

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ECUELA DE FORMACION TECNOLOGICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN HMI PARA UN
SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE TECNOLOGO
ELECTROMECHANICO**

**EDUARDO CHINCHÍN CRUZ
HUGO VASQUEZ GUAÑA**

DIRECTOR: Ing. GERMAN CASTRO MACANCELA

Quito, Mayo 2007

DECLARACION

Nosotros, Eduardo Chinchín Cruz y Hugo Vásquez Guaña declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Eduardo Chinchín Cruz

Hugo Vásquez Guaña

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Eduardo Chinchín Cruz y Hugo Vásquez Guaña.

Ing. GERMAN CASTRO MACANCELA
DIRECTOR DE PROYECTO

RESUMEN

Este trabajo esta dividido en 4 grandes capítulos, en los que se puede apreciar todo el funcionamiento que tiene un grupo de emergencia, asimismo como el paso de transferencia automática.

En el capítulo 1 se presenta una breve representación del principio de funcionamiento del generador así como una recopilación de datos referentes a los diferentes tipos de generación eléctrica, además las partes constitutivas y descripción de un grupo electrógeno a diesel, este capítulo indicara la importancia que tiene un sistema de emergencia con el detalle de los diferentes lugares a utilizarse.

En el capítulo 2 se da a conocer un discernimiento general de los controladores lógicos programables, desde su definición hasta lo que será la forma de crear un proyecto con el manejo del software Microwin 16. Posteriormente se continúa con reconocimiento y diseño del HMI (Hombre-Maquina-Interfaz), con asistencia del software Intouch de la Wonderware Factory Suite, las pantallas creadas para el monitoreo y control de la transferencia automática de energía acompañan a este documento.

En el capítulo 3 se presenta el diseño y la lógica de control para el ensambladura del tablero eléctrico en cual serán montados los circuitos tanto de control como de fuerza del sistema de transferencia automática de energía, los diagramas de los mismos se adjuntan al presente documento. Para observar de mejor manera el cableado de los circuitos se presenta fotografías que permitirán observar detalladamente el orden y la ubicación con la cual quedaran acoplados todos los dispositivos utilizados para este fin.

En el capítulo 4 se hace un análisis de la importancia de los sistemas de emergencia, para continuar con las diferentes pruebas del tablero de transferencia

automática de energía creando una simulación de suspensión de servicio de red como de retorno de la misma. Luego se hace una descripción de las tareas de mantenimiento tanto eléctrico como mecánico a realizarse tanto en el tablero de control como en el grupo de emergencia.

PRESENTACION

Hoy en día debido al crecimiento poblacional y por ende a la demanda que tiene el servicio de suministro público de energía eléctrica, ocasiona que no proporcione la asistencia esperada, y es que sin este recurso la civilización ya no sería lo que es en la actualidad; progreso y calidad de vida. Es muy importante que no existan cortes de energía en lugares donde peligrarían muchas vidas, es por eso que en hospitales o clínicas de salud este servicio nunca debe faltar.

Debido a esto se hace uso de máquinas que suplen este déficit; a estas máquinas se las conoce como grupos electrógenos o de emergencia y para que este sistema pueda entrar en funcionamiento se necesita de un procedimiento de transferencia de energía, entre la red principal y el grupo de emergencia, este puede ser manual o automático, siendo este último el más utilizado ya que permite el cambio de fuente generadora en el menor tiempo posible a la vez que suprime la presencia de un operador para el manejo de dicho proceso.

Es así que en un sistema de transferencia de energía debe instalarse controles que impidan que la carga pueda llegar a ser alimentada al mismo tiempo por la empresa de suministro eléctrico y el grupo Electrónico.

Se mejoraría los controles de arranque automático del grupo Electrónico y la transferencia de energía incorporando sistemas especiales como la utilización del INTOUCH para la supervisión y la visualización de su funcionamiento eficaz a fin de proteger problemas específicos.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. QUE ES UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA.....	2
1.2.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR.....	3
1.3. FUENTES DE GENERACION ELECTRICA.....	5
1.3.1. CENTRAL TÉRMICA.....	6
1.3.2. CENTRAL HIDROELÉCTRICA.....	6
1.3.3. CENTRAL NUCLEAR.....	7
1.3.4. CENTRAL EOLICA.....	9
1.3.5. CENTRAL TÉRMICA SOLAR.....	10
1.3.6. CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA.....	11
1.3.7. CENTRAL MAREOMOTRIZ.....	11
1.4. SISTEMAS DE EMERGENCIA DE COMBUSTION INTERNA.....	12
1.4.1. MOTOR DE COMBUSTIÓN.....	14
1.4.2. GENERADOR.....	17
1.4.3. ESTATOR.....	18
1.4.4. ROTOR.....	19
1.5. SISTEMA DE EXCITACIÓN DEL GENERADOR.....	20
1.6. LUGARES MÁS UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA.....	21
1.6.1. SISTEMA DE CONTROL DE TRÁFICO AÉREO.....	21

1.6.2. CENTROS EDUCATIVOS.....	21
1.6.3. SECTOR INDUSTRIAL.....	21
1.6.4. LUGARES CON GRAN CONCENTRACIÓN DE PERSONAS.....	22
1.6.5. HOSPITALES.....	22
1.6.6. CENTROS DE CÓMPUTO.....	23
1.7. GLOSARIO DE TERMINO	23

CAPITULO II

HARDWARE Y SOFTWARE DE CONTROL Y SUPERVISION

2.0. INTRODUCCION.....	26
2.1, CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES PLCS.....	26
2.1.1. CLASIFICACIÓN.....	26
2.1.2. ARQUITECTURA DEL CONTROLADOR.....	27
2.1.3. SELECCIÓN DEL PLC.....	30
2.1.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SIEMENS 214.....	31
2.2. SOFTWARE STEP 7 MICROWIN 2.1.....	35
2.2.1. PROGRAMACIÓN DEL PLC SIEMENS 214.....	35
2.2.2. CARGAR EL PROGRAMA AL SIMULADOR S7 200.....	43
2.3. DESCRIPCION DEL INTOUCH.....	45
2.3.1. WONDERWARE FACTORY SUITE.....	45
2.3.2. INTOUCH.....	46

2.3.3. CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS.....	47
2.3.4. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	48
2.4. EDICION DEL HMI.....	49
2.4.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	49
2.4.2. DESARROLLO DEL HMI.....	50
2.4.3. LOGICA DE MONITOREO.....	62
2.4.4. COMUNICACIÓN DEL HMI CON LOS USUARIOS.....	63
2.4.4.1. PRESENTACIÓN.....	63
2.4.4.2. REGISTRO DE USUARIOS.....	63
2.4.4.3. PANTALLA GENERAL.....	65
2.4.4.4. PROCESO DE CONTROL Y FUERZA.....	66
2.5. COMUNICACIÓN INTOUCH-PLC.....	69
2.5.1. COMUNICACIÓN DE INTOUCH CON SU ENTORNO.....	69
2.5.2. COMUNICACIÓN PLC – INTOUCH.....	70
2.5.3. CONFIGURACIÓN DEL I/O SERVER.....	71
2.5.4. CONFIGURACIÓN DEL PUERTO DE COMUNICACIONES.....	71
2.5.5. CONFIGURACIÓN DEL TOPIC.....	72
2.5.6. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE DATOS.....	74
2.5.7. CONFIGURACION DE ITEMS EN INTOUCH.....	23

CAPITULO III

DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

3.1. SISTEMAS DE EMERGENCIA.....	76
3.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	76
3.1.2. FACTORES A CONSIDERARSE.....	76
3.2. LOGICA DE CONTROL.....	78
3.2.1. APARATOS Y DIPOSITIVOS NECESARIOS.....	79
3.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA.....	80
3.3. DIAGRAMAS DEL CABLEADO DE CONTROL Y FUERZA DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA.....	82
3.3.1. DESCRIPCION DE LOS RELES A UTILIZARSE.....	82
3.3.2. DIAGRAMA DE LA FUENTE PARA SALIDAS DEL PLC.....	82
3.3.3. ALIMENTACION DEL CONTROLADOR.....	83
3.3.4. ENTRADAS DIGITALES DEL CONTROLADOR.....	84
3.3.5. DIAGRAMA DE SALIDAS DEL PLC.....	85
3.3.6. DIAGRAMA DE CONTROL DE LA RED PRINCIPAL.....	86
3.3.7. DIAGRAMA DE CONTROL DEL GRUPO ELECTROGENO.....	87
3.3.8. DIAGRAMA DE CONTROL DE FALLA DEL GENERADOR.....	88
3.3.9. DIAGRAMA DE ENCENDIDO DEL GENERADOR.....	89
3.3.10. CIRCUITO DE FUERZA.....	90

CAPITULO IV

ANALISIS Y PRUEBAS

4.1. USO DEL GRUPO DE EMERGENCIA.....	97
---------------------------------------	----

4.2. PRUEBAS DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA	
DE ENERGIA.....	97
4.2.1. MANIOBRA AUTOMATICA.....	98
4.2.2. MANIOBRA MANUAL.....	99
4.2.3. OPERCION NORMAL/PRUEBA.....	99
4.2.3. PARO DE EMERGENCIA.....	100
4.3. ARRANQUE Y PRUEBA DEL GENERADOR.....	100
4.4. MANTENIMIENTO.....	101
4.4.1. MANTENIMIENTO PREVETIVO.....	102
4.4.1.1. MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE CONTROL.....	102
4.4.1.2. MANTENIMIENTO DEL MOTOR IMPULSOR.....	103
4.4.1.3. MANTENIMIENTO DEL ALTERNADOR.....	104
4.4.2. TABLA DE MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO.....	105
4.5. CONCLUSIONES.....	106
4.6. RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Los grupos electrógenos están destinados a una gran variedad de empleos, desempeñando la función de proveedor de energía de reserva, suplementaria o de emergencia; para diversas instalaciones de servicios auxiliares, alumbrado de acontecimiento (de seguridad, de escape o de reserva), bancos, estadios deportivos, plantas industriales, hospitales, etc.; así como también en viviendas rurales aisladas de la red pública de suministro eléctrico.

Los sistemas de emergencia son indispensables directa o indirectamente en la mayoría de las instalaciones donde la energía eléctrica es de vital importancia para la vida humana, donde su seguridad y condiciones de operación sean las más esenciales.

El grupo electrógeno básicamente está formado por un conjunto integrado que contiene un motor térmico primario (maquina motriz), un generador eléctrico (de corriente alterna) acoplado en el mismo eje y los correspondientes elementos auxiliares y sistemas complementarios, como el tablero de maniobra, cargadores de baterías, equipos de control de tensión y frecuencia, automatismos de transferencia, protecciones contra sobrecargas, cortocircuitos, etc.

Según sea el consumo total de las cargas y la extensión geográfica de la instalación, los grupos electrógenos se elegirán para entregar energía en baja o media tensión. Para una adecuada selección se debe especificar la criticidad de la carga.

Para cualquier potencia que sea el grupo de emergencia, debe instalarse un automatismo de transferencia para conmutar tanto al fallar la red pública como

cuando se restablezca la tensión en la misma, con los debidos enclavamientos y protecciones.

El trabajo tiene como finalidad la implementación de un HMI (Hombre-Maquina-Interfase) para la visualización y monitoreo de las diferentes etapas del sistema de transferencia de energía automática mediante el software de visualización INTOUCH, y de este modo también se reducirá la manipulación del operador buscando seguridad para el personal de mantenimiento.

El control a implantar impedirá que la carga pueda llegar a ser alimentada al mismo tiempo por la empresa de suministro eléctrico y el grupo Electrónico, el sistema mas común aunque no el único, es el que utiliza un conmutador, el mismo que puede ser accionado manual o automáticamente siendo este último el preferido en instalaciones industriales y comerciales.

1.2. QUE ES UN GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA

El generador de corriente alterna es un dispositivo que convierte la energía mecánica en energía eléctrica, que consta de una espira rectangular que gira en un campo magnético uniforme, como se ve en la Fig. 1.1.

Los generadores de C.A., comúnmente llamados alternadores, no tienen conmutador como los de corriente continua, porque suministran energía con un voltaje alterno. Por tanto, no es necesario que el inducido sea el elemento giratorio.

Los alternadores se dividen en dos clases de acuerdo con su construcción. En una de ellas, los generadores son del tipo inducido giratorio, los polos de campo son estacionarios y el inducido gira. La segunda es la de los que tienen campo giratorio e inducido estacionario o estator, dentro del cual giran los polos del campo.

Una de las maneras del movimiento de rotación de las espiras es producida por el movimiento de una turbina accionada por una corriente de agua en una central hidroeléctrica, o por un chorro de vapor en una central térmica. En el primer caso, una parte de la energía potencial “agua embalsada” se transforma en energía eléctrica; en el segundo caso, una parte de la energía química se transforma en energía eléctrica al quemar carbón u otro combustible fósil.

Para la figura 1.1, si se conecta una bombilla al generador, por el filamento de la bombilla circulara una corriente que hace que se ponga incandescente, y emite tanta más luz cuanto mayor sea la velocidad con que gira la espira en el campo magnético.

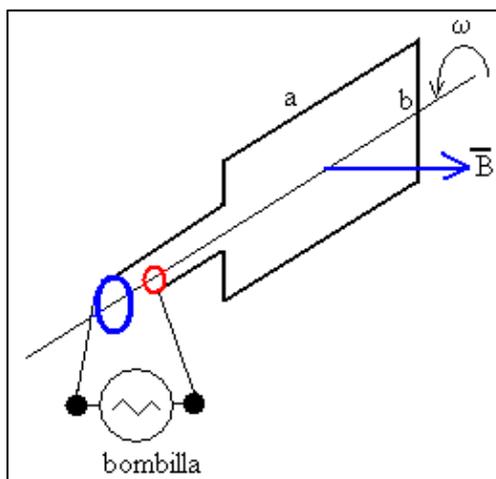


Fig. 1.1. Representación del generador eléctrico, con una espira y un campo Magnético.

1.2.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR

Ley de Faraday y ley de Lenz

Ley de Faraday: La magnitud del voltaje inducido en una espira única de conductor es proporcional a la velocidad de cambio de las líneas de fuerza que pasan a través de (o que están enlazadas con) esa espira.

Ley de Lenz: En todos los casos de inducción electromagnética, un voltaje inducido hará que fluya una corriente en un circuito cerrado en dirección tal que su efecto magnético se oponga al cambio que la produce.

Si la espira gira con velocidad angular constante ω , de la figura 1.2a. Al cabo de un cierto tiempo t el ángulo que forma el campo magnético y la perpendicular al plano de la espira será ωt . Para la figura 1.2b, el flujo del campo magnético B a través de una espira de área S es:

$$\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S} = B \cdot S \cdot \cos(\omega t) \quad \text{Ec. 1}$$

Φ = Flujo magnético (líneas o maxwells) ω = velocidad angular (rad/s)

S = Área (pulg²) t = Tiempo (s)

B = Densidad de Flujo (líneas/ pulg²)

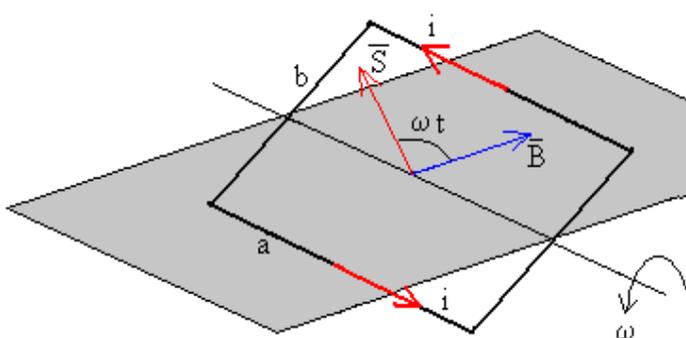


Fig. 1.2a. Espira dentro del campo magnético

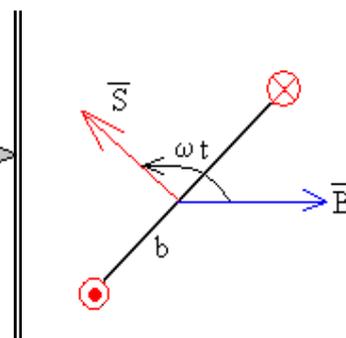


Fig. 1.2b. Campo magnético en un conductor

La Fem en la espira

La fem V_e varía sinusoidalmente con el tiempo, como se muestra en la figura 1.3. De acuerdo a la ecuación Ec.1, el voltaje inducido alcanza su valor máximo en valor absoluto cuando $\omega t = \pi/2$ ó $3\pi/2$, si el flujo Φ es mínimo (el campo magnético está en el plano de la espira), y es nula para $\omega t = 0$ ó π , debido a que el flujo es máximo (el campo magnético es perpendicular al plano de la espira).

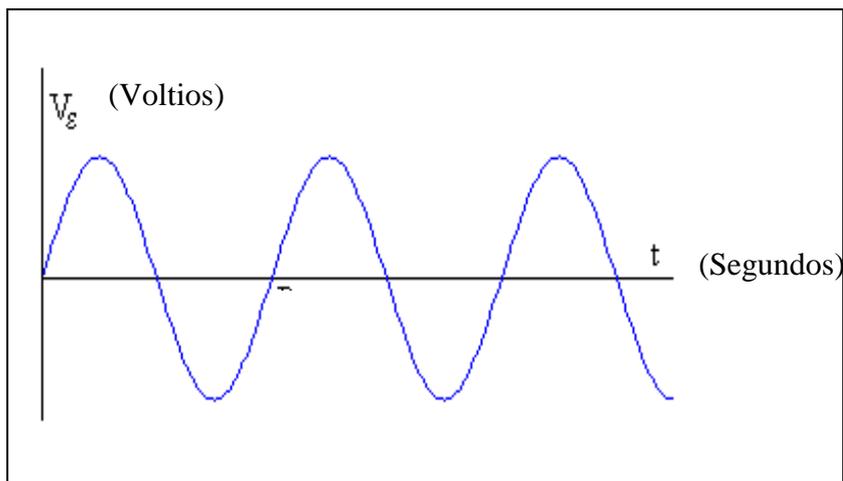


Fig. 1.3. Representación de la fem en función del tiempo

1.3. FUENTES DE GENERACION ELECTRICA

Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras se clasifican en:

- Térmicas
- Hidroeléctricas
- Nucleares
- Eólicas
- Solares termoeléctricas
- Solares fotovoltaicas
- Mareomotrices

No obstante de todos los tipos indicados, la mayor parte de la energía eléctrica generada proviene de los tres primeros tipos de centrales reseñados.

Todas estas centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador en sí, que no es otro que un alternador, movido mediante una turbina, que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada. En las centrales fotovoltaicas la corriente obtenida es continua y para su utilización es necesaria su conversión en alterna, mediante el empleo de dispositivos denominados inversores u onduladores.

1.3.1. CENTRAL TÉRMICA

Es una instalación industrial empleada para la generación de electricidad a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la inflamación de algún combustible fósil como petróleo, gas natural o carbón. Este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica, ver Fig. 1.4.

En la actualidad se están construyendo numerosas centrales termoeléctricas de las denominadas de ciclo combinado, que son un tipo de central que utiliza gas natural como combustible para producir la emanación que mueve una turbina de vapor.

Aprovechando la energía de los gases de escape de la combustión se mueve una turbina de gas. Cada una de estas turbinas está acoplada a su correspondiente alternador para generar la electricidad como en una central termoeléctrica clásica. Con este procedimiento se consiguen rendimientos productivos del orden de los 55%, muy superiores al de las plantas termoeléctricas convencionales.



Fig. 1.4. Central térmica

1.3.2. CENTRAL HIDROELÉCTRICA

Esta central genera electricidad mediante el aprovechamiento de la energía potencial del agua embalsada en una presa situada a más alto nivel que la central, ver Fig. 1.5.

El agua es conducida mediante una tubería de descarga a la sala de máquinas de la central, donde mediante enormes turbinas hidráulicas se produce la generación

de energía eléctrica en alternadores cuya potencia, dependiendo del desnivel entre la presa y la central puede ser de varios centenares de megavatios.

Utilizan la fuerza y velocidad del agua corriente para hacer girar las turbinas. Las hay de dos tipos: de pasada (que aprovechan la energía cinética natural del agua corriente de los ríos) y de embalse (el agua se acumula mediante represas, y luego se libera con mayor presión hacia la central hidroeléctrica).

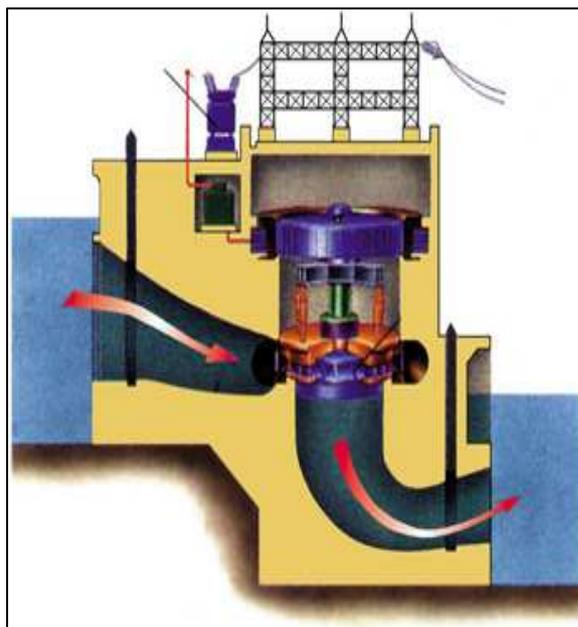


Fig. 1.5. Central hidroeléctrica

Las turbinas hidráulicas tienen formas constructivas muy variadas, para adaptarse a las distintas características de altura y caudal de los saltos de agua que se han de aprovechar. Ante todo existen turbinas de acción y turbinas de reacción.

Por lo general, las turbinas de acción se emplean para saltos de agua de pequeño caudal y gran altura de salto; las turbinas de reacción se utilizan para saltos caudales medios y también para saltos de gran caudal y poca altura.

1.3.3. CENTRAL NUCLEAR

La instalación industrial empleada para la producción de energía eléctrica a partir de energía nuclear, que se caracteriza por el empleo de materiales fisionables que mediante una reacción nuclear proporcionan calor. Este calor es empleado

por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica, ver Fig. 1.6.

Las centrales nucleares constan de uno o varios reactores, que son vasijas impenetrables a la radiación, en cuyo interior se albergan varillas u otras configuraciones geométricas de minerales con algún elemento radiactivo, usualmente el Uranio. En el proceso de descomposición radiactiva, se establece una reacción que es sostenida y moderada mediante el empleo de elementos auxiliares dependientes del tipo de tecnología empleada.

Las instalaciones nucleares son construcciones muy complejas por la variedad de tecnologías industriales empleadas y por la elevada seguridad con la que se les dota. Las características de la reacción nuclear hacen que pueda resultar peligrosa si se pierde su control y prolifera por encima de una determinada temperatura a la que funden los materiales empleados en el reactor, así como si se producen escapes de radiación nociva por esa u otra causa.

La energía nuclear se caracteriza por producir, además de una gran cantidad de energía eléctrica, residuos nucleares que hay que albergar en depósitos aislados y controlados durante largo tiempo. A cambio, no producen contaminación atmosférica de gases derivados de la combustión, ni precisan el empleo de combustibles fósiles convencionales.

