se realizo mediciones de voltaje y carga.
	Se completa agua destilada en batería.
	Se suministra combustible.
	Se limpia cuarto que se encuentra muy sucio y también se limpia el generador.
	Registra 867,7 horas

CANTIDAD POR SUMINISTRAR	0,69	gls.

5.5 ESTADO DEL TABLERO DE CONTROL

DESCRIPCION	OK	FALLA	CORRECCION	
			SI	NO
TERMINALES Y BORNERAS	X			
BREAKERS	X			
CONTACTORES	X			
SISTEMA DE TRANSFERENCIA	X			
LUCES DE SEÑALIZACION	X			
TRANSF. AUTO-MANUAL	X			
LIMPIEZA GENERAL	X			
PRUEBA DE ALARMAS				
FAIL TO STAR	X			
LOW OIL PRESSURE		X	X	
HIGH ENGINE TEMPERATURE		X	X	
LIMPIEZA GENERADOR	X			

SISTEMA ELECTRICO MOTOR

VERIFICACION DE	OK	FALLA	
BOMBA DE INYECCION	X		
CABLES / TERMINALES	X		
TARJETA DE CONTROL	X		
TARJETA DE PROTECCION	X		
ALTERNADOR DE CARGA	X		
PULSADORES / PERILLAS	X		
SISTEMA DE MEDICION	X		

4.3 OPERACIÓN

La operación de un TTA se resume en el cuadro que se presenta ha continuación

1. CARACTERÍSTICAS	
FASES	2
CORRIENTE	90 A
PLC	LOGO 12/24RC y módulo DM812/24
ENTRADAS	10
SALIDAS	8
MANDOS	Automático y manual (mando eléctrico)
MECANISMO DE TRANSFERENCIA	Contactores con retención mecánica

2. EQUIVALENCIAS DE ENTRADAS	
ENTRADAS	DESCRIPCION
I1	Presencia de voltaje de red pública
I2	Presencia de voltaje de generador
I3	Carga conectada a red comercial
I4	Carga conectada a generador
I5	Módulo automático <i>test</i>

3. EQUIVALENCIAS DE SALIDAS	
SALIDA	DESCRIPCIÓN
Q1	Transferencia de generador a red comercial
Q2	Transferencia de red comercial a generador
Q3	Señal de arranque de generador
Q4	Abrir contactor de red pública
Q5 (Q1/DM8)	Abrir contactor de generador
Q6 (Q2/DM8)	Alarma de falla de bobinas

4.-DESCRIPCIÓN DE CONTROLES		
ELEMENTO	POSICION	ACCION DE COBTROL
S1	MANUAL izquierda	Mando manual activado
	AUTO centro	Mando automático activado
	TEST derecha	Mando test activado
S2	1 derecha	Acciona C1 red pública
	0 centro	C1 Y C2 desactivados
	2 izquierda	Acciona C2 grupo electrógeno
P1	presionado	Reset reinicia programa de PLC

5.- VALORES DE VARIABLES		
PARAMETRO	DESCRIPCION	AJUSTE
Contraseña	Clave de acceso	***
T1 T DES	Retardo al arranque del generador	10 segundos
T2 T DNE	Retardo transferencia normal generador	30 segundos

T3 T CEN	Retardo a la transferencia del generador	60 segundos
T4 T DEC	Retardo al apagado del generador	3 minutos
T5	Retardo a falla de bobinas de contactores	3 segundos
T6	Retardo a falla de red comercial SV1	10 segundos
T7	Retardo conmutación fuentes de energía	2 segundos

4.4 PRUEBAS

Las que se realizó mediante un selector de tres posiciones se tendrá los siguientes modos de operación;

- Automático
- Ciclo test
- Manual

En automático se operará el grupo electrógeno o la red comercial dependiendo de las variables registradas.

Para el mando automático el grupo electrógeno se enciende bajo las siguientes condiciones:

- El voltaje de la red comercial ha sobrepasado el límite de tolerancia establecido.
- Pérdida de una o más fases de la red comercial.
- Una vez ocurrida la falla debe transcurrir cinco segundos antes de arrancar el grupo electrógeno.
- Cuando ya ha empezado a operar el grupo de emergencia debe verificarse que el voltaje y frecuencia sean los correctos, para que se pueda efectuar la transferencia sin ningún inconveniente.