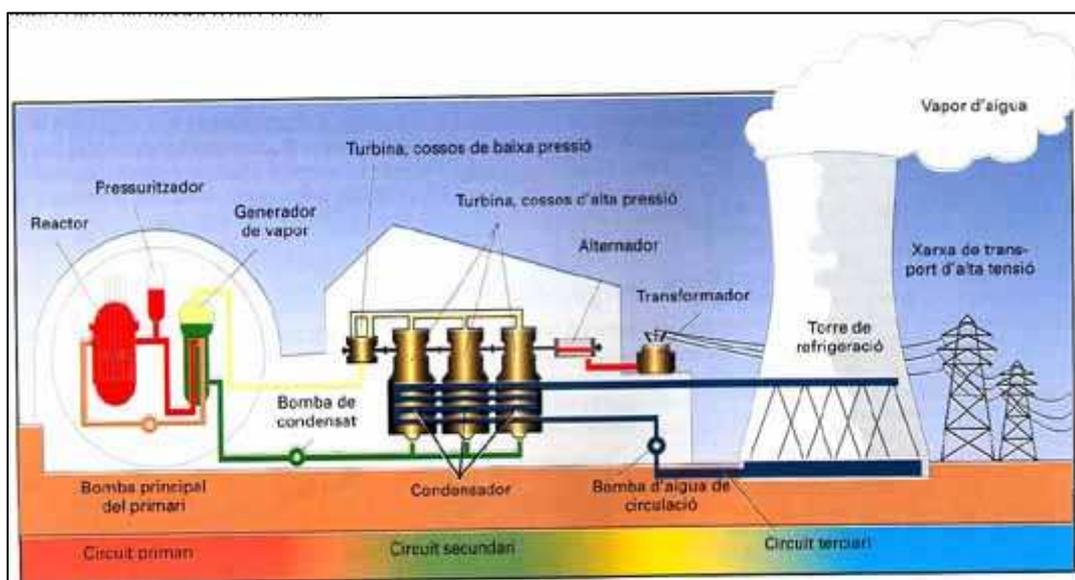


Fig. 1.6. Central Nuclear

1.3.4. CENTRAL EOLICA

Los generadores de turbina de viento tienen varios componentes. El rotor convierte la fuerza del viento en energía rotatoria del eje, una caja de engranajes aumenta la velocidad y un generador transforma la energía del eje en energía eléctrica. En algunas máquinas de eje horizontal la velocidad de las aspas puede ajustarse y regularse durante su funcionamiento normal, así como cerrarse en caso de viento excesivo. Otras emplean un freno aerodinámico que con vientos fuertes reduce automáticamente la energía producida. Las máquinas modernas comienzan a funcionar cuando el viento alcanza una velocidad de unos 19 km/h, logran su máximo rendimiento con vientos entre 40 y 48 km/h y dejan de funcionar cuando los vientos alcanzan los 100 km/h. Los lugares ideales para la instalación de los generadores de turbinas son aquellos en los que el promedio anual de la velocidad del viento es de cuando menos 21 km/h, ver Fig. 1.7.

La energía eólica, que no contamina el medio ambiente con gases ni agrava el efecto invernadero, es una valiosa alternativa frente a los combustibles no renovables como el petróleo. Los generadores de turbinas de viento para producción de energía a gran escala y de rendimiento satisfactorio tienen un tamaño mediano (de 15 a 30 metros de diámetro, con una potencia entre 100 y 400 Kw.). Algunas veces se instalan en filas y se conocen entonces como granjas de viento. En California se encuentran algunas de las mayores granjas de viento del mundo y sus turbinas pueden generar unos 1.120 MW de potencia (una central nuclear puede generar unos 1.100 MW). El precio de la energía eléctrica producida por ese medio resulta competitivo con otras muchas formas de generación de energía.



Fig. 1.7. Central Eolica

1.3.5. CENTRAL TÉRMICA SOLAR

La central térmica solar es una instalación industrial en la que a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar, y su uso en un ciclo termodinámico convencional se produce la potencia necesaria para mover un alternador para generar electricidad como en una central térmica clásica, ver Fig. 1.8.

Constructivamente, es necesario concentrar la radiación solar para que se puedan alcanzar temperaturas elevadas, de $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, y obtener así un rendimiento aceptable en el ciclo termodinámico, que no se podría obtener con temperaturas más bajas. La captación y concentración de los rayos solares se hacen por medio de espejos con orientación automática que apuntan a una torre central donde se calienta el fluido, o con mecanismos más pequeños de geometría parabólica. El conjunto de la superficie reflectante y su dispositivo de orientación se denomina "helióstato".

Los fluidos y ciclos termodinámicos escogidos en las configuraciones experimentales que se han ensayado, así como los motores que implican, son variados, y van desde el ciclo Rankine (centrales nucleares, térmicas de carbón) hasta el ciclo Brayton (centrales de gas natural). En la actualidad la tecnología sigue en fase experimental, y existen dudas sobre su futura viabilidad técnica y económica.

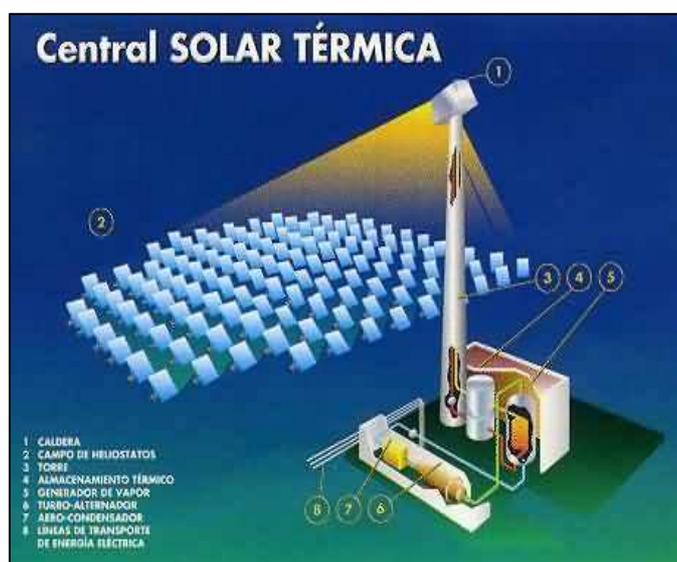


Fig. 1.8. Central térmica solar

1.3.6. CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA

Es una forma de obtención de energía solar a través de dispositivos semiconductores que al recibir radiación solar se excitan, provocan saltos electrónicos y una pequeña diferencia de potencial tipo diodo en sus extremos. El acoplamiento en arreglo serie de varios de estos diodos ópticos permite la obtención de voltajes mayores en configuraciones muy sencillas, y aptas para pequeños dispositivos electrónicos. A mayor escala, la corriente eléctrica continua que proporcionan las placas fotovoltaicas se puede transformar en corriente alterna e inyectar en red, operación que es poco rentable económicamente y que precisa todavía de subvenciones para su viabilidad, ver Fig. 1.9.

En entornos aislados, donde se requiere poca corriente eléctrica y el acceso a la red está penalizado económicamente por la distancia, como estaciones meteorológicas o de comunicaciones, se emplean las placas fotovoltaicas como alternativa económicamente viable.

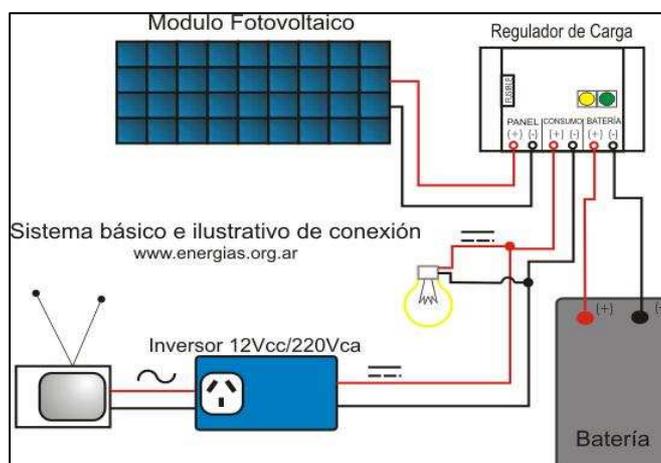


Fig. 1.9. Central Solar Fotovoltaica

1.3.7. CENTRAL MAREOMOTRIZ

Se denomina así a la energía extraída del mar. En general, puede provenir de las mareas, las olas o del gradiente térmico con la profundidad, ver Fig. 1.10.

La primera explotación a gran escala de esta energía lo constituyó la central mareomotriz de la Rance, en Bretaña (Francia), inaugurada en 1966, que produce cada año 500 millones de Kwh. (kilovatios-hora).

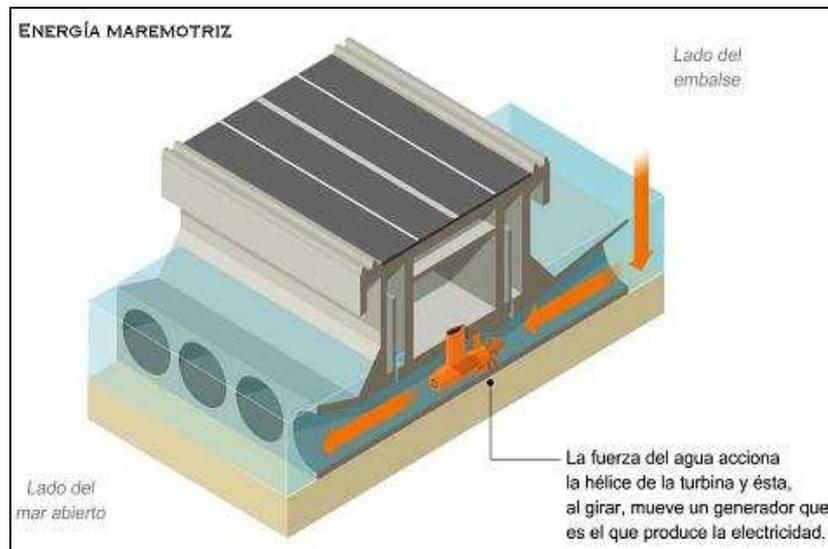


Fig. 1.10. Central Mareomotriz

1.4. SISTEMAS DE EMERGENCIA DE COMBUSTION INTERNA.

Un sistema de Emergencia consta de tres partes fundamentales como indica en el diagrama de bloques de la Figura 1.11, estos son:

- A) Motor de Combustión (Energía Mecánica).
- B) Alternador (Energía Eléctrica).
- C) Control de Grupo Electrónico.

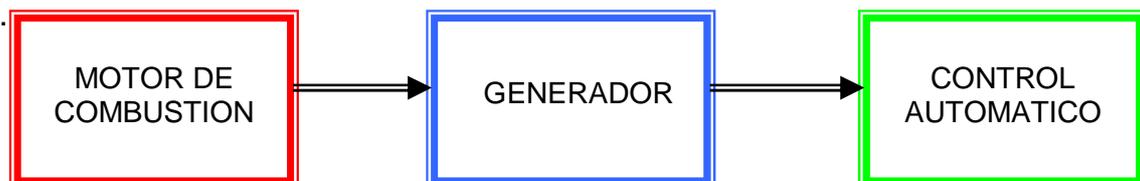


Fig. 1.11. Diagrama de Bloques de un Grupo de Emergencia

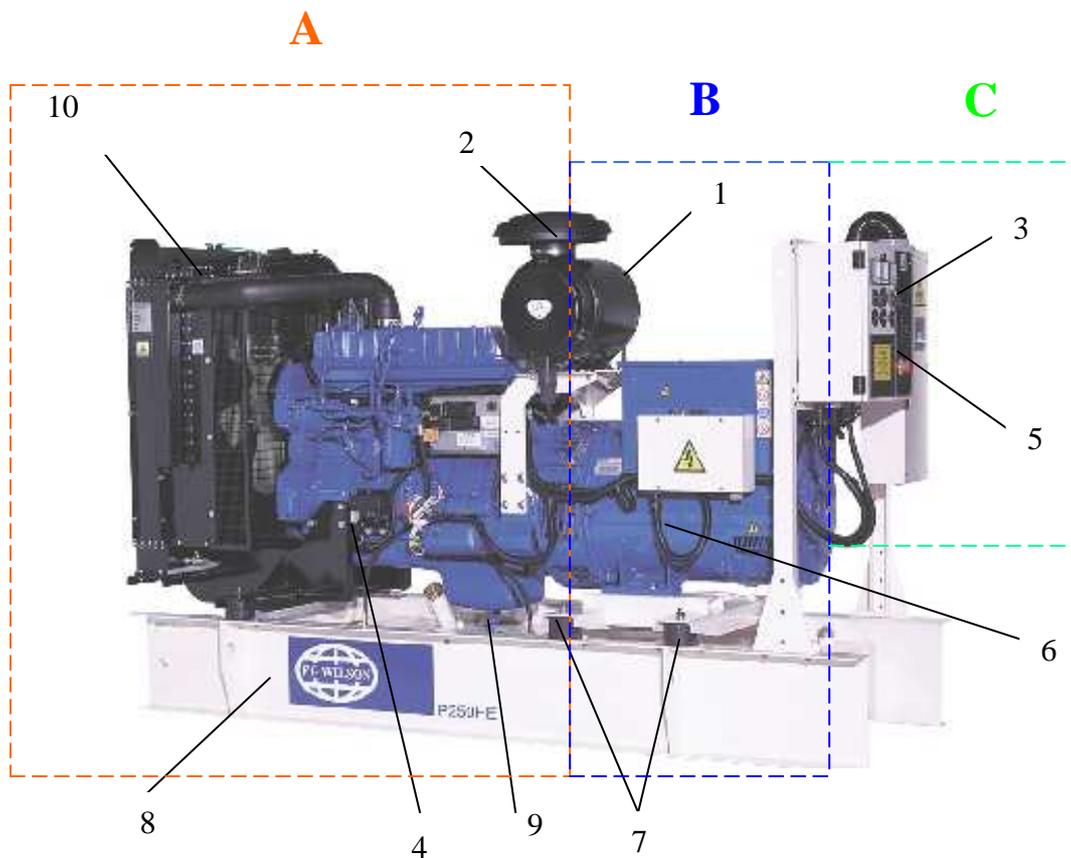


Fig. 1.12. Grupo Electrónico Diesel

MOTOR DE COMBUSTION (A)

1. Filtro del aire
2. Tubo de escape
4. Alternador de carga del motor
9. Batería.
10. Radiador.
11. deposito de Combustible (Exterior).

GENERADOR (B)

3. Sistemas de control
5. tarjeta electrónica de control para la velocidad del motor

CONTROL (C)

6. Generador
7. Tacos antivibrantes
8. Soporte de gran resistencia

1.4.1. MOTOR DE COMBUSTIÓN

El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores: Motores de gasolina y de gasoil (diesel). Generalmente los motores Diesel son los más utilizados en los Grupos Electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

El combustible se quema (gas, gasoil, gasolina, etc.), para hacer funcionar un motor de combustión interna (similar al de cualquier vehículo). Este motor se conecta a un generador para moverlo y entregarle la energía mecánica necesaria para que producir electricidad.

En la figura 1.13 se observa la representación esquemática de un motor de explosión, en los que la combustión en el cilindro se realiza a volumen constante, y motores de combustión o motores diesel en donde la combustión en el cilindro se realiza a presión constante.

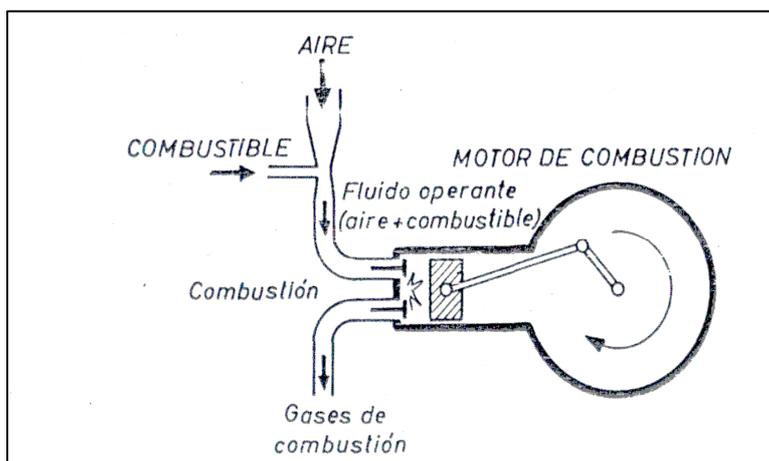


Fig. 1.13. Esquema de un motor de Combustión interna

➤ **Motor Diesel.**

Es un sistema muy utilizado, el costo del combustible es bajo y los riesgos de fuego y explosión son menores que los que tendrán los motores a gasolina. Las maquinas diesel serán algo mas pesadas y costosas en tamaños pequeños pero son mas fuertes y seguras. Los tamaños varían desde de 2.5 KW a 4.000 Kw.

El motor Diesel que acciona el Grupo Electrónico ha sido seleccionado por su fiabilidad y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar Grupos Electrónicos. La potencia útil que se quiera suministrar nos la proporcionará el motor, así que, para una determinada potencia, habrá un determinado motor que cumpla las condiciones requeridas.

Para la explicación se emplea la figura 1.12, con el objeto de reconocer todas sus partes que son:

- El sistema eléctrico del motor es de 12 Vcc, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 Vcc, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s libre/s de mantenimiento (acumuladores de plomo) (numeral 9), sin embargo, se puede instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un monocontacto de presión de aceite, un termo contacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga (numeral 4) del motor para detectar un fallo de carga en la batería.
- El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua (numeral 10), aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.

- El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia (numeral 8).
- Grupo Electrónico esta dotado de tacos antivibrantes (numeral 7) diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.
- El silenciador de escape va instalado en el Grupo Electrónico (numeral 2), el silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor.
- El depósito de combustible que posee tiene una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga.
- **Motor a Gasolina.**

Este tipo de sistema es utilizado como satisfactorio para las instalaciones con una potencia de hasta cerca de 100 Kw. de salida, su costo de operación es mucho mayor así como propio en el almacenamiento y distribución de la gasolina.

El motor de gasolina se emplea en algunas veces en pequeñas instalaciones fijas de grupos eléctricos, la elección de este tipo de motor es aconsejable cuando la potencia es pequeña de forma que el mayor consumo de combustible quede compensado por el poco precio del motor siempre mas económico que el motor diesel, en instalaciones hasta 5CV es preferible el motor a gasolina, en instalaciones con potencias comprendidas entre 5 y 10 CV, pueden recomendarse el motor de gasolina siempre que el servicio sea intermitente. Los motores de gasolina empleados en instalaciones fijas funcionan en ciclo de cuatro tiempos. Estos sistemas arrancan rápidamente y tienen un bajo costo inicial en comparación con los motores a diesel, su revisión se lo realiza en un tiempo generalmente menor.

En la figura 1.13 se tiene el corte esquemático del cilindro de un motor de gasolina.

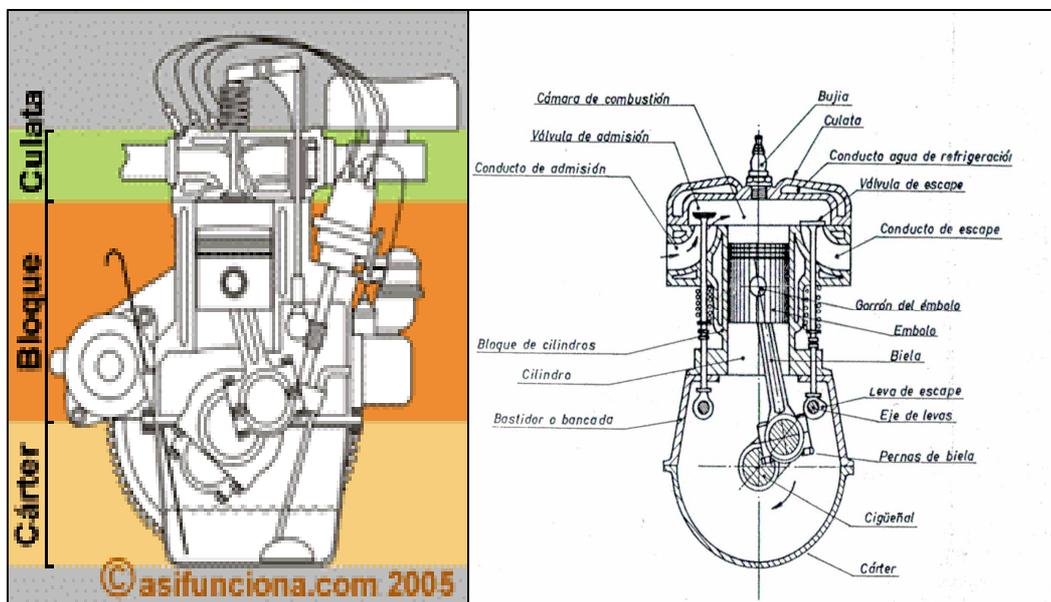


Fig. 1.13. Diagrama esquemático de un motor a gasolina

1.4.2. GENERADOR

Los generadores de C.A., comúnmente llamados alternadores, se dividen en dos clases de acuerdo a su construcción. En una de ellas, los generadores son del tipo de inducido giratorio, los polos del campo son estacionarios y el inducido gira. La segunda es la de los que tienen campo giratorio e inducido estacionario o estator, dentro del cual giran los polos de campo, siendo este último el más utilizado. En la figura 1.14 se observa un generador de corriente alterna.

Cada bobinado del alternador, por ser abierto tiene un principio y un final; en los bobinados trifásicos los principios se designan con las letras **U, V, W** y los finales con **X, Y, Z**. En los monofásicos el principio es **U** y el final es **X**.

Existen dos tipos fundamentales de conexión de un alternador:

Conexión en estrella. Para conectar el bobinado en estrella se unen los finales **XYZ** de las tres fases formando un punto común que es el neutro, dejando libre los tres principios **UVW**. Con esta conexión se consigue 380 V entre dos fases y 220 V entre fase y neutro.

- **Conexión en triángulo.** En la conexión en triángulo se une el final de cada fase con el principio de la siguiente **X con V**, **Y con W** y **Z con U**. La diferencia de potencial que existe entre fase y fase es de 220 V.

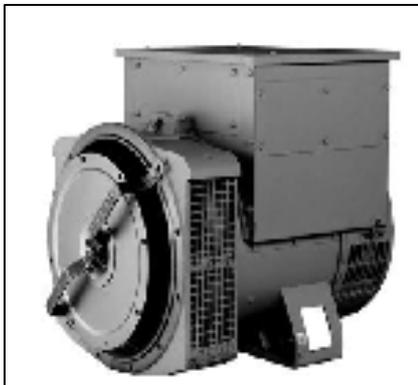


Fig. 1.14. Alternador

1.4.3. ESTATOR

El estator esta formado por la parte estacionaria del generador donde se induce la corriente eléctrica. Tanto el estator como el rotor están hechos con materiales ferromagnéticos. En la mayor parte de los casos, las ranuras son cortadas en la parte interna y externa del estator en las cuales se colocan conductores. El núcleo de hierro se usa para maximizar el acoplamiento entre las bobinas del estator y del rotor, para incrementar el flujo magnético y disminuir el tamaño de la máquina. Si el estator y/o rotor son sujetos de campos variantes en el tiempo, el núcleo es laminado para reducir las pérdidas por las corrientes de Eddy. En la figura 1.15 se observa al estator.



Fig. 1.15. Estator

1.4.4. ROTOR

Esencialmente, el rotor del generador sincrónico es un gran electroimán. Constructivamente, los polos magnéticos del rotor pueden ser salientes o no salientes. "Salientes" significa "protuberante", luego entonces un polo saliente es aquel que sobresale de la superficie del rotor, Fig. 1.16a, Fig. 1.16b. Un polo no saliente se construye a ras con la superficie del rotor.

Debe suministrarse alimentación de c.c. al circuito de campo del rotor. Como éste está en movimiento (el rotor), es necesario adoptar construcciones especiales con el fin de suministrar energía al campo. La solución común es el uso de "anillos deslizantes y escobillas". Los anillos deslizantes son aros que rodean el eje de la máquina, pero aislados del mismo eje. Cada extremo del arrollamiento de la bobina de campo está conectado a un anillo y sobre cada anillo hace contacto una escobilla. Si a las escobillas se les conecta una fuente, en todo momento quedará aplicado el mismo voltaje al devanado de campo, sin importar velocidad o posición angular.



Fig. 1.16a. Rotor principal

Fig. 1.16b. Rotor Inductor.

1.5. SISTEMA DE EXCITACIÓN DEL GENERADOR.

La excitación del alternador se lo realiza por medio de corriente continua que recorre el circuito de las bobinas inductoras del rotor, en esta parte del generador es donde se inicia la corriente en los imanes permanentes, es en el que se excita el campo del generador. El sistema de excitación consta de los aparatos y maquinas cuyo objeto es suministrar la energía necesaria para excitar el alternador, el sistema de excitación debe únicamente suministrar una potencia que convenga y modificarla tan rápidamente como sea posible, es decir poseer una gran velocidad de respuesta.

- **Excitación independiente.**

En la figura 1.17 se ilustra grupo excitatriz formado por una dinamo de tensión constante y un motor eléctrico, para la excitación del alternador. Este sistema es muy utilizado, porque limita las variaciones de tensión por bruscas variaciones de la carga y permita una regulación simultánea de la tensión de los generadores.

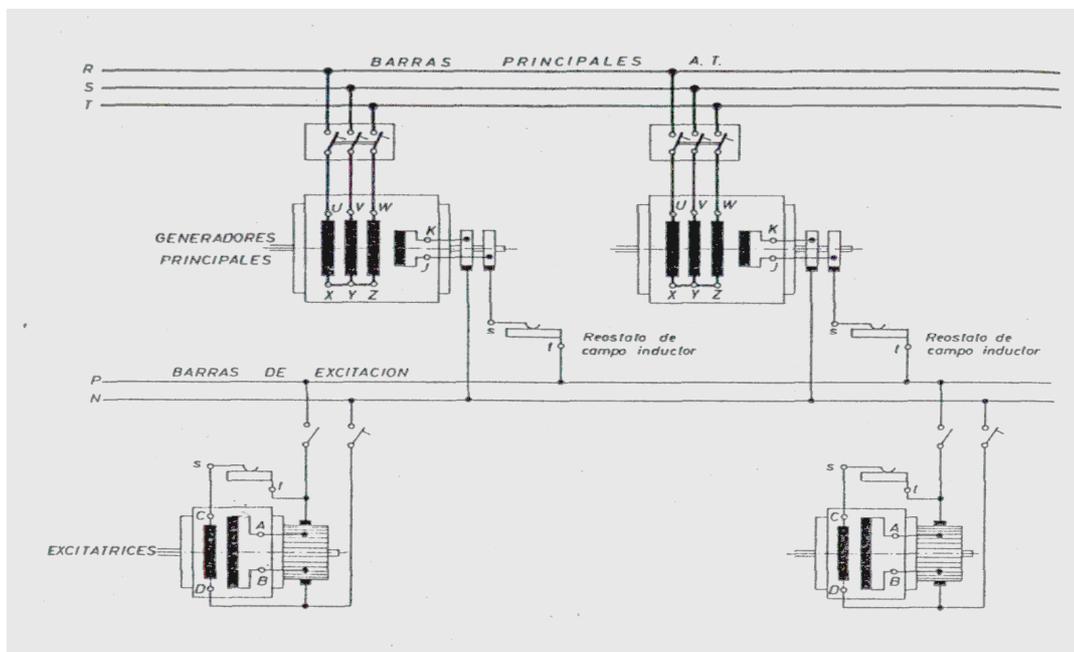


Fig. 1.17 Sistema de excitación con excitatrices independientes

1.6. LUGARES MÁS UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA

Hoy en día las necesidades de empleo de los sistemas de emergencia son cada vez mas grandes, mas cargas son consideradas esenciales y por tanto su empleo aumenta, a continuación se tienen diferentes lugares considerados de mucha importancia la utilización de estos sistemas de emergencia.

1.6.1. SISTEMA DE CONTROL DE TRÁFICO AÉREO

En estos sistemas de control de trafico aéreo las informaciones de los distintos radares y otras informaciones son muy importantes, las cuales deben recibir un trato muy especial, puesto que de resultar una determinada falla del sistema de alimentación de energía, puede ser una causa de corte total de los datos del radar y producirse una catástrofe sin precedentes.

Además la iluminación de las pistas de aterrizaje de los distintos aeropuertos por ninguna razón pueden ser suspendidos en el caso de vuelos nocturnos, en general los aeropuertos están provistos de sistemas de alimentación interrumpida.

1.6.2. CENTROS EDUCATIVOS

En los centros educativos ya sea primaria, secundaria y especialmente en distintas institutos de educación superior requieren esencialmente un sistema de alimentación de un grupo electrógeno para alimentar los distintos circuitos como el alumbrado en los lugares de circulación, bombas utilizadas para mantener con agua los distintos lugares, equipos de refrigeración (laboratorios), escaleras, elevadores, también se puede tener un sistema de emergencia en el alumbrado de aulas y otros equipos considerados muy importantes.

1.6.3. SECTOR INDUSTRIAL

Para el caso de fábricas e industrias es preciso hacer una evaluación de perdidas, considerando para el efecto la suspensión del servicio normal y

consecuentemente la paralización en el proceso de producción siendo fundamental determinar un equilibrio entre los costos de rendimiento y de inversión en el caso de adquirir un grupo motor-generator para el caso de emergencias.

Por otra parte existen plantas industriales que por ser su proceso serial y de funcionamiento no toleran paralizaciones, siendo necesario disponer de eficientes y seguros los sistemas de emergencia.

1.6.4. LUGARES CON GRAN CONCENTRACIÓN DE PERSONAS

En los siguientes lugares como: salones, edificios, cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, auditorios, etc... Son considerados lugares de aglomeración de personas en los cuales las cargas a ser alimentadas son especialmente de alumbrado de escaleras, pasillos, salidas de emergencia y en general los sitios destinados a la evacuación de personas. En estos lugares se deben considerar también las cargas que corresponden a elevadores, escaleras eléctricas y el sistema de señales y alarmas.

1.6.5. HOSPITALES

En los centros de salud y hospitales la continuidad del servicio eléctrico es de vital importancia puesto que de haber una suspensión de fluido eléctrico, por más pequeño que sea este periodo de tiempo, se puede atentar contra la vida humana. Las cargas de los hospitales se clasifican en tres grupos según su importancia:

- Aquellas que no admiten suspensiones por un periodo no mayor a los cinco segundos y corresponden a las salas de cirugía y obstetricia y que comprenden a los quirófanos, alumbrado y fuerza en zonas asépticas, salas de parto.
- El grupo de cargas del tipo convencional y cuyos periodos de paralización tolerables varían entre los cinco y diez segundos así tenemos alumbrado, tomacorrientes, para el equipo vital.

- Y por ultimo aquellos que se agrupan de tal forma que se posibilite su alimentación desde el sistema auxiliar y mediante maniobras manuales.

1.6.6. CENTROS DE CÓMPUTO

En los centros de computo se deben hacer consideraciones especiales puesto que un corte de exactamente un ciclo (16.67 milisegundos) provocaría la perdida de valoración de los datos del compilador y los consecuentes errores. Para evitar esos y otros inconvenientes se utilizan sistemas especiales, uno de ellos es el denominado “Sistema de Energía Ininterrumpida” (U.P.S.).

1.7. GLOSARIO DE TERMINOS

Bobina: Arrollamiento de un cable conductor alrededor de un cilindro sólido o hueco, con lo cual y debido a la especial geometría obtiene importantes características magnéticas..

Central de Generación Eólica: Es aquella central donde se utiliza la fuerza del viento para mover el eje de los generadores eléctricos. Por lo general puede producir desde 5 hasta 300 kwatts.

Central de Generación Térmica: Central donde se utiliza una turbina accionada por vapor de agua inyectado a presión para producir el movimiento del eje de los generadores eléctricos.

Central Hidroeléctrica: Es la que aprovecha la energía producida por la caída del agua para golpear y mover el eje de los generadores eléctricos.

Conmutador: interruptor especial que nos permite controlar un mismo circuito desde varios puntos.

Corriente Eléctrica: Es el flujo de electricidad que pasa por un material conductor; siendo su unidad de medida el amperio (A) y se representan por la letra I.

Corriente Eléctrica Alterna: El flujo de corriente en un circuito que varía periódicamente de sentido. Se le denota como corriente A.C. (Altern current) o C.A. (Corriente alterna).

Corriente Eléctrica Continua: Es la corriente en un circuito producido siempre en una dirección. Se le denota como corriente D.C. (Direct current) o C.C. (Corriente continua).

Energía: es la capacidad de los materiales o conjunto de éstos para efectuar un trabajo. Todo cuerpo material que pasa de un estado a otro produce fenómenos físicos que no son otra cosa que manifestaciones de alguna transformación de la energía

Energía térmica: Energía calorífica producida por la combustión en las máquinas térmicas de hulla, petróleo, gas natural y otros combustibles

Energía hidráulica: Es originada mediante turbinas por el aprovechamiento de la presión que se produce en un salto de agua por la diferencia de alturas. Fuerza viva de una corriente o de una caída de agua que se aprovecha en forma de energía mecánica para mover maquinarias o producir energía eléctrica.

Energía eólica: Energía cinética del aire, es producida por los vientos y se aprovecha en los molinos de viento en los aerogeneradores. También se utiliza para la generación de electricidad en las centrales eólica. Generación de energía eléctrica debido al movimiento de las aspas de los generadores por la velocidad del viento, en zonas donde éste es fuerte.

Generación de Energía: comprende la producción de energía eléctrica a través de la transformación de otro tipo de energía (mecánica, química, potencial, eólica, etc) utilizando para ello las denominadas centrales eléctricas (termoeléctricas, hidroeléctricas, eólicas, nucleares, etc.)

Generador: Dispositivo electromecánico utilizado para convertir energía mecánica en energía eléctrica por medio de la inducción electromagnética

Grupo electrógeno: equipo compuesto por un moto impulsor, un generador de energía y los correspondientes equipos de control y comando

Inducción Electromagnética: Es la creación de electricidad en un conductor, debido al movimiento de un campo magnético cerca de este o por el movimiento de él en un campo magnético.

Kilovatio hora: Unidad de energía utilizada para registrar los consumos. Equivale al consumo de un artefacto de 1.000 W de potencia durante una hora.

Motor eléctrico El motor eléctrico permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra, mediante la rotación de un campo magnético alrededor de una espira o bobinado que toma diferentes formas.

Potencia: Es el trabajo o transferencia de energía realizada en la unidad de tiempo. Se mide en Watio (W) o kilowatio (kW).

Tensión: Potencial eléctrico de un cuerpo. La diferencia de tensión entre dos puntos produce la circulación de corriente eléctrica cuando existe un conductor que los vincula. Se mide en Volt (V), y vulgarmente se la suele llamar voltaje.

Turbina: Máquina rotativa con la capacidad de convertir la energía cinética de un fluido en energía mecánica. Sus elementos básicos son: rotor con paletas, hélices, palas, etc. Esta energía mecánica sirve para operar generadores eléctricos u otro tipo de máquinas.

Voltio: Es la unidad de fuerza que impulsa a las cargas eléctricas a que puedan moverse a través de un conductor.

CAPITULO II

HARDWARE Y SOFTWARE DE CONTROL Y SUPERVISION

2.0. INTRODUCCION

Con el propósito de conocer sobre el elemento fundamental de control, que será el PLC Siemens 214, se hace un conocimiento general de los controladores lógicos programables, luego se reconoce el manejo del software Microwin 16 con el que se programara al autómatas, para continuar con el reconocimiento y diseño del HMI con ayuda del software Intouch de la Wonderware.

2.1. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES PLCs

➤ Definición

De acuerdo con la definición de la "Nema" (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es: "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1-5 VDC, 4-20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos.

2.1.1. CLASIFICACIÓN

De acuerdo a su estructura

Todos los PLCs, poseen una de las siguientes estructuras:

Compacta: en un solo bloque o paquete están todos los elementos.

Modular:

- Estructura americana: separa las E/S del resto del PLC.
- Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.).

Por las Características básicas

El criterio incluye funcionalidad, número de entradas y salidas, costo y tamaño. Una clasificación por familias es la siguiente:

- *Micro*: número de E/S menor a 32, vienen en unidades autónomas con el procesador, fuente de alimentación y E/S en un paquete.
- *Pequeños*: Incorpora todos sus módulos de forma integral, su tamaño es de centímetros y suele programarse desde la misma unidad. El número de E/S llega hasta 256.
- *Medianos*: Puede ser integrado o modular, se dice que es mediano cuando tiene hasta 1024 E/S.
- *Grandes*: Incorpora la característica de ser un sistema redundante (con módulos de respaldo), por su tamaño suele manejar plantas completas y de ahí su importancia de ser un sistema redundante. Su número de E/S es mucho mayor que 1024.

2.1.2. ARQUITECTURA DEL CONTROLADOR

Los elementos esenciales que todo PLC son:

- *Sección de entradas*: Son líneas de entrada, las cuales pueden ser de tipo digital o analógico. En ambos casos se tiene unos rangos de tensión típicos, los cuales se especifican en las hojas de características del

fabricante. A estas líneas se conectan los sensores, interruptores, relés de mando.

- *Sección de salidas:* Son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas se conectan los actuadores.
- *Unidad central de proceso (CPU):* se encarga de procesar el programa de usuario con que se le carga. Para ello disponemos de diversas zonas de memoria, registros e instrucciones de programa.

En la figura 2.1 se observa la arquitectura de un PLC.

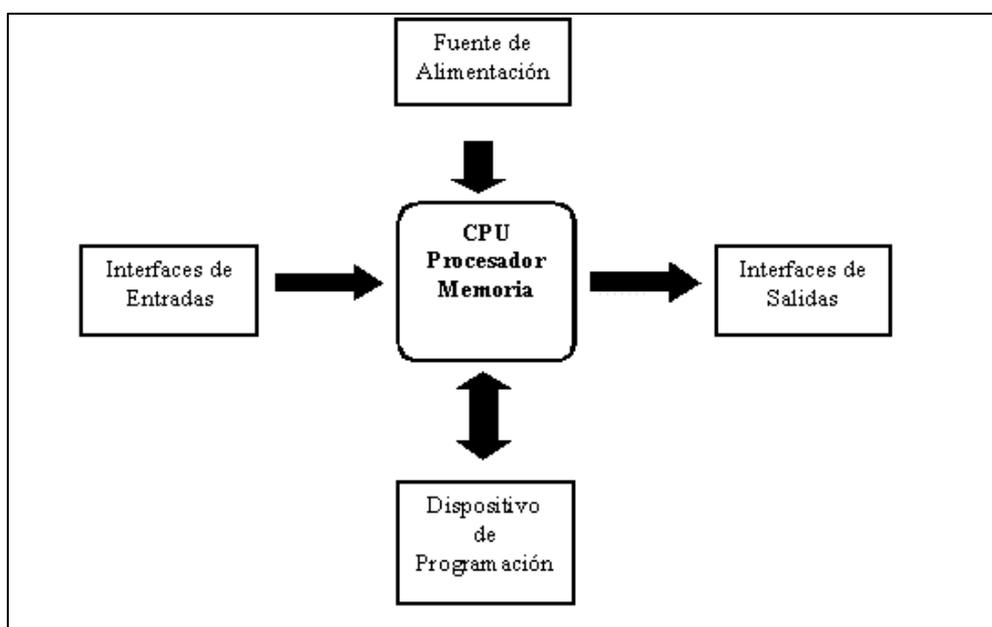


Fig. 2.1. Arquitectura del Controlador Lógico Programable

La CPU es el corazón del autómatas programable y se encarga de ejecutar el programa del usuario. Sus funciones son:

- Ejecutar el programa de usuario.
- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no exceda un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se le suele denominar 'Watchdog (perro guardián).

- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.
- Chequeo del sistema.

Para ello el autómata posee un ciclo de trabajo que ejecuta de forma continua y se ha sintetizado en la figura 2.2 de la siguiente manera:

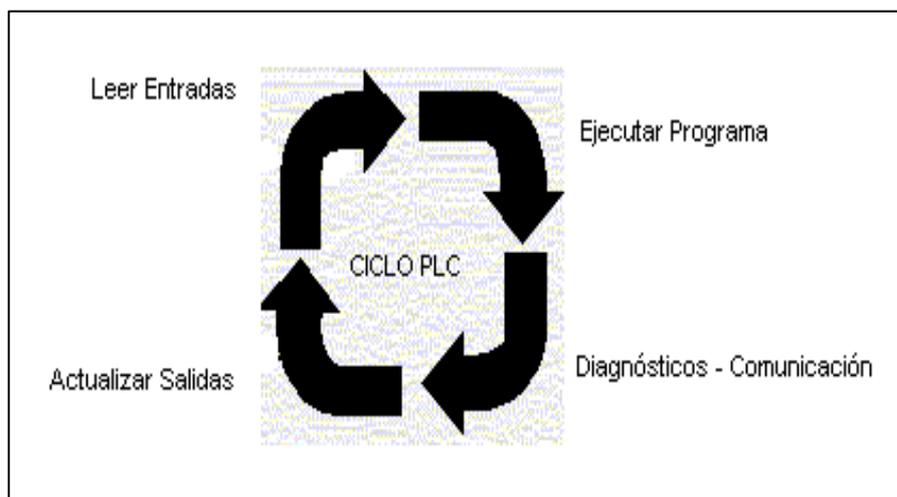


Fig. 2.2. Ciclo de trabajo del PLC

Elementos para enlace del PLC con el exterior

A más de las unidades de entrada y salida (E/S), el PLC para su interrelación con dispositivos externos puede disponer de los siguientes componentes:

- **Unidad o consola de programación:** Que permite introducir, modificar y supervisar el programa de usuario.
- **Interfaces:** Facilitan la comunicación del autómata mediante enlace con otros dispositivos.

- **Dispositivos periféricos:** Como unidades especiales de E/S, mas memoria, unidades de comunicación en red, etc.

2.1.3. SELECCIÓN DEL PLC

Para la selección de un adecuado PLC, se consideran los siguientes aspectos:

Cantidad de entradas y salidas requeridas, diferenciando las que son de tipo discreto y analógico. A mayor número de entradas / salidas el costo aumenta, de igual manera con el número de E/S analógicas a utilizarse.

Verificar los niveles necesarios de voltaje y/o corriente de las entradas y salidas, así como características específicas de cada señal.

Localización del PLC respecto al proceso Esto permite avizorar el tipo de comunicación industrial a usarse y dispositivos adicionales a emplearse como módems, unidades terminales remotas, cables de comunicación.

Tipos de protocolos que acepta, para la comunicación con los dispositivos a interactuar. Si se requiere enlazar con otros PLCs, escoger uno del mismo tipo o marca afín, facilitará la configuración de los mismos.

Herramientas de programación que incorpora, puede ser que incluya un software especial o lenguaje de programación que requiera entrenamiento previo.

Requerimientos futuros del proceso, puesto que sí en corto plazo se decide mejorarlo, ya no habrá necesidad de reemplazar el PLC y conexiones previas

Disponibilidad en bodega del PLC, incluso de elementos adicionales a usarse. Muchas veces los administradores en una empresa, deciden explotar al máximo todos los recursos almacenados en bodega y en lo mínimo realizar nuevas compras.

2.1.4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SIEMENS 214

Este tipo de Controlador tiene un control destinado a tareas exigentes; con un buen número de entradas / salidas, gran memoria y más funciones especiales integradas, ver figura 2.3.

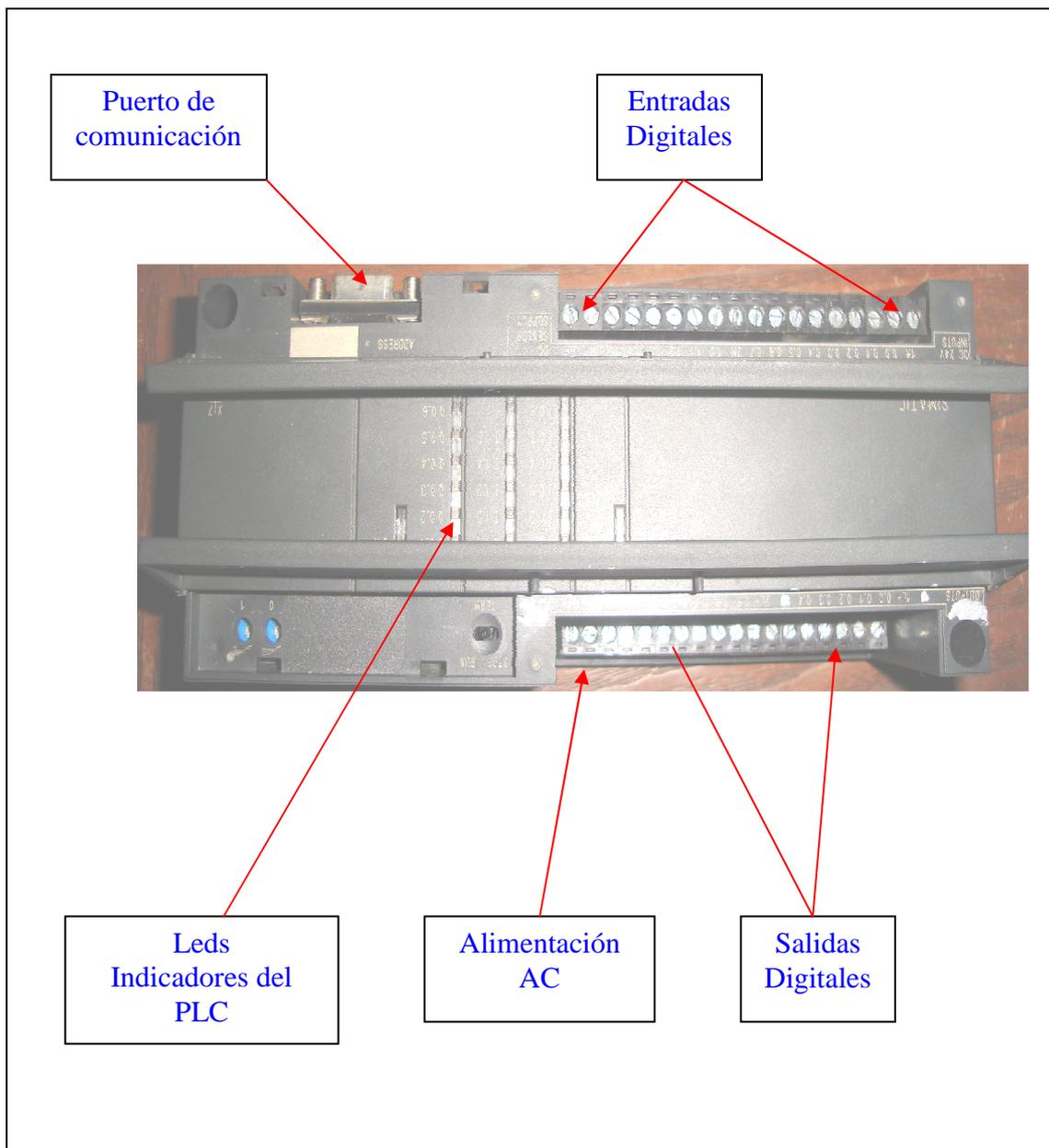


Fig. 2.3. PLC Siemens 214

Características mecánicas

- Caja de plástico rígida y compacta.
- Elementos de conexión y control de fácil acceso.
- Ensamblaje en estándar horizontal o vertical.
- Bloque terminal ensamblado y conectado como permanente.

Características técnicas

- Estándares internacionales; el Simatic S7-200 presenta los requerimientos en seguridad VDE, UL, CSA y FM.
- Integridad en los datos; el programa de usuario y los más importantes parámetros de configuración están almacenados en la EEPROM interna.
- Fuente de alimentación DC 24V integrada, destinada para la directa conexión de sensores y actuadores.
- Entradas / salidas digitales integradas con 14 entradas y 10 salidas.
- Contadores de alta velocidad.
- Simulador (opcional).

Características adicionales:

- 2 salidas de impulsos de alta frecuencia.
- Reloj en tiempo real.

- Módulo de batería para copia de seguridad de gran longitud
- Rápida ejecución de instrucción; Tiempos de ejecución de 1.2 μ s o 0.8 μ s
- Control y supervisión directa de entradas y salidas.

Comunicaciones

El PPI (interface punto a punto) integrado proporciona un amplio rango de posibilidades de comunicación.

Varios PLC's Simatic S7-200 pueden ser manejados o monitorizados sobre una línea simple de dos conductores.