- Al retornar la energía de la red pública se debe verificar que el voltaje y número de fases sean los adecuados, para después de un tiempo realizar la transferencia del grupo de emergencia a la red comercial.
- Si la transferencia RED-GENERADOR o GENERADOR-RED no se realiza con éxito. El control automático discriminará, esta falla y realizará la transferencia de carga a la fuente de energía existente y disponible, Se encenderá una luz piloto que indique falla de mecanismo,
- Mediante un pulsador reset reiniciara el control cuando se requiera,

En modo automático se debe incluir la opción de arranque semanal (programador semanal) del grupo electrógeno por un tiempo de diez minutos con transferencia. Este control no debe ser electromecánico.

4.5 TRANSFERENCIA

- Se tiene todo el sistema alimentado con la energía de la empresa eléctrica.
- El supervisor de red esta censando la energía de la empresa.
- Cuando de pronto el SV1 pierde la señal .
- El SV2 manda una señal de aviso al PLC por medio de I2,entonces comienza a trabajar el programa interno del controlador.
- Este tiene un temporizador por el que tiene que pasar la señal de SV2, el mismo que esta calibrado en cinco segundos, esto es para que cuando sea una falla en menos de este tiempo no se prenda el grupo, además que la carga nunca quedaría desamparada ya que tiene un respaldo de un banco de baterías.
- La falla es permanente, el PLC manda una señal por Q4 para que se abra el contactor de red principal C1-
- El controlador manda un pulso a Q2 para que de paso a la transferencia de red comercial a generador se enclava C2.
- El grupo electrógeno comienza a trabajar por medio de la señal de Q3.
- El grupo alimenta de energía al sistema.
- Previamente se desactiva I3 que es la carga conectada a red comercial, y se activa la entrada I4 es decir que la carga está conectada al generador.

4.6 RETORNO ACONDICIONES INICIALES

- El SV1 se energiza cuando detecta el reestablecimiento total de la red, de lo contrario no, es decir que si por alguna falla no hay las tres fases activas el grupo de emergencia seguirá funcionando.
- Entonces el SV1 se energiza y manda la señal a la entrada I1 para que el controlador la analice.
- El PLC manda un pulso en Q1 para transferencia de generador a red comercial C1 y a Q5 ordenando abrir el contactor de generador C2.
- Aquí el generador sigue trabajando por tres minutos adicionales en vacío, por motivos de temperatura, pero condicionado a que si hay alguna falla de red empiece nuevamente a trabajar
- Además la señal que llega a I4 carga conectada a generador se anula, e ingresa la señal de I3 que es carga conectada a red.

Cabe destacar que la alimentación del PLC y los demás elementos que necesitan de energía continua se toma del banco de baterías, a la cual se encuentra conectada en paralelo la carga, acotando que cada una es de 3000 amperios - hora

En ciclo test simula un corte de energía y realiza un ciclo completo de operación con transferencia y retransferencia.

En manual se deshabilitará la lógica de control del sistema de transferencia automática y todas las operaciones que se realicen a continuación serán en forma manual.

4.7 CONCLUSIONES

El hecho de que el TTA maneje dispositivos electrónicos, hace que el sistema tenga una velocidad de respuesta mucho mayor que la del ser humano.

Para verificar la potencia de un sistema de emergencia. Se recurre a observar la placa de características técnicas, donde encontramos la potencia nominal del motor de combustión que viene dada en KW, y la potencia aparente del generador que viene dada en KVA.

Para cualquier emergencia, o algún problema de energía eléctrica se recurre a los grupos electrógenos portátiles, y si se requiere de potencias mayores de 5 KVA, existen grupos de emergencia equipados con motores a diesel para un mejor desempeño.

En una interrupción en el rango de 1 a 6 segundos de energía suministrada por la empresa el TTA ordena que se ponga en marcha el grupo de emergencia, pero al tener de vuelta la energía de la red, entonces el grupo electrógeno se desenergiza, claro está que para que esto ocurra debe pasar tres minutos, tiempo que se encuentra calibrado para el retardo a la desenergización.

Siempre que se realice mantenimiento preventivo se debe medir voltajes e intensidad de corriente, además que debemos simular un corte de energía, para constatar que el sistema se encuentre trabajando de manera adecuada.