Datos técnicos

	CPU 214
Memoria de programa	4 KB / aprox. 2 K líneas
Memoria de datos	2,048 palabras
Lenguaje de programación	STEP 7 Micro/WIN o STEP 7 Micro/DOS
Tiempo de ejecución para operaciones de bit	0.8 ms
Marcas	256
Contadores	128
Temporizadores	128
Funciones rápidas integradas:	4
- Contadores	2 contadores rápidos
- Salidas de pulso	2

Interfaces	- Comunicación RS 485 - Bus Backplane
E/S integradas:	
- Entradas digitales	14
- Salidas digitales	10
- Potenciómetros analógicos	2
E/S conectables:	
- E/S digitales	Máx. 64 entradas y 64 salidas
- E/S analógicas	16 entradas y 16 salidas

CPU 214	DC	Relés p lectura / m lectura	AC entrada 24 V / entrada 120 V
Tensión de alimentación	DC 24 V	AC 120 - 230 V	AC 120 - 230 V
Potencia perdida	8 W	9 W	11 W
Corriente de salida	280 mA	280 mA	280 mA
<u>Entradas integradas</u>	14	14	8
Tensión de entrada	DC 24 V	DC 24 V	AC 24 V(e. 24V) AC 120 V(e. 120V)
<u>Salidas integradas</u>	10 (transistor)	10 (relé)	10 (triac)
Tensión de carga típica	DC 24 V	DC 24 V/ AC 24 a	AC 24 a 230V
Aislamiento	Optoacoplador	230V	Optoacoplador
Corriente de salida	Máx. 0.75 A	Relé Máx. 2 A	Máx. 1.2 A
Peso aproximado	390 g	490 g	490 g

Para más detalles, así como alimentación del PLC, ver anexo 2.

2.2. SOFTWARE STEP 7 MICROWIN 2.1

Para la sistematización del PLC es necesario tener el software de programación STEP 7-Micro/WIN 2.1 que es una aplicación que permite programar los sistemas de automatización S7-200.

Requisitos:

- Recomendable: PC con procesador 80586 o superior y 16 MB de RAM o una unidad de programación Siemens (p.ej. PG 740); requisito mínimo: procesador 80486 con 8 MB de RAM
- Un cable PC/PPI conectado al puerto de comunicación de la computadora (COM1 ó COM2).
- Una pantalla VGA, o una pantalla asistida por Microsoft Windows
- 50 MB libres en el disco duro (como mínimo)
- Microsoft Windows 3.1, Windows para Trabajo en Grupo 3.11, Windows 95 o Windows NT 4.0 o superior.
- Opcional pero recomendable: un ratón asistido por Microsoft Windows

2.2.1. PROGRAMACIÓN DEL PLC SIEMENS 214

La programación del PLC se ejecutara mediante un computador personal, para posteriormente cargarlo mediante el cable de comunicación.

INTRODUCCION AL SOFTWARE Y USO DE PANTALLAS

STEP 7-Micro/WIN 2.1 permite ejecutar el software como aplicación de 16 o de 32 bits. En tanto que la versión de 32 bits ofrece más funciones de comunicación, la

versión de 16 bits de STEP 7-Micro/WIN incluye todas las mejoras hechas a las diversas funciones de edición y comprobación.

A continuación se detalla como ingresar a trabajar con el software STEP 7-Micro/Win 16, ver figura 2.3.

- Hacer clic en el menú INICIO
- Hacer clic en todos los programas
- Hacer clic en Simatic
- Hacer clic en STEP 7-Micro/Win 16
- Escoger el archive ejecutable STEP 7-Micro/Win 16

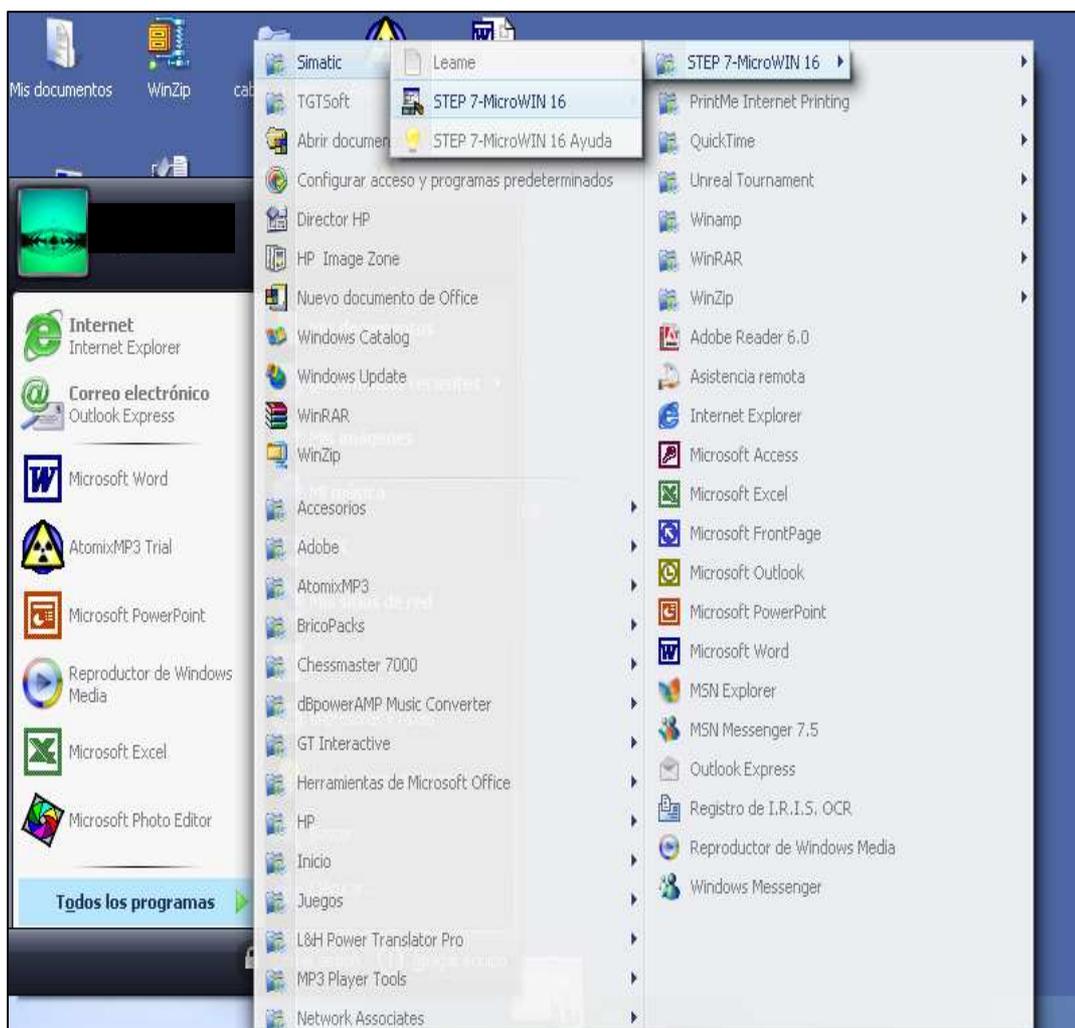


Fig.2.3. Ingreso al Software STEP 7-Micro/Win 16

Inmediatamente de entrar al STEP 7-Micro/Win 16, se vera la pantalla de la figura 2.4, en la barra de herramientas se elegirá nuevo (Menú Proyecto).

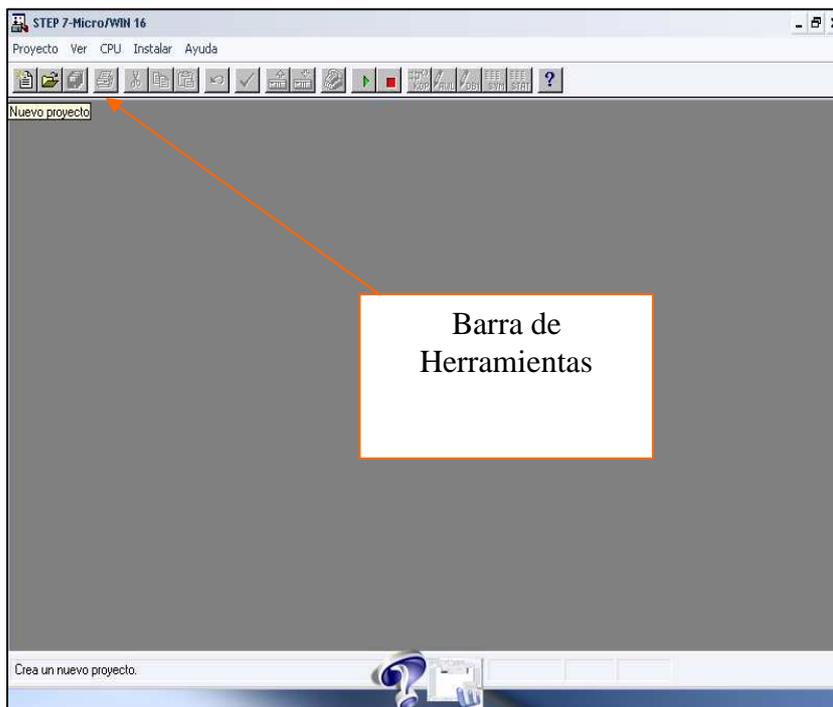


Fig. 2.4. Ventana del Software STEP 7-Micro/Win 16

Aparecerá una ventana en que se indicara el tipo de PLC con el cual se va a trabajar, Una vez que se ha escogido el tipo de PLC hacer clic en Aceptar., ver figura 2.5.

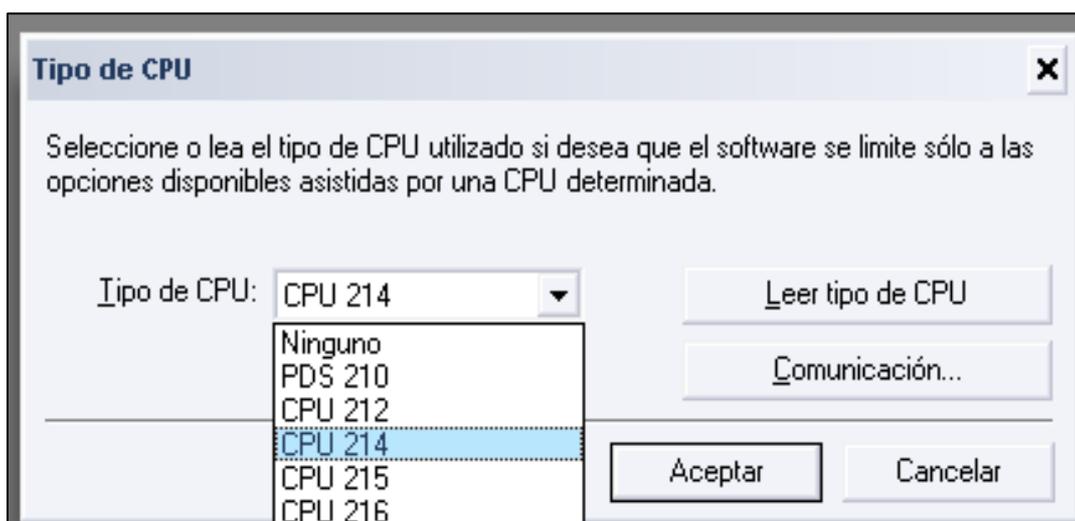


Fig. 2.5. Ventana para elegir el tipo de PLC

Cuando se elige el comando "Nuevo", Micro/WIN 16 creará un bloque lógico, un bloque de datos, una tabla de estado y una tabla de símbolos. Además, reservará memoria para los comentarios y la configuración de la CPU, ver Fig. 2.6.

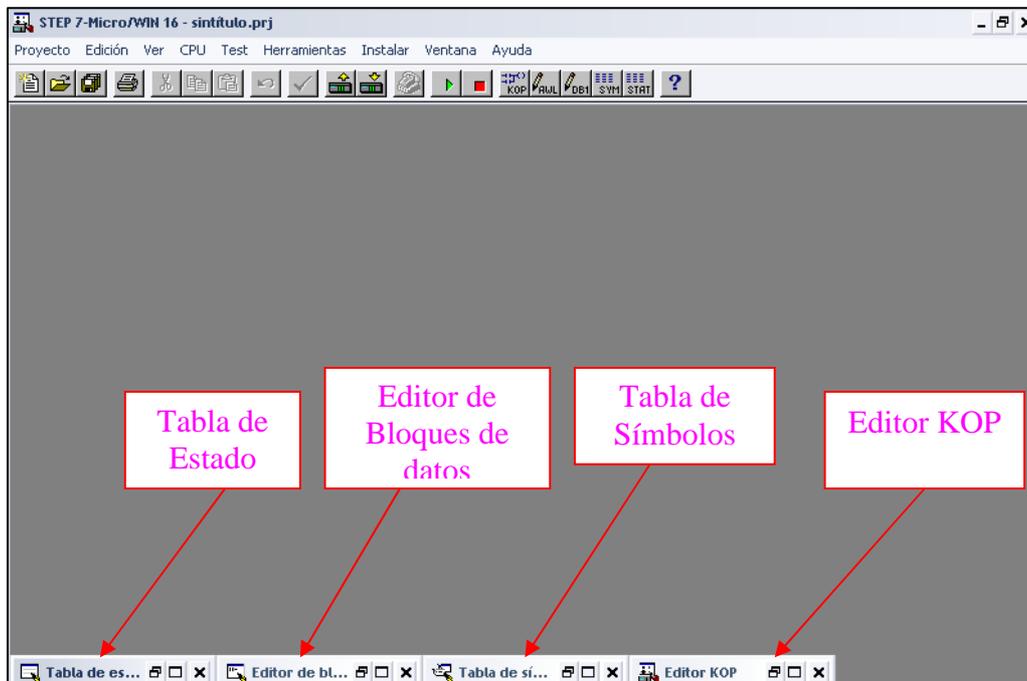


Fig. 2.6. Ventanas que nos presenta el Software STEP 7-Micro/Win 16

Una vez que se visualiza la ventana indicada en la figura 2.6, ya se puede realizar el programa de control requerido.

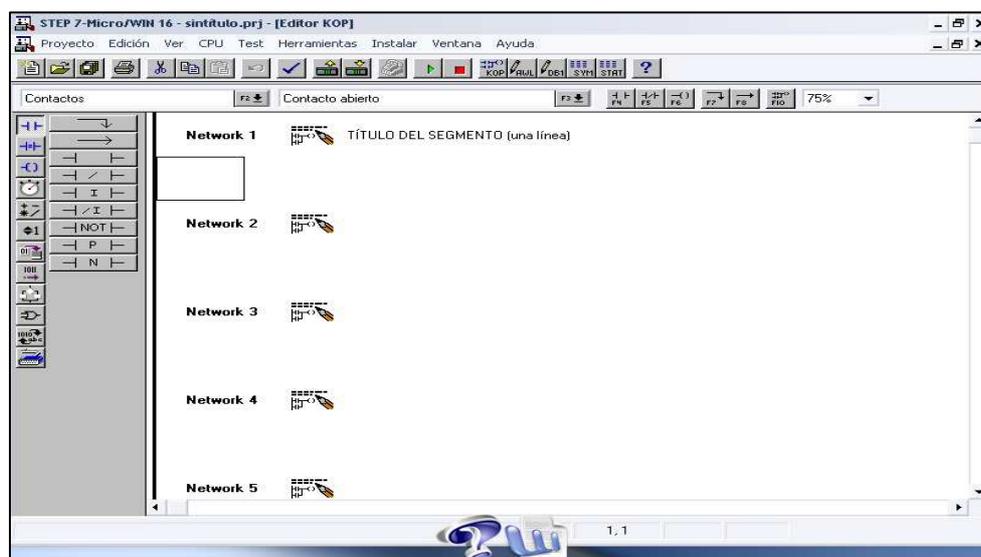


Fig.2.6. Pantalla lista para comenzar a programar

Se puede seleccionar programar con un editor KOP o AWL. El editor estándar es el de KOP. No obstante, si se prefiere programar en AWL, puede cambiar el ajuste. Se elige a tal efecto el comando Preferencias en el menú Instalar y seleccionar allí el "Editor AWL".

Programación en formato de texto AWL

Los elementos de programas AWL se representan mediante instrucciones que ejecutan las operaciones deseadas. Contrariamente a los programas KOP que se visualizan de forma gráfica, los programas AWL se representan en formato de texto.

Programación en formato KOP (Diagramas de Bloques)

En los programas KOP, los elementos básicos se representan con contactos, bobinas y cuadros. Una hilera de elementos interconectados que constituyen un circuito completo se denomina un segmento.

Un contacto es un símbolo que representa una entrada cableada. Un contacto abierto permite que la corriente fluya por él cuando está cerrado. Además, hay también contactos cerrados. En este caso, la corriente fluye cuando el contacto está abierto.

Una salida cableada se representa con un símbolo llamado bobina. Cuando la corriente fluye por la bobina, la salida se activa.

Un cuadro es un símbolo de una operación compleja que se ejecuta en la CPU. El cuadro simplifica la programación de dicha operación. Por ejemplo, los temporizadores, los contadores y las operaciones aritméticas se representan con cuadros. El STEP 7-Micro/Win 16 presenta todas las herramientas y el ambiente de trabajo necesario para poder realizar la programación de control, como se ve en la figura 2.7.

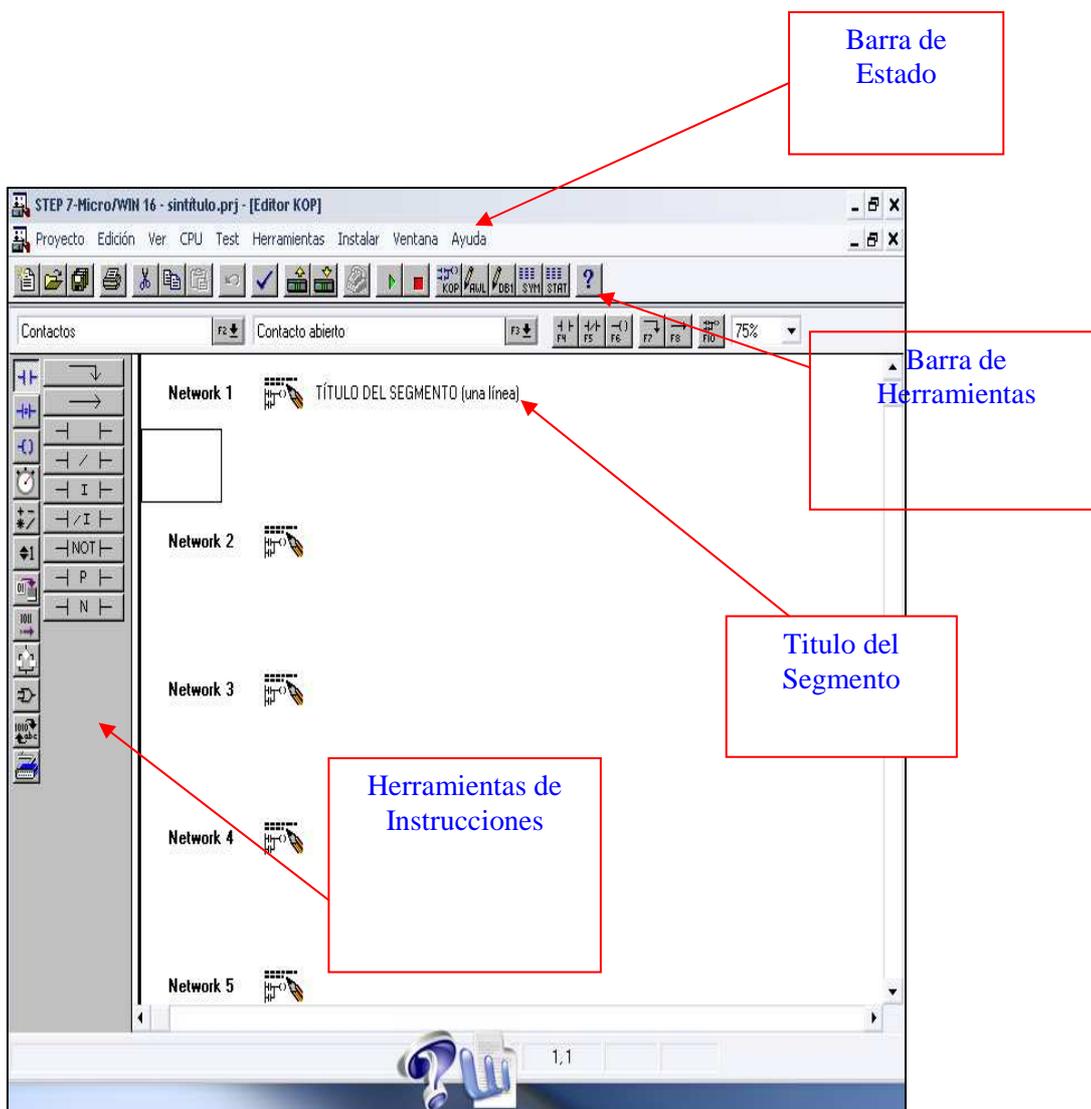


Fig. 2.7. Pantalla con las herramientas STEP 7-Micro/Win 16

Adicionalmente en la barra de herramientas presenta unas instrucciones con la que se podrá programar a más de la ventana de herramientas de Instrucciones:

- Bobinas, temporizadores, contadores, etc. (F2)
- Contacto Abierto (F4)
- Contacto Cerrado (F5)
- Bobina (F6)
- Línea Vertical (F7)
- Línea Horizontal (F8)
- Insertar Segmento (F10)

Solamente con el puntero del mouse y dando un clic en el elemento que se requiera (Bobinas, Contactos) se insertará directamente en la pantalla de trabajo, ver figura 2.8.

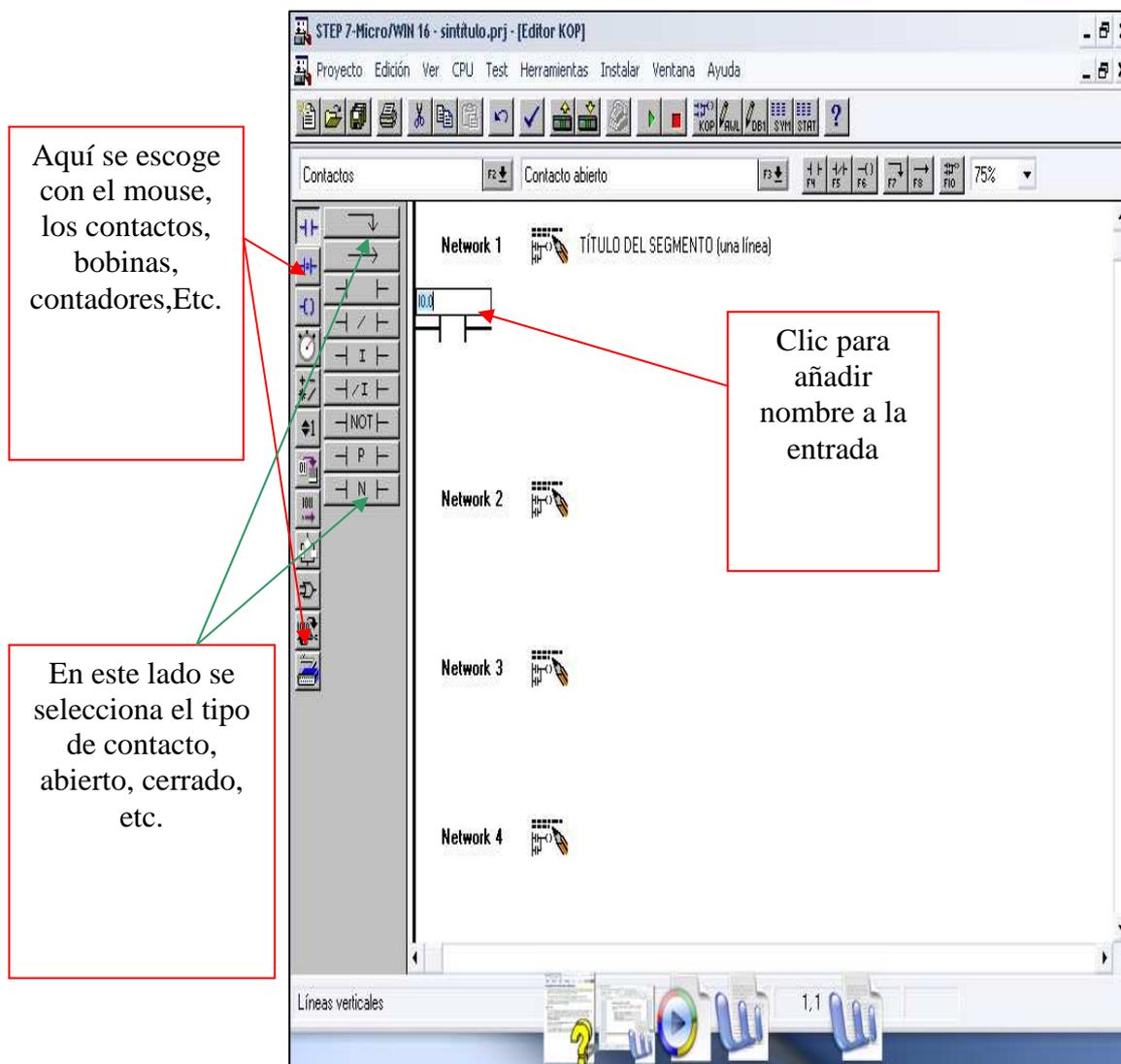


Fig. 2.8. Contacto insertado.

Seguir añadiendo contactos hasta que se llegue al final de la fila.

Para insertar una salida, (Fig. 2.9), se busca en las herramientas de Instrucciones el icono de bobina o pulsar F6.

Una vez insertado una bobina, contador, temporizador, etc., indicara el final de un segmento, VER ANEXO 1 (Programación de la Transferencia Automática de energía).

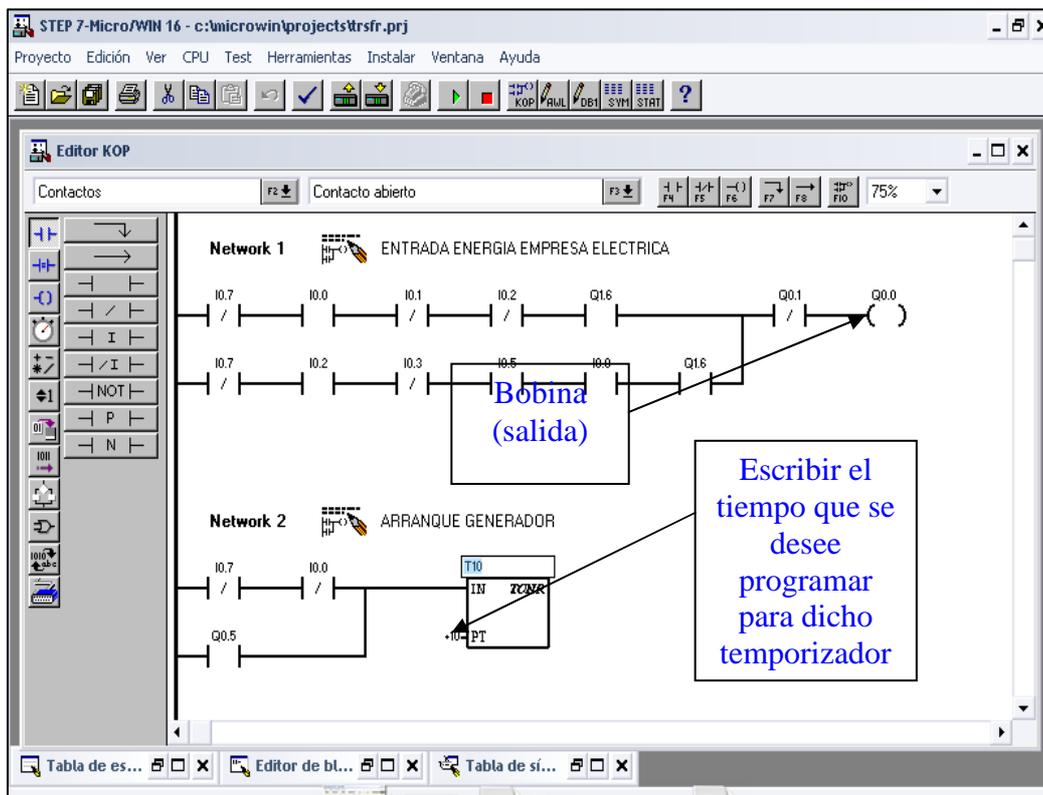


Fig. 2.9. Insertado de Bobina y temporizador

Para añadir un temporizador o contador dentro del programa, de igual manera se seleccionara en las herramientas de instrucciones, una vez insertado se determinara el tiempo de trabajo o en el caso de contador se escribirá el valor máximo, ver figura 2.9.

- Cuando se ha terminado el programa se debe escoger el Editor AWL en la barra de herramientas, para convertirlo a texto, inmediatamente el programa realizado en bloques, como se ve en la figura 2.10..

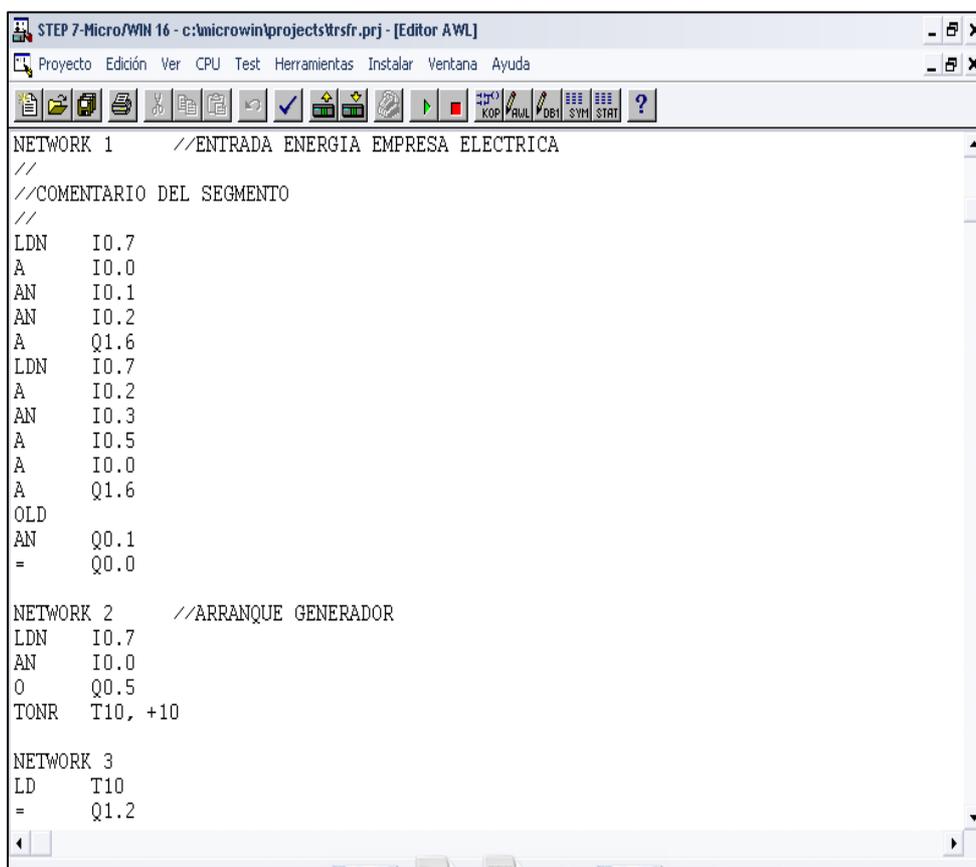
NOTA.- Por seguridad si algún segmento no esta completamente cerrado, o hay algo de error en la programación, la presentación KOP no se transformara a AWL, mediante una ventana el programa avisara en que segmento esta el problema, por lo que se tendrá que volver a revisar el esquema.

2.2.2. CARGAR EL PROGRAMA AL SIMULADOR S7 200

Con el propósito de verificar el formato del software diseñado, se puede llevar el programa al simulador, que funciona como un PLC virtual.

Para esto se describen las siguientes ventanas.

En la figura 2.10 se observa como el programa, se ha trasladado de programación KOP a editor AWL.



```
STEP 7-Micro/WIN 16 - c:\microwin\projects\trsrfr.prj - [Editor AWL]
Proyecto Edición Ver CPU Test Herramientas Instalar Ventana Ayuda
[Icons]
NETWORK 1 //ENTRADA ENERGIA EMPRESA ELECTRICA
//
//COMENTARIO DEL SEGMENTO
//
LDN I0.7
A I0.0
AN I0.1
AN I0.2
A Q1.6
LDN I0.7
A I0.2
AN I0.3
A I0.5
A I0.0
A Q1.6
OLD
AN Q0.1
= Q0.0

NETWORK 2 //ARRANQUE GENERADOR
LDN I0.7
AN I0.0
O Q0.5
TONR T10, +10

NETWORK 3
LD T10
= Q1.2
```

Fig. 2.10. Programa transformado a Editor AWL

Una vez en Editor AWL, se realiza lo siguiente:

- En la barra de estado clic en Edición
- Clic en seleccionar todo
- Clic en copiar, ver Fig. 2.11.

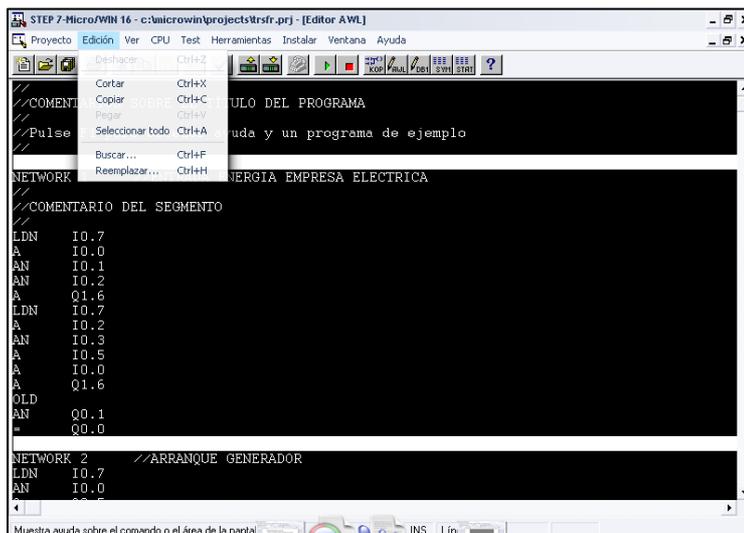


Fig.2.11. Copiando el programa de Editor AWL

Seguidamente se abre la pantalla del Simulador S7_200, una vez en el simulador, Fig. 2.12:

- Clic en Programa
- Seleccionar pegar programa

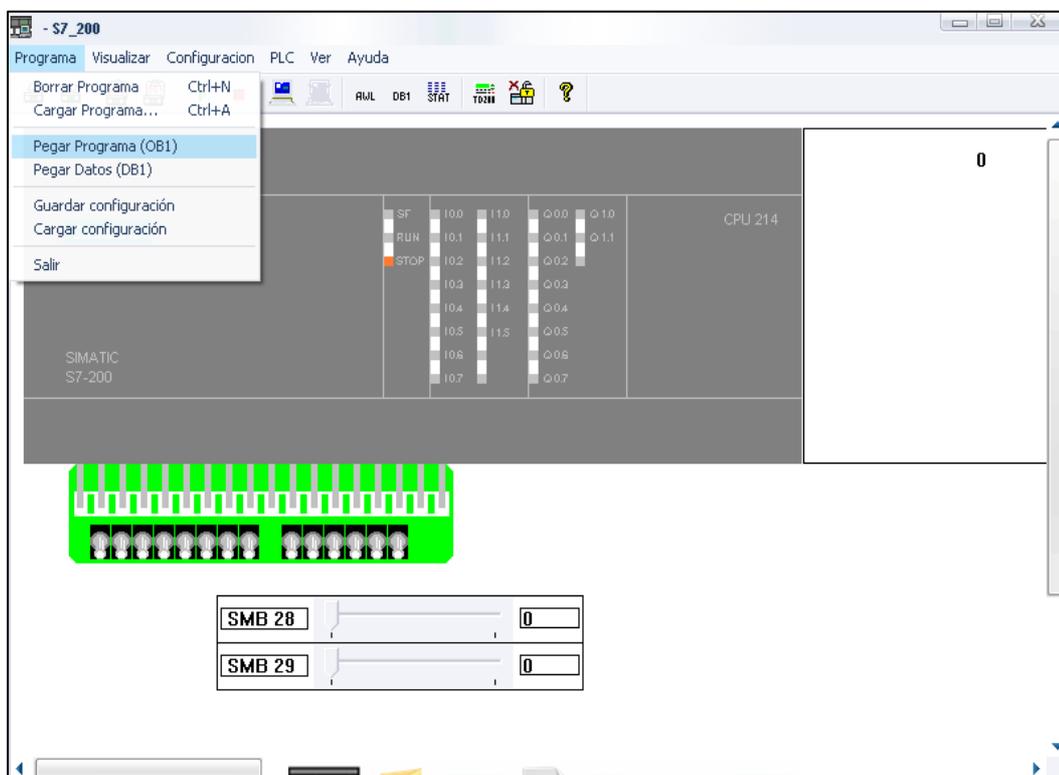


Fig. 2.12. Pantalla del Simulador S7_200

Luego se ira a la barra de herramientas y se escogerá la opción Run para hacer correr el programa, ver Fig. 2.13. Comprobar el funcionamiento de la Programación.

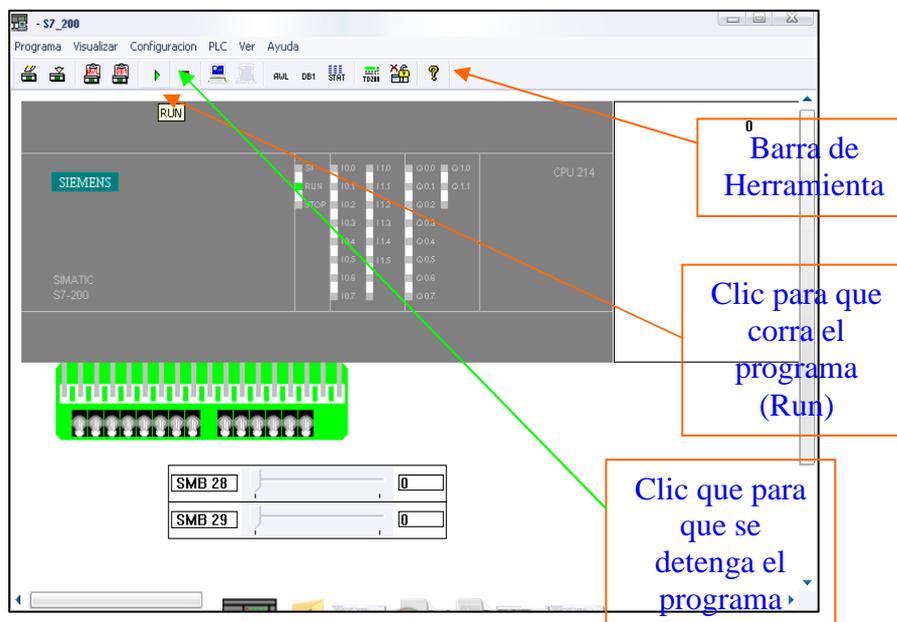


Fig. 2.13. Pantalla con el simulador listo para que corra

2.3. DESCRIPCION DEL INTOUCH

2.3.1. WONDERWARE FACTORY SUITE

Como pionero en el uso del sistema operativo Microsoft Windows para la manufactura, Wonderware introduce en 1989 el primer paquete de interfaz hombre-máquina (HMI) orientado a objetos, siendo además la primera compañía en llevar el HMI al sistema operativo Windows y en introducir la facilidad de su uso a las aplicaciones para la automatización industrial.

En poco tiempo, WonderWare expandió su línea con más productos de software basados en Windows que le proporcionaron capacidades adicionales para la automatización, incluyendo seguimiento de recursos, control basado en PC, control de procesos por lotes (Batch), visualización remota de datos y una base de datos para la fábrica en tiempo real. En 1997, Wonderware integra estos

productos individuales en un solo paquete llamado Factory Suite, la primera suite verdadera de software para la automatización industrial. Hoy en día, Factory Suite 2000, la segunda generación de Factory Suite, se encuentra una vez más dejando atrás a la competencia con un conjunto de componentes perfectamente integrados y orientados a todos los niveles de la empresa.

Parte constitutiva de esta suite es INTOUCH, la mejor forma de crear aplicaciones de Interfaces hombre - Máquina.

2.3.2. INTOUCH

Es una herramienta que ayuda a crear aplicaciones de interface hombre-máquina HMI para automatización industrial, control de procesos y monitoreo supervisado. Una aplicación de Intouch es una representación gráfica de los datos en tiempo real y que provienen directamente desde la planta industrial o del lugar que se desea controlar.

Las aplicaciones Intouch tienen su espacio a nivel mundial en una multitud de procesos incluyendo procesos alimenticios, tableros de control, la industria química, farmacéutica, pulpa y papel, transportación, y más.

Las aplicaciones desarrolladas en Intouch constituyen sistemas poderosos con características que explota todas las bondades de Microsoft Windows incluyendo los controles ActiveX, OLE, gráficos, aplicaciones distribuidas y más.

Intouch puede ser ampliado adicionando controles ActiveX personalizados, wizards, y creando programas denominados "InTouch QuickScripts".

Intouch consiste de tres programas principales:

- Intouch Application Manager
- Intouch Window Maker y;
- Intouch Window Viewer

Intouch además incluye el programa de diagnóstico Wonderware Logger

- **El InTouch Application Manager** organiza las aplicaciones creadas por el usuario además de permitir la configuración de Window Viewer como un servicio de Windows NT (un servicio de Windows NT constituye un programa adherido al sistema operativo, el mismo que siempre se encuentra activo sin la necesidad de iniciarlo manualmente).
- **InTouch Window Maker** es el medio de desarrollo, donde un ambiente gráfico orientado a objetos es usado para crear animaciones compatibles con pantallas sensitivas al tacto. Estos sistemas de visualización Windows pueden ser conectados a sistemas de visión industriales.
- **InTouch Window Viewer** es el medio de ejecución utilizado para la puesta en marcha de las aplicaciones desarrolladas en Window Maker. Window Viewer ejecuta los Intouch QuickScripts, realiza los datos históricos y reportes, los procesos de alarmas y sus reportes y puede operar como cliente o como servidor para los protocolos de comunicación DDE y Suite link.

Otras características adicionales de Intouch incluyen;

- Conectividad con más de 300 servidores de comunicación (I/O Server), fácilmente distribuirlos en una red con 'vVonderware NetDDE.
- Aplicaciones de visualización de procesos en tiempo real

2.3.3. CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

Intouch está comprendido de varios componentes que permiten: visualización, acceso de datos, expansión para sistemas y componentes, presentación de historiales, manejo de eventos, diagnóstico de alarmas, uso de herramientas para reporte y análisis.

Las ventajas que ofrece son:

- Se puede comunicar vía Internet, de hecho las aplicaciones pueden ser vistas en Microsoft Internet Explorer. Si se requiere acceder a datos vía Internet se debe usar el paquete Factory Suite Web Sever.
- Posibilidad de crear un archivo auto-ejecutable que contiene archivos relevantes que realizan los procedimientos requeridos para instalar y correr aplicaciones en otro nodo, es decir comprime aplicaciones para minimizar el tiempo de descarga en Internet. Esto se puede hacer usando Application Publisher ubicado en el Window maker.
- Se puede manejar instalaciones multi-nodo, actualizando todos los nodos de una red desde una sencilla estación de desarrollo. Esto se realiza con el desarrollador de aplicaciones en red dinámicas NAD.
- Se puede tener respaldo de aplicaciones automáticamente cuando hay una actualización de versiones.
- Usa el protocolo Suite link que permite comandos de aplicación y sus datos asociados para ser pasados entre aplicaciones de cliente y aplicaciones de servidor.
- Wonderware ofrece soporte para productos que usan Microsoft DDE, es decir, para la mayoría de paquetes que trabajan en el ambiente Windows.
- Facilita el trabajo en red con un paquete especializado llamado Wonderware NetDDE y que viene incorporado a Intouch.

2.3.4. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Hardware requerido:

Mínimo: 100MHz Pentium,
32 Mbytes de RAM además

8 Mbytes RAM por cada 5k tags.
100 Mbytes libres de espacio en disco duro.

Sugerido: 200 MHz Pentium O mayor,
8 Mbytes por 5k tags,
500 Mbytes de espacio en disco duro.

Sistema operativo:

MS Windows95 SP1, 98 SE, NT 4.0 SP5; Internet Explorer 5.0

2.4. EDICION DEL HMI

2.4.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

La creación del interfaz gráfico parte del planteamiento del problema y sus necesidades, pero esto sería incompleto pues, como se trata de un "interfaz hombre-máquina", se deben observar, justamente, los requerimientos del "hombre" también. Todo este análisis se fusiona en las consideraciones de diseño analizadas a continuación.

Las pantallas de Intouch deben permitir visualizar el proceso íntegramente, para que el operador se sienta atraído al HMI. La versatilidad estará asegurada por el uso de un entorno similar a Windows que permita ingresar a las pantallas a través de iconos.

Basados en el concepto de que el HMI debe crear una tecnología auto evidente, se diseñará el HMI lo más parecido posible a lo que será La Transferencia Automática de Energía, desde su distribución de la planta eléctrica hasta llegar hacia la carga así como la representación del sistema de emergencia y del tablero de control. Además, su entorno debe ser amigable con el operador. No se puede permitir que el usuario pierda interés o presente desidia al manipular el interfaz.

La seguridad es importante en el HMI, es por eso que se ha considerado definir tres tipos de usuarios: administrador, operador y ninguno. El usuario ninguno ("none") no podrá realizar alguna acción de control y solo puede visualizar el proceso; el operador podrá realizar acciones de control y cambiar su password: finalmente, el administrador tendrá el control total del programa, pudiendo asignar nuevos usuarios y passwords. Las mejoras al programa las puede realizar solo el administrador, pues es él quien está autorizado.

2.4.2. DESARROLLO DEL HMI

El HMI puede estar constituido de una o varias ventanas dependiendo de la necesidad del proceso y de la organización que se desee implementar para su presentación y manipulación. Todas las ventanas para su construcción usan las mismas herramientas y elementos de desarrollo. Es por ello que se describe a continuación un proceso general usado para la construcción de cada una de ellas.

Procedimiento general usado para la construcción de las ventanas

Para construir la aplicación se debe completar las siguientes tareas:

- Crear la aplicación en el Administrador de aplicación (Application Manager)
En WindowMaker se crea la ventana en la cual se visualizará el proceso de transferencia automática de energía. Se crean tantas ventanas como requiera el proceso.
- Crear las representaciones gráficas de las diferentes partes del proceso.
- Crear las etiquetas de texto.
- Crear los displays de salida de texto.
- Crear los botones pulsantes.

- Animar el proceso.
- Construir la base de datos (TAGs).
- Correr la aplicación en WindowViewer

Para crear la aplicación:

Se inicia el programa Intouch, para ello se escoge el path adecuado desde la barra de inicio de Windows, como lo muestra la Figura 2.14.

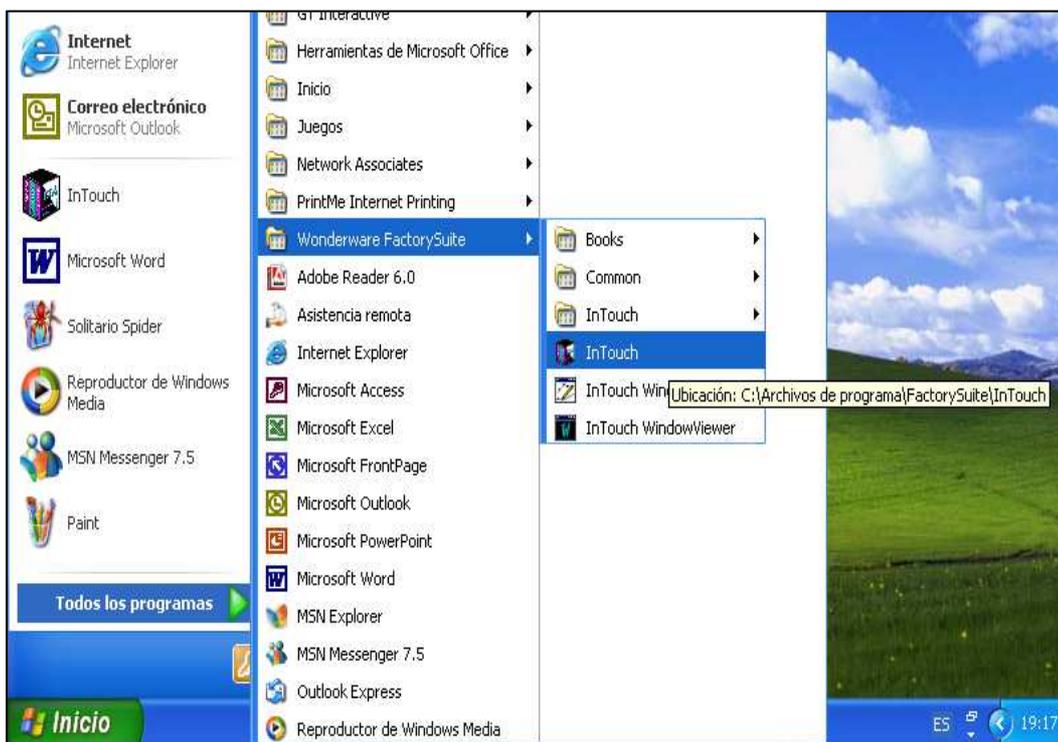


Fig. 2.14. Inicio del Programa

Luego aparecerá el Administrador de aplicación tal como se ve en la Figura 2.15.