La presencia de personas con experiencia en este tema de transferencia de energía desde que se comenzó a formar el TTA hace que un estudiante teniendo un conocimiento teórico y una noción sobre el tema se sienta seguro y respaldado para continuar hasta el término del mencionado TTA.

4.8 RECOMENDACIONES

- ✓ Para realizar cualquier mantenimiento siempre se debe trabajar con seguridad y poniendo toda la concentración, además que es importante ejecutar las instalaciones eléctricas con herramientas aisladas.
- ✓ Cuando se compra elementos eléctricos siempre verificar de su buen estado y funcionamiento.
- ✓ Para tener un buen desenvolvimiento siempre se debe procurar trabajar con las herramientas adecuadas.
- ✓ Efectuar el respectivo mantenimiento preventivo para que todo el conjunto TTA y grupo electrógeno respondan ante un corte de energía inesperado.
- ✓ El tiempo en que se programe el cronograma de mantenimiento preventivo va a depender del factor climatológico, donde esté trabajando el conjunto.

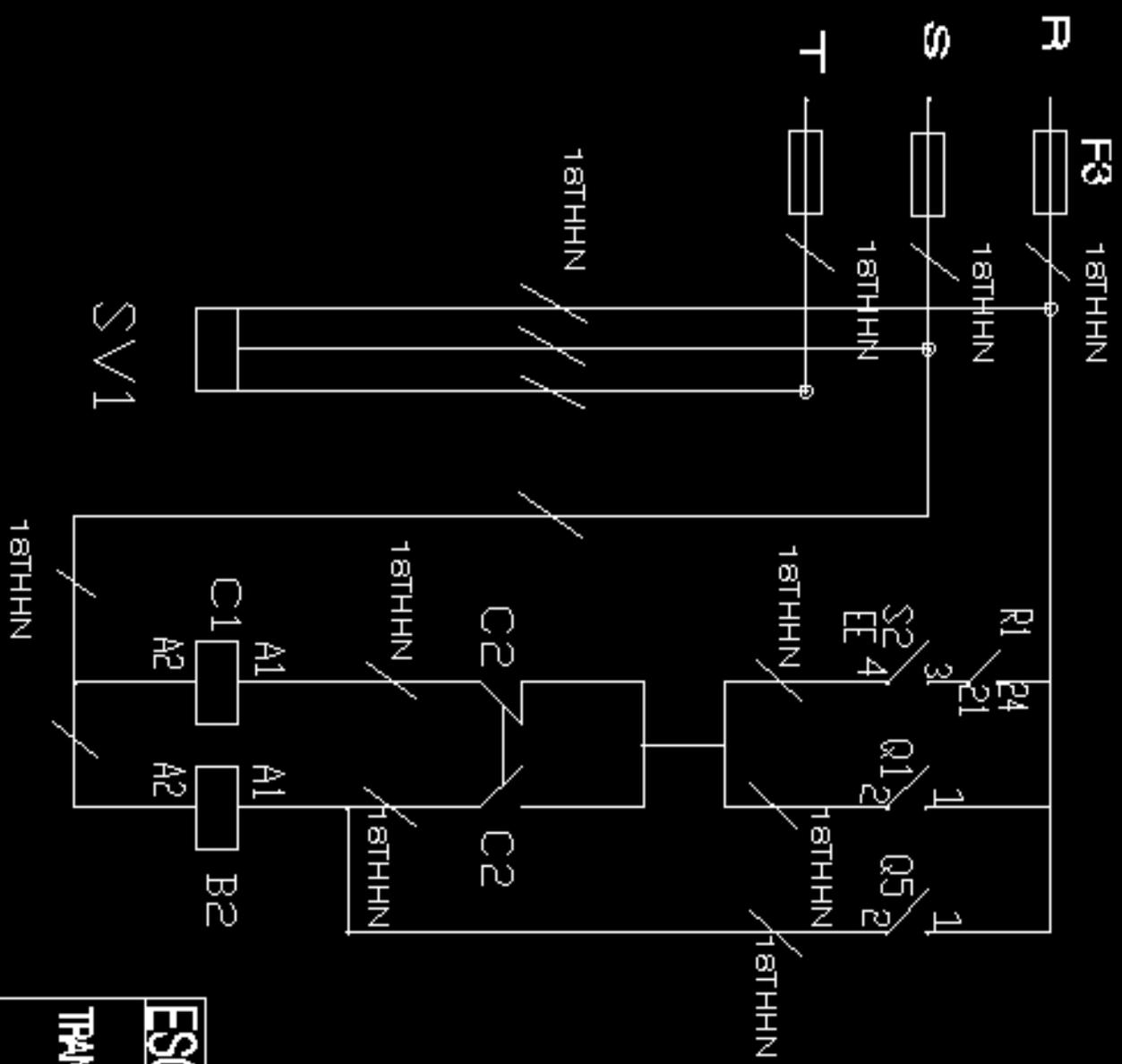