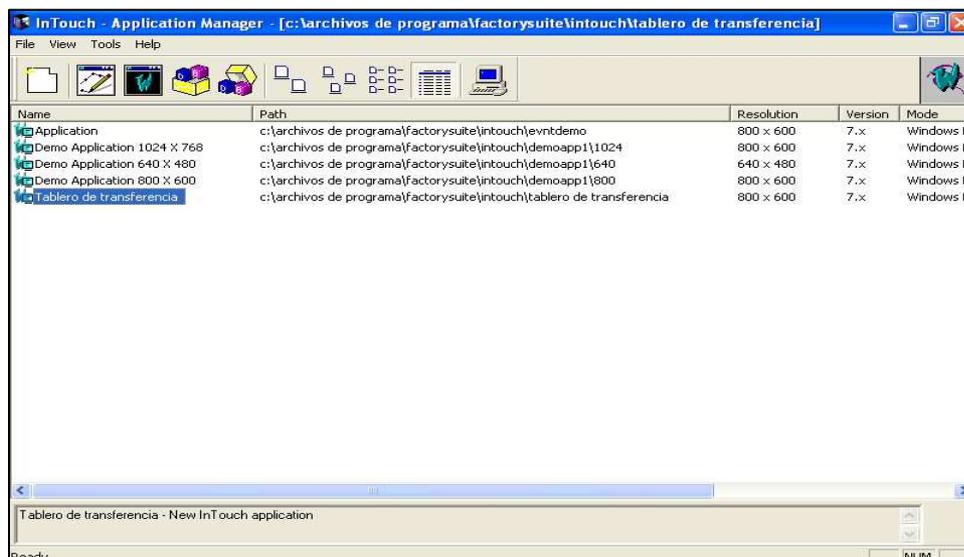
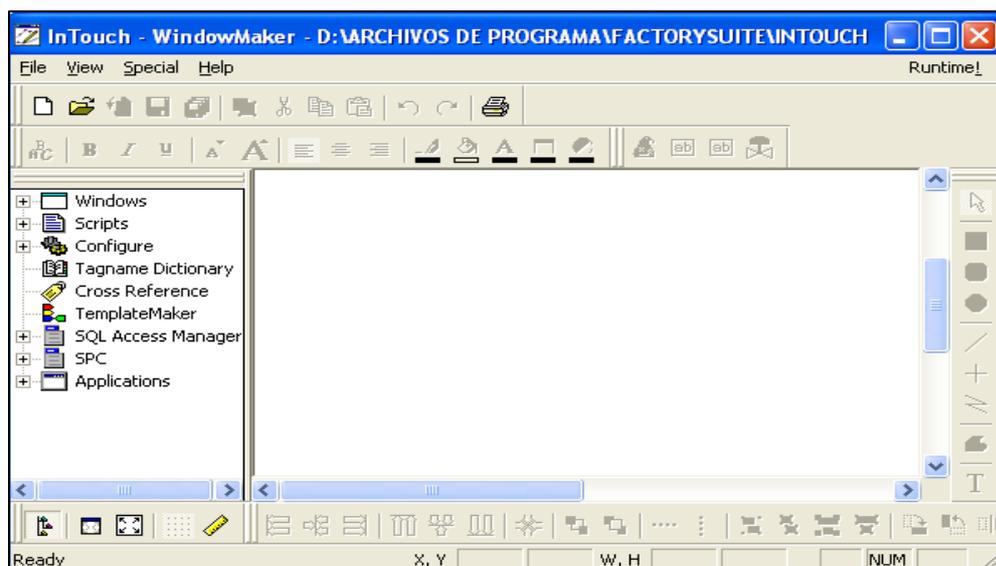


Fig. 2.15. Administrador de la Aplicación

En la misma ventana se escoge en File/ New o el botón "Nuevo" y se podrá crear una nueva aplicación.

Para crear una nueva ventana:

Se selecciona en el menú de comandos File / New o se hace click en el botón "Nuevo" en la pantalla mostrada en la figura 2.16.



2.16. Creación de Nueva Ventana

Las propiedades de ventana aparecen de inmediato, ver figura 2.17.

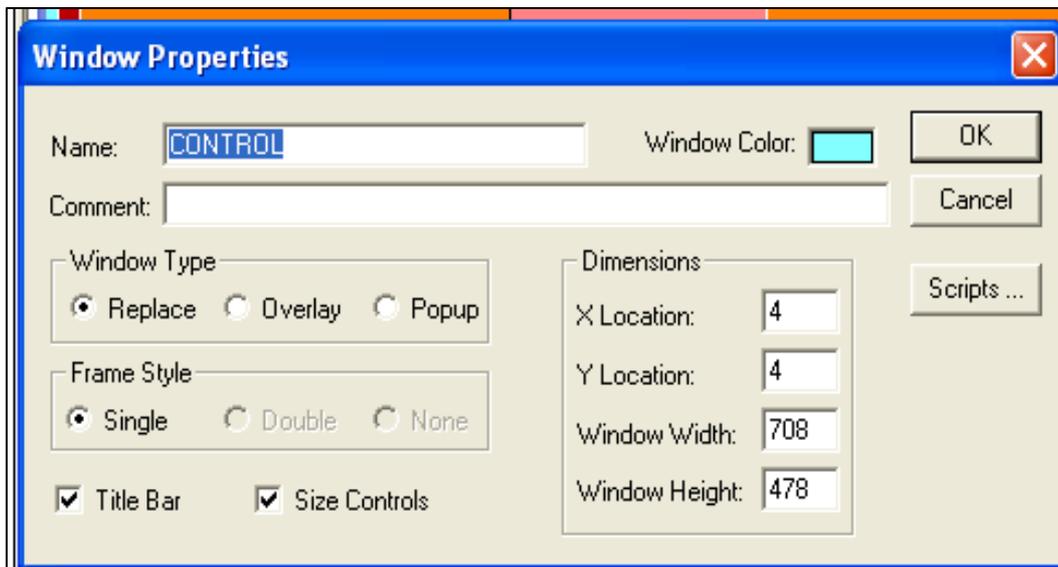


Fig. 2.17. Propiedades de la ventana

En donde:

Name. Contiene el nombre de la ventana, el mismo que aparece en la barra de título de la ventana nueva.

Comment. Pone comentarios acerca de la ventana.

Window Color. Permite escoger el color de fondo (background) de la ventana.

Window Type. (Tipo de ventana).

1. *Replace*: automáticamente cierra cualquier ventana(s), cerrándola cuando aparece en la ventana sobrepuesta, incluyendo ventanas "pop up" y otras tipo replace.
2. *Overlay*: aparece sobre las ventanas mostradas corrientemente y puede ser tan grande como las que está cubriendo.

3. *Pop up*: es similar a la ventana overlay. pero siempre permanece sobre las otras ventanas abiertas y desaparece si se escoge otra ventana, aún con un simple" click.

Frame Style. (Estilo de marco).

1. *Single*: ventana de bordes 3D, que pueden tener una barra de título y controles de tamaño.
2. *Oouble*: ventana con bordes 3D que no tiene barra de título y no puede ser ajustada a un tamaño sin los controles de tamaño.
3. *None*: una ventana sin borde, que no puede ser cambiada de tamaño por los controles de tamaño

Title bar. Permite a la ventana tener una barra de título, la que puede ser usada para mover la ventana mediante "agarre y arrastre".

Dimensions. Contiene la localización y dimensiones en pixels de las ventanas.

- *X location*: el número de pixels entre el filo izquierdo del área de diseño WindowMaker y el filo izquierdo de la ventana definida.
- *Y location*: el número de pixels entre el borde superior de WindowMaker y la ventana definida.
- *Window width*: el ancho de la ventana en pixels.
- *Window height*: el alto en pixels.

Scripts. (Escrituras).

- Despliega el editor de Window Script. Hay 3 tipos de scripts que pueden ser aplicados a las ventanas:
- *On show*: tiempo de ejecución, cuando la ventana es inicialmente mostrada.
- *While show*: ejecuta continuamente con una frecuencia especificada cuando la ventana está mostrándose.
- *On hide*: tiempo de ejecución, cuando la ventana está oculta.

Creación de objetos

InTouch posee herramientas para dibujar elementos, insertar texto, edición de color, etc. y se encuentran en el ambiente de Window Maker. Además, dispone de Wizards que permiten colocar diseños e imágenes previamente elaboradas.

Una pantalla con los recursos mencionados para el desarrollo de objetos se muestra en la Figura 2.18.

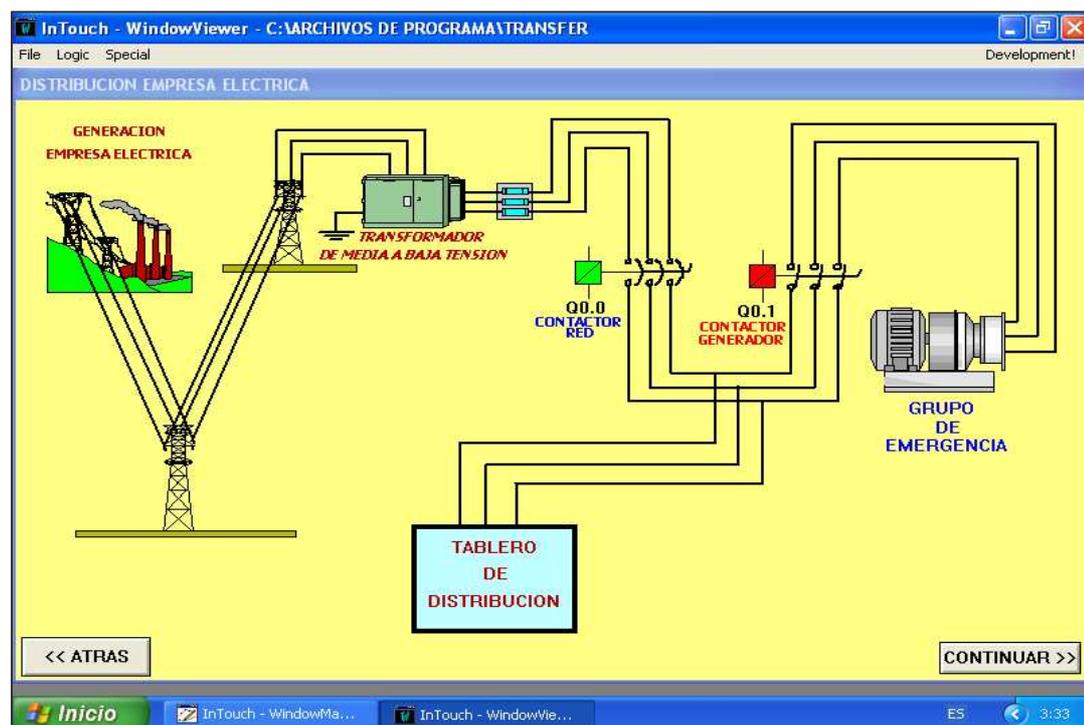


Fig. 2.18. Creación de Objetos

Con la herramienta texto se procede a colocar los nombres y etiquetas de los elementos del proceso; con la herramienta de botón se crea botones de encendido y así por el estilo se van utilizando todas las herramientas.

Intouch tiene variedad de gráficos e íconos industriales los cuales se localizan en el paquete denominado Productivity Pack como se ve en la figura 2.19, que lo distribuye Factory Suite y muchas veces viene adjunto a Intouch. Una vez instalado se tienen más opciones de íconos.

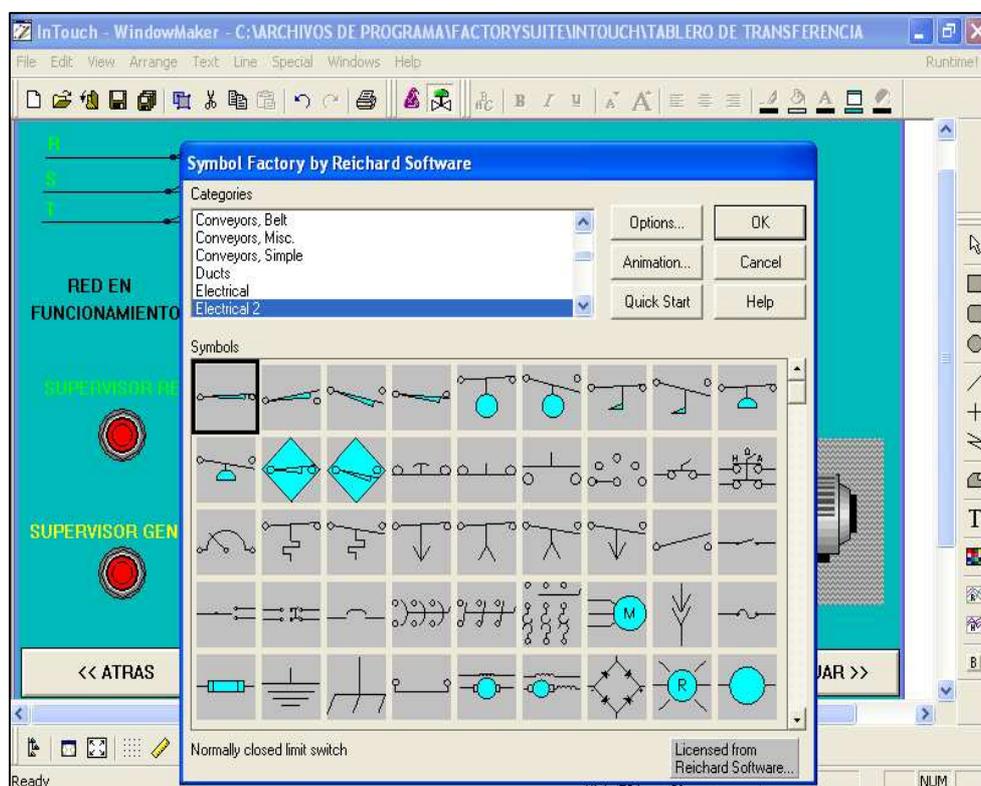


Fig. 2.19. Productivity Pack

Creación de la base de datos de etiquetas (tags) y animación de enlaces:

Intouch soporta dos tipos de enlaces (Links):

Touch links. Permiten al operador ingresar datos en el sistema Ej.: Sliders de valor, pulsantes.

Display links. Permite salidas al operador. Ej.: Llenado de color, localización de los enlaces de parpadeo, etc.

Los efectos de animación se escogen de la librería de animaciones como se ve en la figura 2.20, "Animations Links Library" de la siguiente manera:

Dando doble click sobre un objeto, se muestran las siguientes características.

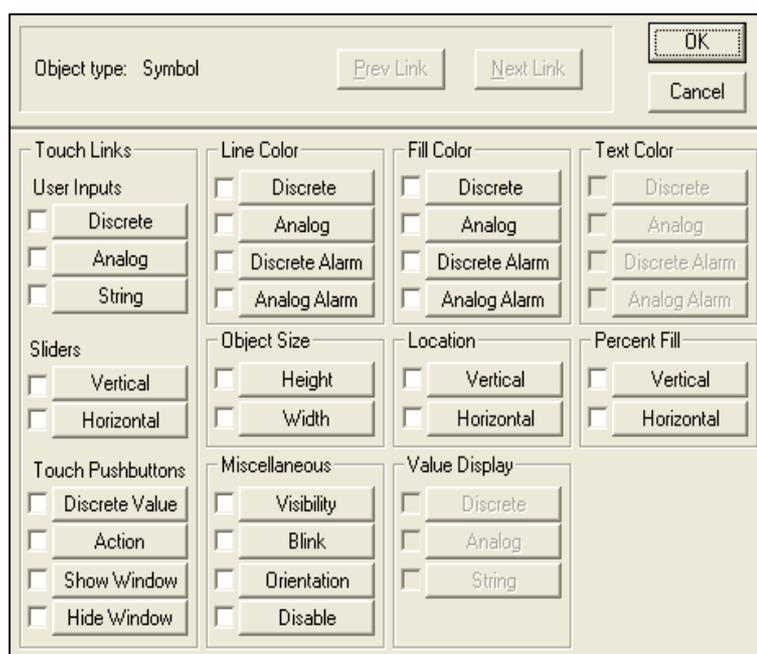


Fig. 2.20. Animations Links

En la parte superior se tiene al OBJECT TYPE que es cualquier cosa que se puede colocar en una ventana: Un bitmap, texto, un botón, un rectángulo, un círculo, una línea, etc.

La porción de la caja de diálogo del Object Type aparece sobre la pantalla y despliega el tipo de objeto que se ha seleccionado. Si múltiples enlaces se ligan a un objeto, se puede dar un click a Prev Link y Next Link para adelantar y retrasar rápidamente.

Un ANIMATION LINK situado debajo del object type, no es más que una forma de fabricar objetos "vivos", dándoles movimiento, cambiando su color o moviendo

una localización de objetos. Esto es hecho mediante el enlace de un objeto con un tagname.

Cuando el valor del tagname cambia, causa que el objeto se mueva más, cambie de color, parpadee, etc. Como ejemplo, un botón es también ON/OFF basado en el valor de una etiqueta TAG discreta. Este botón puede cambiar de color (de rojo a verde) atendiendo su estado ON/OFF.

Si se da un click al botón DISCRETE de la opción **Fill Color** se abre una ventana, ver figura 2.21.

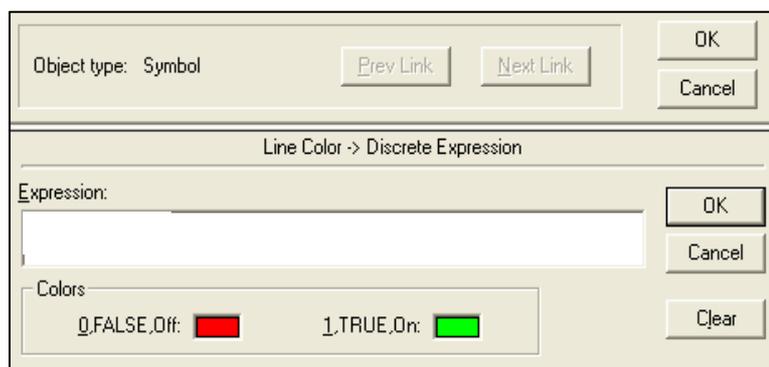


Fig. 2.21. Cuadro de Dialogo en un Animation Link

Donde pulsando OK el programa da un camino para definir la etiqueta asignada. Nuevamente clic en OK, se verá que se despliega el diccionario de los nombres de las etiquetas, mostrado en la Figura 2.22.

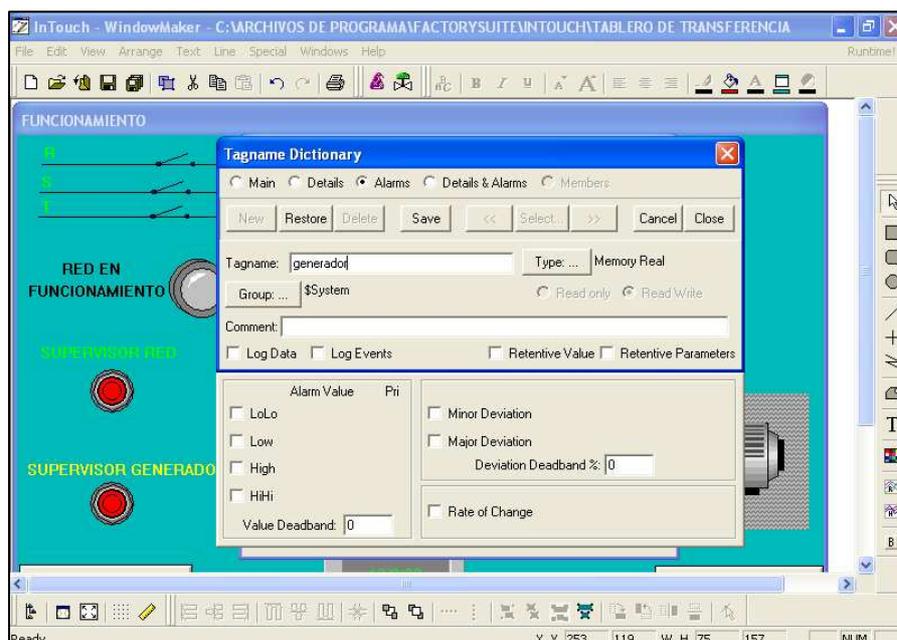


Fig. 2.22. Tagname Dictionary

El TAGNAME DICTIONARY es la base de datos de las etiquetas. Se dice que es el corazón del Intouch. En tiempo de ejecución, la base de datos contiene el valor actual de todos los ítems. Intouch requiere de información de todas las variables creadas. Cada variable debe tener asignado un nombre (tagname) y un tipo.

Los componentes son:

Main, details, Alarms, Details & Alarms. Muestran porciones específicas del Tagname Dictionary. Para cada tagname hay una caja de diálogo específica es usada para definirla. Las condiciones de alarma se definen en cuadros de diálogo similares.

Tagname. Ingresar el nombre de la etiqueta. Puede ser de 32 caracteres así:

A-Z, a-z, 0-9, @, -, #, \$, _ ' \,0 Y &

Type. Muestra el tipo específico de cada etiqueta acorde con su uso. Por ejemplo si el tagname es para leer o escribir valores a otra ventana de aplicación como un I/O server debe ser configurada como etiqueta de tipo I/O.

Group. Muestra la caja de diálogo del grupo de alarma donde se puede asignar la etiqueta a un determinado grupo de trabajo. Las alarmas representan avisos de las condiciones del proceso que pueden causar problemas y requieren una respuesta del operador.

Log events. Anota todos los cambios de valor de los datos al tagname y que son inicializados por el operador.

Lag data. (Anotar datos). Sirve para anotar datos las etiquetas a un archivo histórico durante el tiempo de ejecución siempre que su valor de unidad cambie más de lo especificado en el valor de banda muerta (Deadband).

Retentive Value. Retiene el valor actual del tagname siempre que WindowViewer esté encendido. Este valor es usado como valor inicial del tagname cuando Window Viewer se a reinicializado.

Initial value. Cuando se define un tagname como Memory Oiscrete el valor inicial puede ser ON u OFF.

On msg, Off msg. Se ingresa un mensaje en ON u OFF que es mostrado en el campo valor / límite de una ventana de alarma.

Al escoger un tipo de tagname se despliega un cuadro de diálogo, como lo indica la Figura 2.23.