Siempre que se realice un mantenimiento se debe tomar nota del horómetro, es decir el número de horas que tiene de funcionamiento el grupo electrógeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Irving, Kosow. (1991). Máquinas Eléctricas y Transformadores. Editorial Prentice- Hall. México.
- Irving, Kosow. (1997). Control de Máquinas Eléctricas. Editorial Prentice- Hall. México.
- Jácome, Fernando. Folleto de Mantenimiento Industrial.
- Collahuaso, Miguel. (1999). Diseño y Construcción de Tableros de Transferencia de Energía. Tesis. Tlg. Electromecánica. EPN.
- Velos, Carlos. (2001). Elementos Eléctricos para la Protección de Sistemas Industriales. Tesis. Tlg. Electromecánica. EPN.
- Albuja, Héctor. Jorge Ballagan. (2001). Sistemas de Transferencia Eléctrica. Tesis Ing. Eléctrica. EPN.
- Soporte Técnico del Departamento de Energía y Climatización de la Central de Telecomunicaciones de Guajalo (Zona Sur) de ANDINATEL S.A.
- Spitta, Albert. (1978). Instalaciones Eléctricas Tomo II. Editorial Dossat
- Schneider-Electric. Catálogo de productos 1999.
- Lovato Electric. Catálogo de Productos 2007.
- Manual del Usuario LOGO. Versión 2003.
- [http://www. provejec.com.pe](http://www.provejec.com.pe)
- <http://www.grupos-electrogenos.com>.

ANEXO 1
DIAGRAMA DE CONTROL Y FUERZA
DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA
AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

RED PUBLICA



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

TRANSFERENCIA DE GENERADOR

E.S.F.O.
ELECTROMECANICA

A RED PUBLICA

Diagrama de conexiónado
ESQUEMA 3

RED PUBLICA

GENERADOR

R S T

R S T

4 AWG

4 AWG

C1

B1

C2

B2

4 AWG

4 AWG

CONECTAR A LA CARGA ELECTRICA

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

E.S.F.

ELCROM

Diagrama
conexión
ESQUEN

DIAGRAMA DE FUERZA

SIMBOLOGÍA

• Punto de conexión

F fusibles de protección

SV1 Supervisor de RED PÚBLICA

SV2 Supervisor de voltaje de GENERADOR

P1 Pulsador RESET

C1 Contactor de RED PRINCIPAL

C2 Contactor principal de GENERADOR

B1 Bobina auxiliar de apertura de C1

B2 Bobinas de apertura de contactores

R1 Relé auxiliar de 12 VDC

L1,L2,L3 Lucee piloto

S1 Selector de 3 posiciones MAN1-0-AUT2

S2 Selector de 2 posiciones RED-0-GENERADOR

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

**SIMBOLOGÍA DE
LOS CONEXIONADOS**