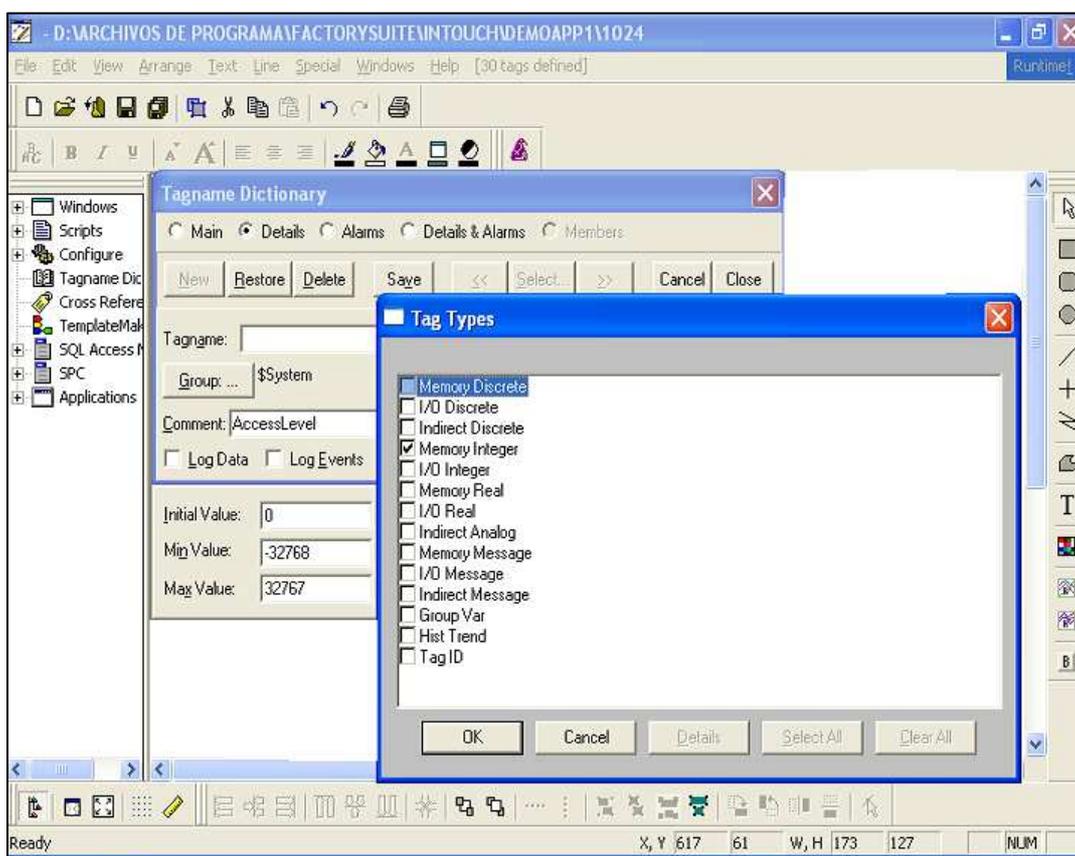


Fig. 2.23. Tagname Dictionary

Los tagnames tipo I/O son aquellos que leen o escriben sus valores para o desde otro programa de Windows. Esto incluye todas las entradas y salidas desde PLCs, computadores de proceso y datos desde nodos de red. Los tagname I/O

son accedidos además a través de los protocolos de comunicación DDE (Microsoft Dynamic Data Exchange) o Wonderware Suitelink.

Si se escoge un tipo I/O DISCRETE y se da OK a esta pantalla se verá que aparece otro cuadro de diálogo llamado ACCESS NAME y que permite agregar nombres de acceso, es decir indicar el camino de donde se obtendrán los datos I/O. La pantalla típica del Access Name se muestra en la Figura 2.24.

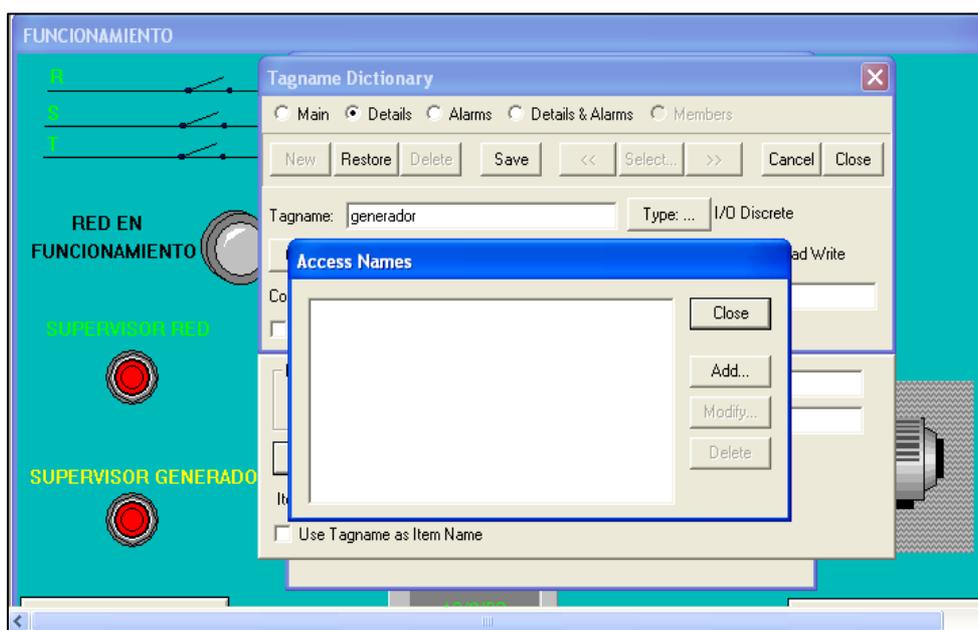


Fig. 2.24. Access Name

Seleccionando Add... , se tiene a continuación un cuadro de diálogo, ver Figura 2.25, que permite definir un nombre de acceso con las siguientes opciones:

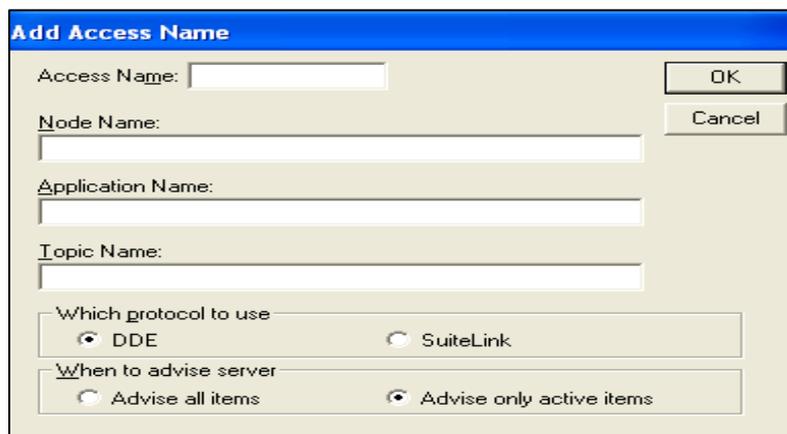


Fig. 2.25. Add Access Name

Application Name. Corresponde al nombre del I/O Server usado y depende del tipo de dispositivo que se use.

Topic Name. Es el nombre del archivo cargado en el dispositivo.

Protocol to use. Configura el protocolo de comunicación a usarse.

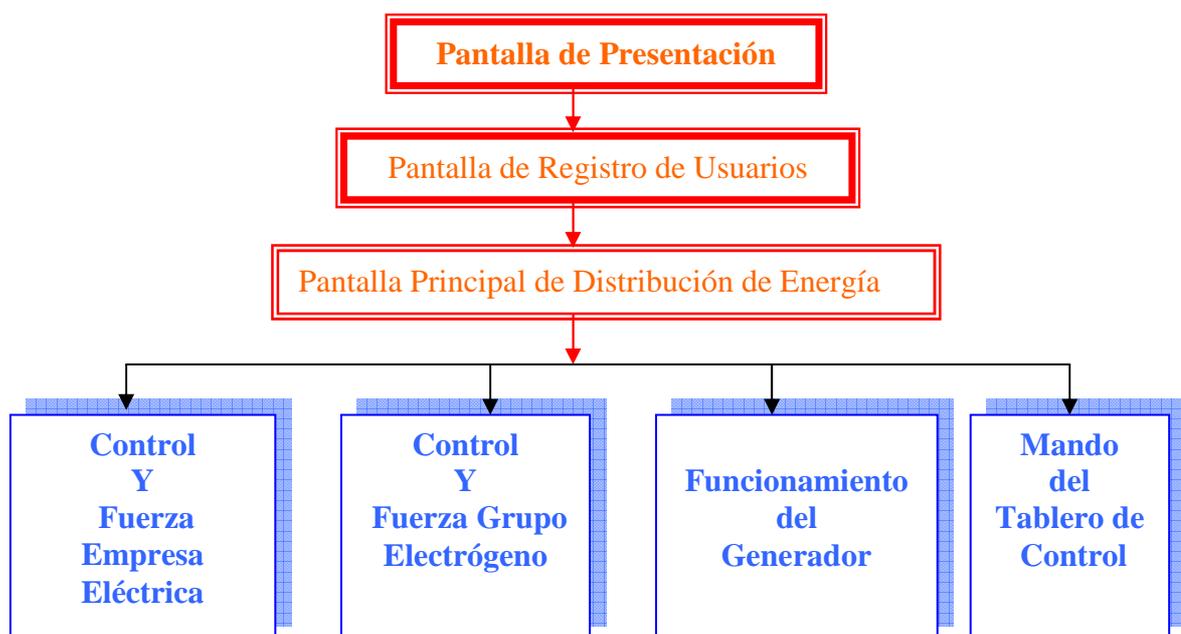
Advice server. Se selecciona **Advice all items** (Consulte todos los ítems) cuando se quiere registrar solamente puntos en ventanas visibles y puntos que son de alarmas, anotaciones, tendencias o son usadas en un script.

Para completar toda la información se ingresa el nombre del **item**, en el tagname dictionary, y representa la variable en código que entiende el dispositivo pe campo.

2.4.3. LÓGICA DE MONITOREO

Para el monitoreo de la transferencia automática de energía se han creado diferentes pantallas que dan una adecuada visión acerca del funcionamiento, estado e información de dicho proceso.

La figura 2.26 indica la secuencia de operación de la interfaz hombre-máquina (HMI) de la transferencia de energía automática.



2.26. Diagrama de Secuencia de Operación

2.4.4. COMUNICACIÓN DEL HMI CON LOS USUARIOS

A continuación se muestra la descripción de cada una de las ventanas del interfaz hombre - máquina (HMI) para monitorear la transferencia automática de energía desde el computador.

2.4.4.1. Presentación

La primera pantalla en mostrarse se llama presentación, ver figura 2.27, esta pantalla indica la información acerca del proyecto de titulación.



Figura 2.27. Pantalla de presentación

En esta pantalla está ubicado el botón continuar el cual permite mostrar una segunda ventana el momento en que es presionado.

2.4.4.2. Registro de usuarios

La figura 2.28 muestra el acceso a las demás ventanas dependiendo del usuario, clave y nivel de acceso que posea.

Al inicio se deberá llenar los campos según las necesidades requeridas. Además esta ventana muestra la hora y fecha actuales al momento de ingresar un usuario.



Figura 2.28. Ventana registro de usuarios

Al momento de presionar el botón configurar usuarios, aparece la figura 2.29, donde se van a llenar los siguientes campos:



Figura 2.2 9. Ventana para configurar usuarios

User Name: En este campo se llena el nombre de un usuario.

Password: Aquí se coloca una contraseña por cada usuario.

Access Level: El nivel de acceso depende de las atribuciones que tiene cada usuario para ingresar al sistema. Así el nivel de acceso máximo es 9999 y puede ingresar a todas y cada una de las ventanas.

En la siguiente tabla se representa un ejemplo de los usuarios creados:

User Name	Password	Access Level	Descripción
Administrador	adm	9999	Puede acceder a todos los recursos del sistema y modificarlos.
Operador	opera	8000	Puede acceder a ciertos componentes del proceso.
Invitado	invi	5000	Únicamente puede visualizar el proceso

A continuación se tiene el botón cambiar contraseña como se indica en la figura 2.20 y de ser necesario se la utiliza para hacer los cambios respectivos.

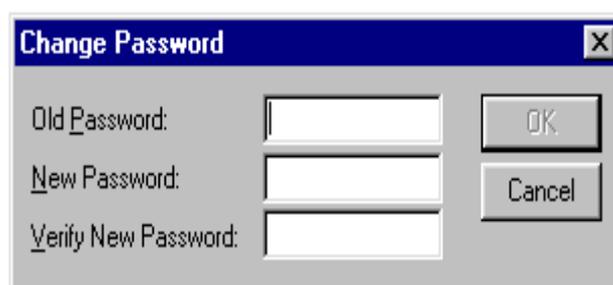


Figura 2.30 Ventana para cambiar contraseña

Finalmente se llena la información pedida en los botones usuario y contraseña para acceder a la ventana Distribución de Energía.

2.4.4.3. Pantalla General

La ventana representada en la figura 2.31 es la más importante, puesto que se visualiza en forma global toda la distribución de energía, tanto del grupo electrógeno como de la empresa eléctrica.

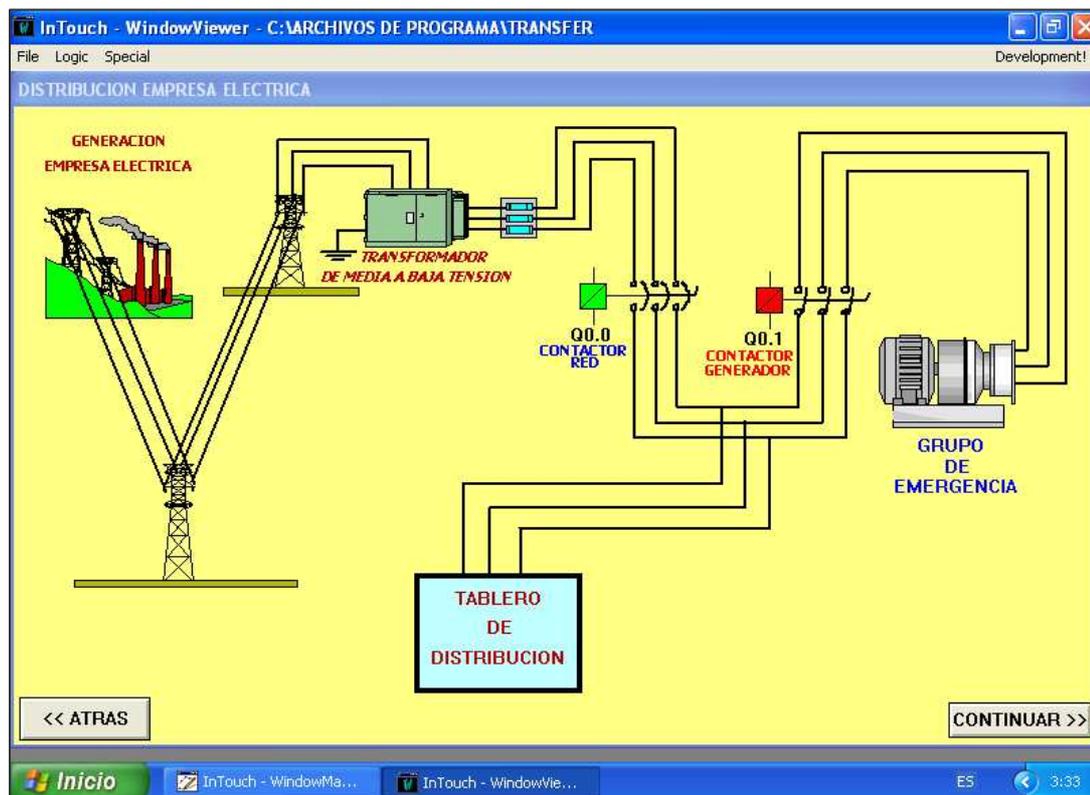


Figura 2.31 Distribución de Energía de la Empresa Eléctrica y Generador

Aquí se muestran las distintas etapas de Distribución de la Energía Eléctrica por parte de Empresa generadora, desde la Planta hasta lo que es el usuario o consumidor final.

Además indica quien estará entregando energía en determinado momento sea del Grupo Electrónico o la Comercializadora; si esta funcionando alguna etapa del proceso, esta parpadea indicando que período está funcionando.

2.4.4.4. Proceso de Control y Fuerza

La gráfica que se muestran en esta pantalla, ver figura 2.32 corresponde al diagrama de control y fuerza por parte de la Red principal (empresa eléctrica), indica el proceso de cómo se distribuye la energía hacia las cargas con sus respectivos dispositivos de control, supervisor de voltaje y con un controlador.

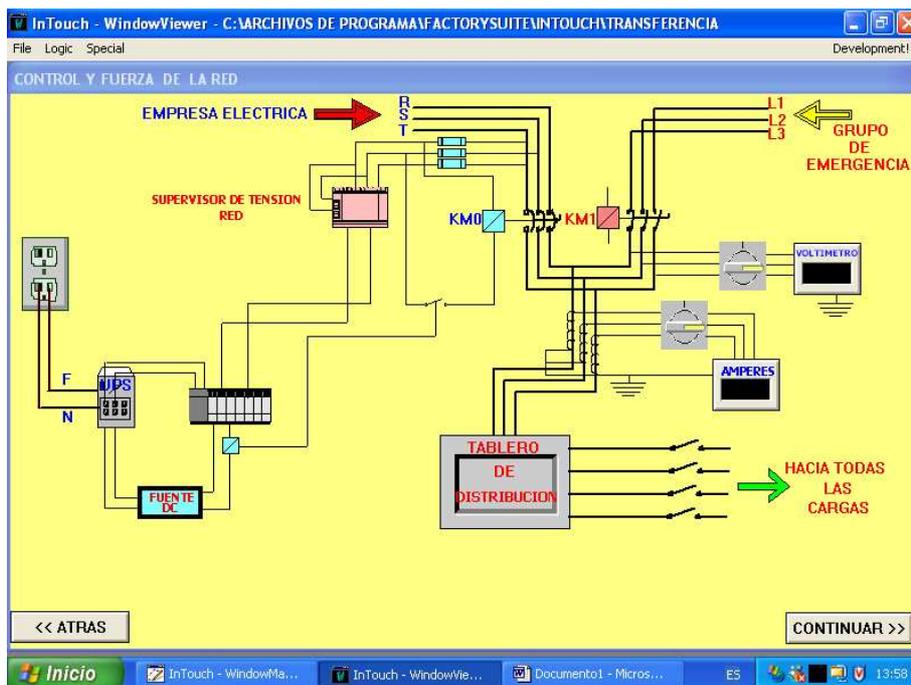


Figura 2.32 Ventana de Control y Fuerza de la Empresa Eléctrica

En la siguiente Pantalla figura 2.33, estará el circuito de control y fuerza pero por parte del Grupo Electrónico al igual que el de red.

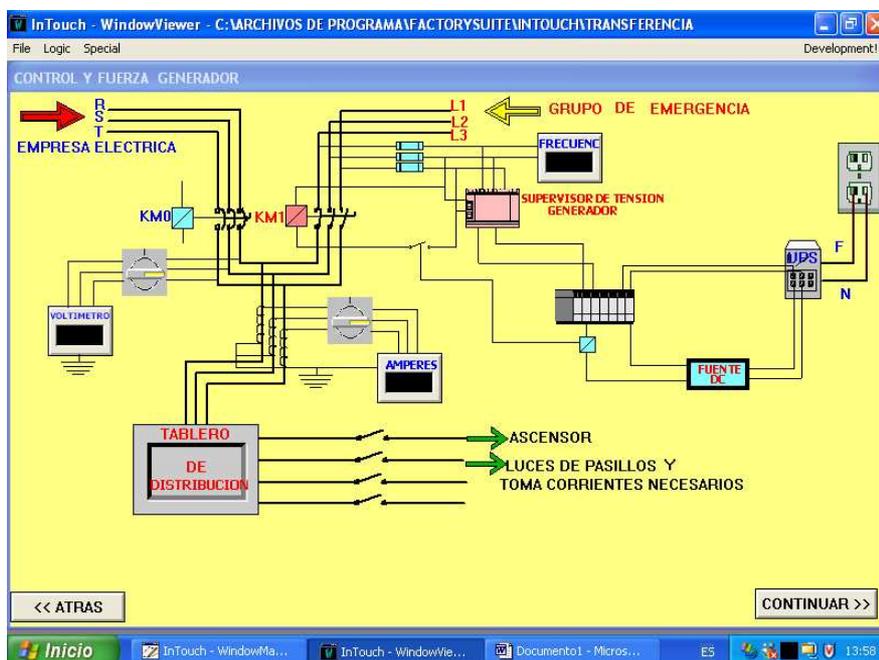


Fig. 2.33 Ventana de Control y Fuerza del Grupo Electrónico

En figura 2.34, muestra el funcionamiento del Grupo Electrónico, cuando este comience a trabajar por falta de energía o por algún fallo de la red principal.

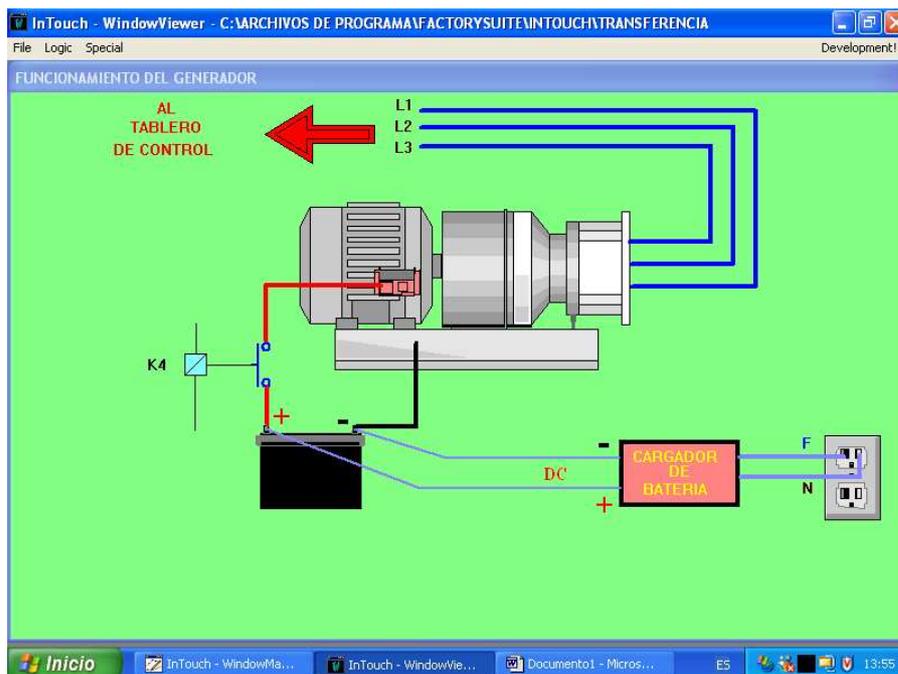


Fig. 2.34. Ventana del Grupo Electrónico

La figura 2.35 muestra el funcionamiento del tablero con las perillas, Amperímetro, frecuencímetro y demás luces piloto.

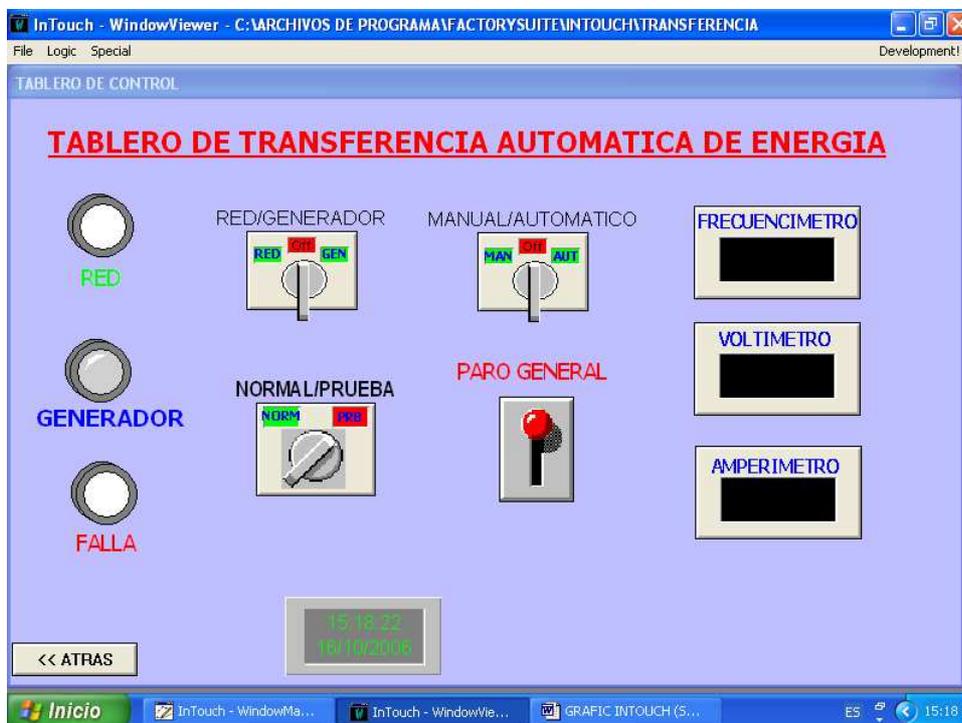


Fig. 2.35. Ventana Con Pulsadores y perillas Del Tablero

2.5. COMUNICACIÓN INTOUCH-PLC

2.5.1. COMUNICACIÓN DE INTOUCH CON SU ENTORNO

Intouch no tiene capacidad de comunicarse directamente con dispositivos u otras aplicaciones (PLCs, relés, Excel, LabView, etc.). Esta conexión para controlar dispositivos y aplicaciones es realizada a través de drivers de comunicación denominados en Intouch "I/O Servers", los mismos que son el software que entiende el protocolo de comunicaciones del hardware.