ESFOT

ELECTROMECAICA

Esquema 5

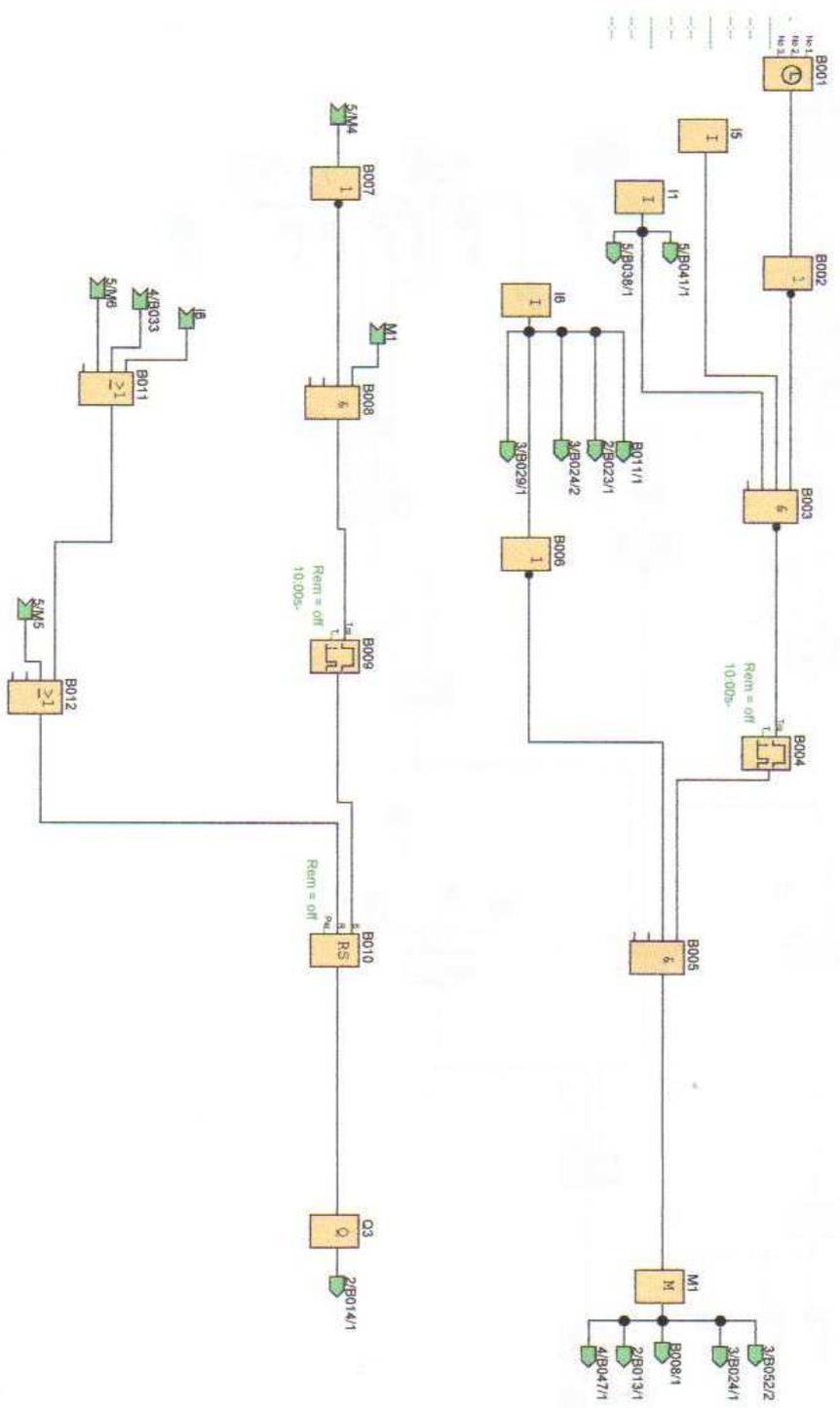
12

03

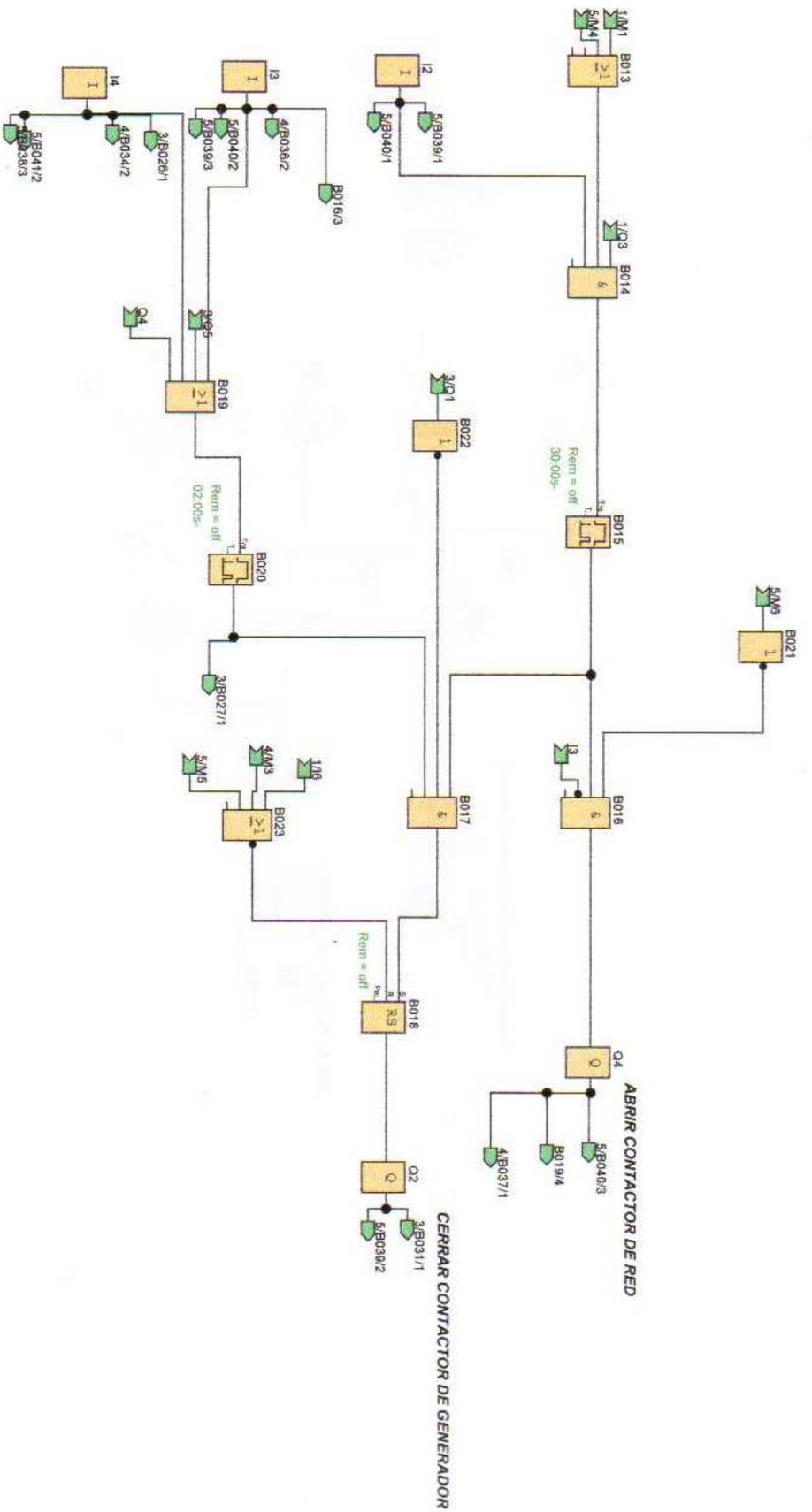
2008

ANEXO 2
DIAGRAMA DE CONTROL DEL GRUPO ELECTROGENO

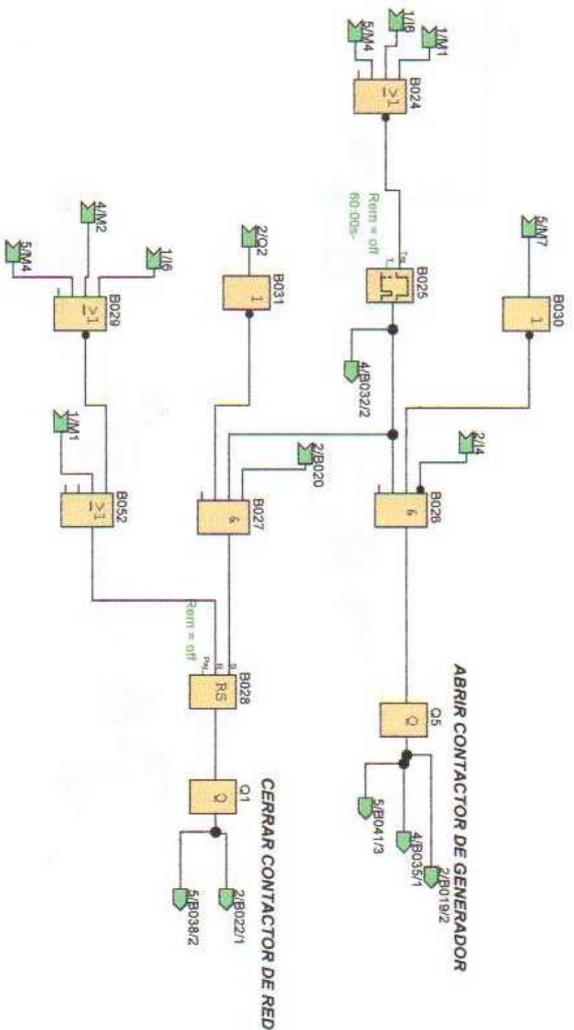
ANEXO 3
PROGRAMA DE TRANSFERENCIA
AUTOMÁTICA DE ENERGIA EN LOGO V 0.5



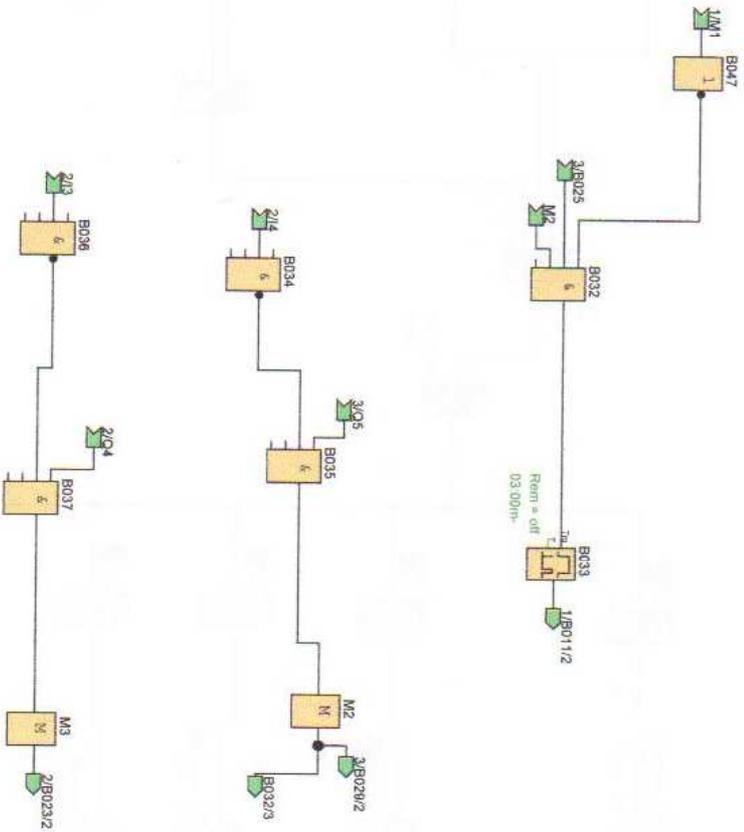
Autor:	personal	Proyecto:	TTA 2	Cliente:	EPN
Comprobado:		Instalación:	AUTOMATIZACIÓN	Nº diagrama:	3
Creado/Modificado:	14/07/07 20:09 / 10/4/08 17:13	archivo:	TTA NEW NEW/isc	Página:	1 / 5



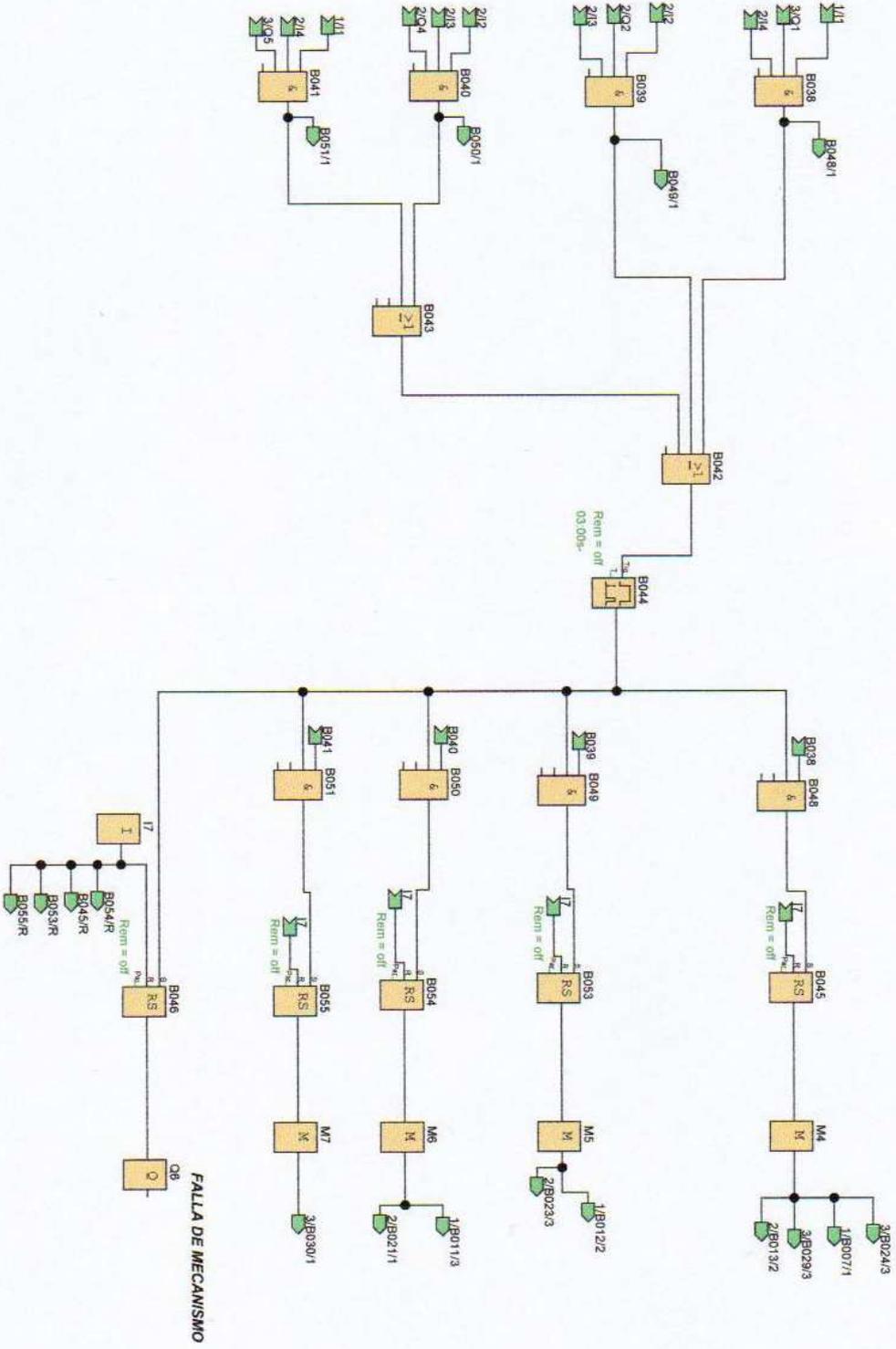
Autor:	Personal	Proyecto:	TTA 2	Cliente:	EPN
Comprobado:		Instalación:	AUTOMATIZACIÓN	Nº diagrama:	3
Creador/Modificado:	14/07/07 20:09/1/04/08 17:13	archivo:	TTA NEW NEW.isc	Página:	2 / 5



Autor:	personal	Proyecto:	TTA 2	Cliente:	EPN
Comprobado:		Instalacion:	AUTOMATIZACION	Nº diagrama:	3
Creado/Modificado:	14/07/07 20:09:10/04/08 17:13	archivo:	TTA NEW NEW.isc	Página:	3 / 5



Autor:	personal	Proyecto:	TTA.2	Ciente:	EPN
Comprobado:		Instalación:	AUTOMATIZACIÓN	Nº diagrama:	3
Creado/Modificado:	14/07/07 20:09/10/04/08 17:13	archivo:	TTA NEW NEW/isc	Página:	4 / 5



FALLA DE MECANISMO

Autor:	personal	Proyecto:	TTA2	Cliente:	EPN
Comprobado:		Instalación:	AUTOMATIZACIÓN	Nº diagrama:	3
Creado/Modificado:	14/07/07 20:09:11/04/08 17:13	archivo:	TTA NEW NEW.lsc	Página:	5 / 5