Intouch y los Servidores de Entrada / Salida (I/O Servers), se comunican vía canales o enlaces creados en ambas partes.

Por el enlazamiento de los TAGs de Intouch para esos "canales de comunicación" llamados I/O Topics, Intouch puede leer o escribir en los dispositivos de control de campo.

Tagname e ítem

En InTouch se define a un tagname como un nombre asignado a una variable y que un humano puede entender, mientras un ítem es un nombre de variable que el sistema o hardware debe entender. Un TAG puede también ser históricamente almacenado. Tiene condiciones de alarma definidas por el usuario. Los TAGs se comprenden de efectos de tipo digital o analógico.

Nombre de acceso (ACCES NAME)

Cuando se crean tagnames tipo I/O (entrada / salida) o referencias de tagname remotas, ellas están asociadas con un nombre de acceso "Access Name", el cual contiene la información que es usada para comunicarse con otra fuente de datos de tipo I/O. La información incluye: nombre de nodo de trabajo, nombre de la aplicación y el nombre del tópico.

Intouch identifica un elemento de datos en un programa del I/O Server mediante el uso de una convención que comprende tres partes:

- El nombre de la aplicación (application name).
- El nombre del tópico (topic name).
- El nombre del ítem (item name).

Para obtener datos desde otra aplicación, el programa "cliente" (Intouch) abre un canal para el programa "servidor" a través de la especificación de esos tres campos.

Intouch, para adquirir un dato desde otra aplicación, debe conocer el nombre de la aplicación que provee los valores, el nombre del tópico dentro de la aplicación y el nombre del ítem específico dentro del tópico. Además Intouch requiere conocer el tipo de dato (discreto, entero, real, o mensaje). Esta información determina el tipo de I/O para el tagname cuando es definido en la base de datos de Intouch. Luego, cuando Window Viewer esté ejecutándose: automáticamente realizará todas las acciones requeridas para adquisición y mantenimiento del valor de ese ítem.

2.5.2. COMUNICACIÓN PLC – INTOUCH

La comunicación entre el PLC y el Intouch, utiliza un programa que permite recibir o enviar datos y se conoce como I/O Server, para los PLCs Siemens de la familia S7-200 se utiliza el I/O Server S7200 PPI (point to point interface).

El S7200 PPI es un software que trabaja bajo Windows y utiliza el protocolo DDE (Dynamic Data Exchange) para la comunicación interna con el Intouch.

El PLC se comunica con el I/O Server mediante el puerto serial RS - 232 del computador y mediante un servidor de protocolo S7200 PPI DDE Server. El enlace físico es con un cable multimaestro RS -232/PPI, este sirve tanto para programar como para hacer la interfaz (HMI) con el PLC y el computador.

Lo primero en hacer es instalar este software en el computador, para luego configurarlo para su correcto funcionamiento.

Los requisitos de instalación de este paquete son:

1. Microsoft Windows 95, Windows 98 o Windows NT 4.0
2. 1.5 MB de espacio en el disco duro.
3. Disponer de un puerto serial RS 232.

2.5.3. CONFIGURACIÓN DEL I/O SERVER

Una vez instalado el software se procede a su configuración como se describe a continuación, ver figura 2.36



Figura 2.36. Ventana del programa S7200PPI

2.5.4. CONFIGURACIÓN DEL PUERTO DE COMUNICACIONES

La figura 2.37, muestra la ventana de configuración del puerto de comunicaciones, para ello se da click en Configure, se selecciona Com Ports Settings.

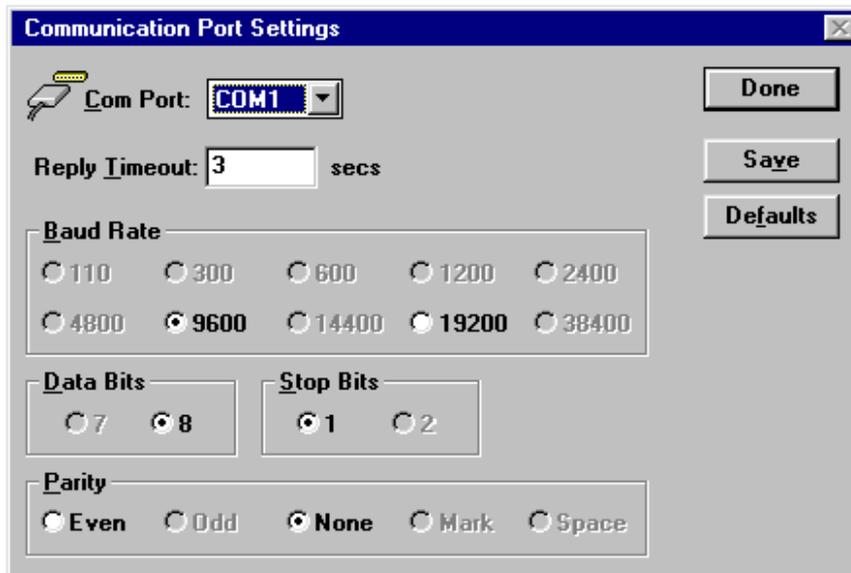


Figura 2.37. Ventana de configuración del puerto de comunicaciones

En esta ventana se selecciona el puerto serial a utilizarse (COM1), tiempo de respuesta Reply Timeout, velocidad, bits de datos, bits de parada y paridad, a continuación se guarda (Save) y se acepta con un clic en Done.

2.5.5. CONFIGURACIÓN DEL TOPIC

Para la configuración del Topic se accede a la siguiente ventana como se muestra en la figura 2.38.

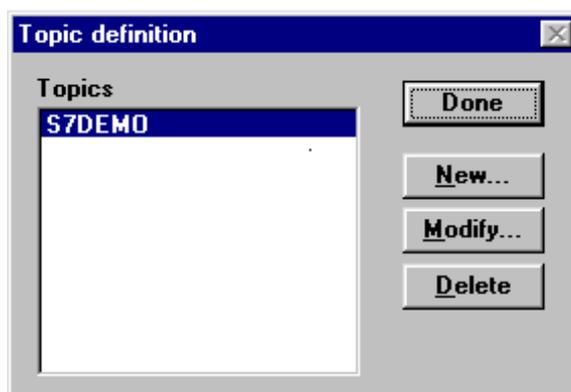


Figura 2.38. Ventana de configuración del Topic

Se despliegan cinco campos de diálogo, los cuales se describen en la siguiente tabla 2.39.

Campos del topic	Descripción
Topics	Selección de tópicos.
Done	Salir del diálogo de definición del tópico.
New	Despliega ventana de definición del tópico PPI.
Modify	Despliega ventana de definición del tópico PPI seleccionado para modificarlo
Delete	Borra el tópico seleccionado.

Tabla 2.39. Campos del Topic Definition

Para crear un tópico damos clic en **New**, a continuación se despliega la pantalla indicada en la figura 2.40.

Figura 2.40. Ventana de creación de un nuevo topic

Topic Name	Nombre asignado al Topic
PLC Address	Dirección del PLC
Com Port	Puerto de comunicación del PLC
Max Message Size	Máximo tamaño del paquete de bytes
Update Interval	Tiempo de actualización

2.5.6. CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE DATOS

Finalmente se debe configurar el DDE Server Settings tal y como se indica en la figura 2.41.

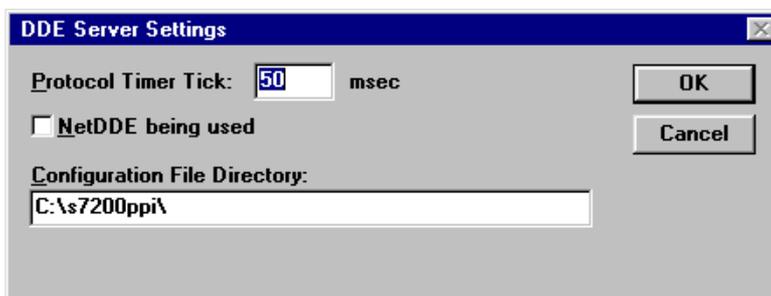


Figura 2.41. Ventana de configuración del servidor de datos.

El contador de tiempo de protocolo (Protocol Timer Tick) está por defecto en 50 mS este tiempo puede ser menor o mayor haciendo que la comunicación sea muy rápida o muy lenta en el intercambio de datos. El casillero NetDDE es para activar la red de Wonderware automáticamente en este caso no se selecciona. En el casillero inferior se escribe la ruta donde está instalado el I/O Server.

2.5.7. CONFIGURACION DE ITEMS EN INTOUCH

Para poder leer o escribir datos en el PLC desde Intouch, es necesario que este definido como un tagname tipo I/O (discreto, entero, real, etc.).

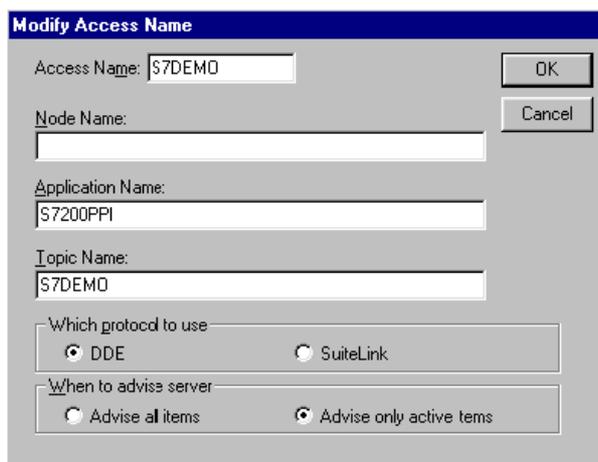
Además se debe crear un *Access Name* el cual está asociado a cada uno de los I/O tagnames del Intouch. *Access Name* es aquel que contiene la información del nombre de la aplicación (*Application Name*), y el nombre del tópico (*Topic Name*).

El *Application Name*: el nombre es S7200PPI.

El *Topic Name*: nombre genérico de la aplicación, para este caso S7DEMO.

Como se puede ver en la figura 2.42, es igual al *Access Name* del cuadro de diálogo y también debe ser igual al definido en el *Topic Definition* de configuración en el I/O Server.

Luego se selecciona el protocolo a utilizarse en este caso DDE (Dynamic Data Exchange), y se acepta.



The image shows a dialog box titled "Modify Access Name". It contains the following fields and options:

- Access Name:** \$7DEMO
- Node Name:** (empty)
- Application Name:** \$7200PPI
- Topic Name:** \$7DEMO
- Which protocol to use:** DDE, SuiteLink
- When to advise server:** Advise all items, Advise only active items

Buttons: OK, Cancel

Figura 2.42. Ventana de configuración del Access Name

CAPITULO III

DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

3.1. SISTEMAS DE EMERGENCIA

3.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El Grupo Electrónico debe ponerse automáticamente en servicio, ya sea por uno o varios de los siguientes motivos:

- Si se produce una caída de tensión en la red superior al 15% de la tensión nominal.
- Si se produce un fallo en una o varias fases.
- En caso de falla de la fuente normal o en el caso de accidente a los elementos de un sistema suministrador de potencia eléctrica.

3.1.2. FACTORES A CONSIDERARSE

Factor determinante.

Para el diseño a usarse es el de carga y sus requisitos específicos teniendo en cuenta:

- Tensiones de servicio más conveniente para los equipos que requieran alimentación de emergencia.
- La magnitud de las cargas que requieran cada tipo de alimentación.

- Características de comportamientos de las cargas ante las perturbaciones, introducidas por las transferencias, cambios de alimentación, etc., ocurridos al alimentar con el grupo electrógeno.
- Disponibilidad y costo de energía eléctrica y de los combustibles para producción de energía mecánica, necesidades de almacenamiento de los mismos.

Tipos de Falla de Poder Eléctrico.

Dentro de este estudio se describe una combinación de sistemas que resolverán los siguientes tipos de falla de poder eléctrico con una buena confiabilidad:

- Largo tiempo de interrupción (horas)
- Medio tiempo de interrupción (minuto)
- Corto tiempo de interrupción (segundos)
- Transitorios de interrupción (milisegundos)
- Sobre o alto voltaje
- Sobre o baja frecuencia
- Transitorios en la red principal.
- Transitorios causados por equipos de los usuarios.

3.2. LOGICA DE CONTROL

En base a lo anotado, un Grupo Electrónico debe seguir cierta secuencia tanto para el arranque como también el cese de sus funciones. Esta secuencia de operaciones tiene el posterior proceso:

El impulso de arranque que debe darse por falta de tensión de la red o por otro dispositivo adecuado de vigilancia de servicio, será transmitido con cierto retardo para evitar un arranque cuando la tensión se interrumpe en intervalos muy breves.

Un arranque erróneo debe repetir el comando de arranque con cierto intervalo de tiempo; esto en un cierto número de veces.

Si no se tiene éxito, en los arranques, en los arranques previstos, estos deben ser bloqueados.

Si resulta el arranque se debe conectar el generador automáticamente, luego de que se haya alcanzado una tensión nominal.

Como el dispositivo de arranque debe disponer de baterías de acumuladores, estas tienen que recargarse rápidamente luego de haber realizado cierto número de operaciones de puesta en marcha, en un corto tiempo.

Para la parada del sistema de emergencia, es necesario detectar el restablecimiento de la fuerza eléctrica por parte de la Empresa Eléctrica y luego que se transfiera la carga, deberá mantenerse funcionando al generador en vacío durante cierto tiempo.

Para el entendimiento de la lógica de control, se tiene el diagrama esquemático de la figura 3.1 en el que indica el proceso de transferencia automática de energía, paso por paso.

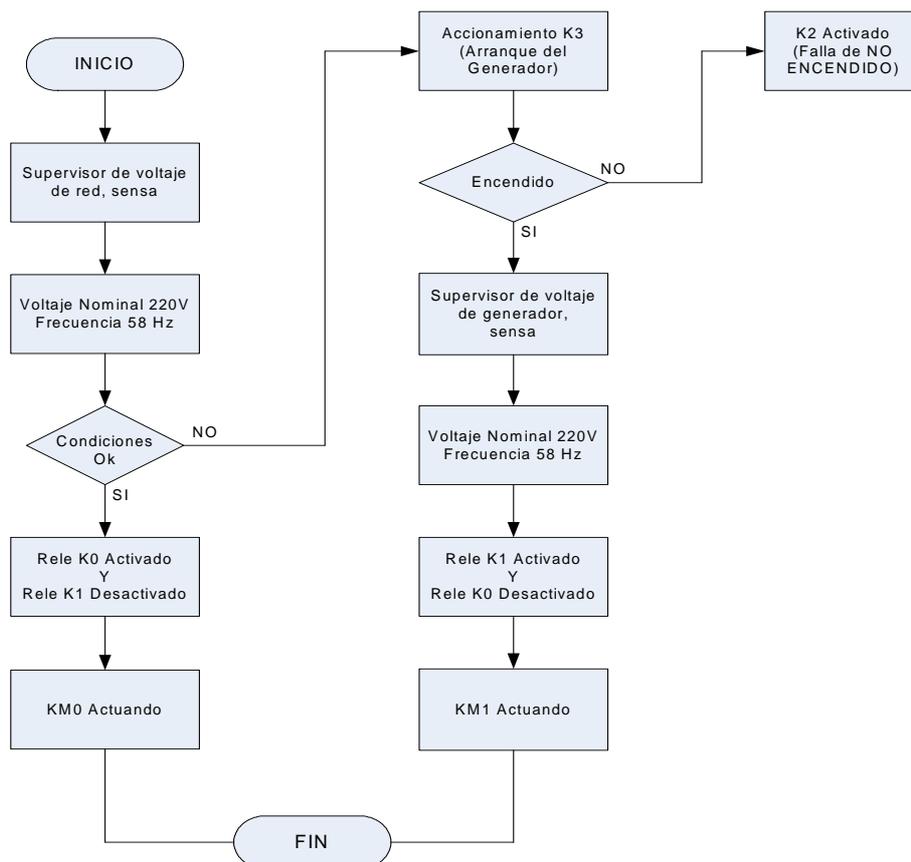


Fig. 3.1. Diseño de la Lógica de control

3.2.1. APARATOS Y DIPOSITIVOS NECESARIOS

Con el objeto de cumplir todos estos requerimientos, se ha diseñado el tablero para la transferencia Automática de Energía, para el mando y control, así como del paro del grupo electrógeno.

Este Tablero esta conformado por los siguientes elementos:

- Un supervisor de voltaje para la tensión de la red.
- Un supervisor de voltaje para la tensión del generador.
- Relés auxiliares para la automatización y secuencia de paro.
- El Controlador Lógico Programable.
- El software de control, que ser explicó en el capítulo II

Todos estos elementos y aparatos se encuentran conectados de acuerdo al diagrama mostrado en la figura No 3.2. de la lamina 1.

3.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA

En caso de falla de la red o baja de tensión entre 80 y 90% del voltaje nominal, en cualquiera de las tres fases, el supervisor de tensión de la Empresa Eléctrica RVE, manda una señal al controlador (entrada I0.0) para que este a su vez determine un tiempo de 5 a 10 segundos, luego de este lapso activa el rele de arranque del generador K3 (salida Q0.5) y simultáneamente desactive el contactor de red KM0 (salida Q0.0), ver Fig. 3.2, lamina 1.

Si en esta primera rotación del arranque limitado en 5 segundos no se consigue lanzar el grupo, se suceden otras dos tentativas de arranque en intervalos similares, hasta que los arranques sin éxito proporcionarán la señal para la falla de no encendido K2 (salida Q0.4), ver Fig. 3.2, lamina 1.

Si al contrario resulta el arranque al cabo del tiempo ajustado y pone en marcha al sistema de emergencia, cuando este alcance la velocidad de régimen y el generador entregue la tensión nominal, el supervisor de voltaje del generador RVG concede la señal al PLC (entrada I0.1) para que bloquee KM0 (salida Q0.0) y luego de un tiempo de 5 segundos se active el contactor del generador KM1 (salida Q0.1), mientras el grupo esta funcionando.

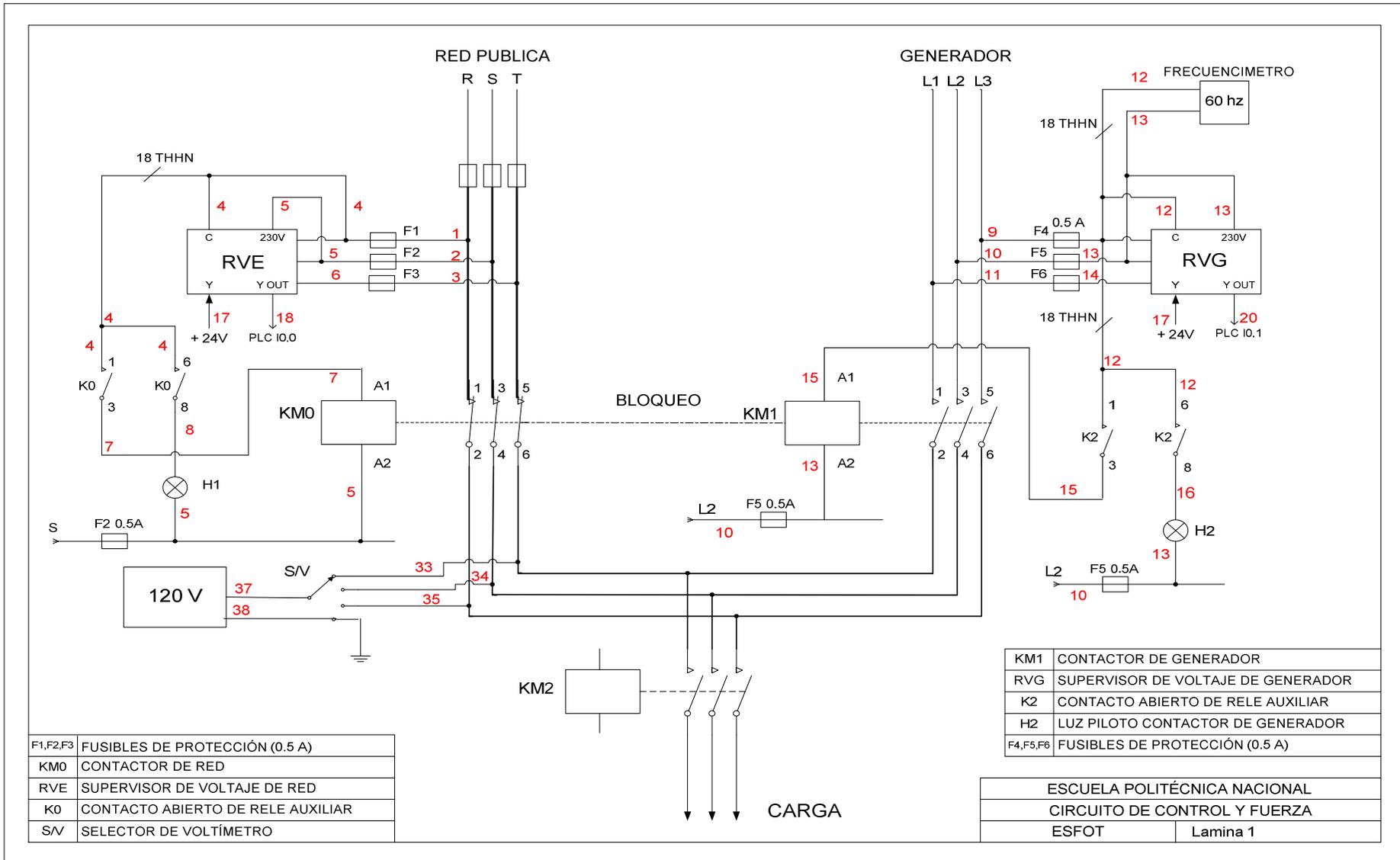
Con el software de visualización y control INTOUCH se tiene la oportunidad de realizar el monitoreo del Tablero de Transferencia, así como también observar el funcionamiento de los circuitos de fuerza y control.

Normalmente la duración entre la avería de la red y la alimentación de los receptores por el grupo electrógeno es de 5 a 10 segundos, según la importancia y la potencia de la instalación.

Cuando la tensión de la red publica se reestablezca los receptores de energía no deberán conmutarse inmediatamente sobre esta red, pues es necesario que la tensión se estabilice.

La conmutación sobre la red pública se realiza con un retardo de 5 a 10 segundos.

Para evitar sollicitaciones térmicas, el grupo continua girando en vacío durante un tiempo de 4 minutos, pero procediendo inmediatamente a funcionar en caso de nueva avería en la red.



F1,F2,F3	FUSIBLES DE PROTECCIÓN (0.5 A)
KM0	CONTACTOR DE RED
RVE	SUPERVISOR DE VOLTAJE DE RED
K0	CONTACTO ABIERTO DE RELE AUXILIAR
SV	SELECTOR DE VOLTÍMETRO

KM1	CONTACTOR DE GENERADOR
RVG	SUPERVISOR DE VOLTAJE DE GENERADOR
K2	CONTACTO ABIERTO DE RELE AUXILIAR
H2	LUZ PILOTO CONTACTOR DE GENERADOR
F4,F5,F6	FUSIBLES DE PROTECCIÓN (0.5 A)

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	
CIRCUITO DE CONTROL Y FUERZA	
ESFOT	Lamina 1

Fig. 3.2. Circuitos de control y Fuerza del Tablero de Transferencia Automática

3.3. DIAGRAMAS DEL CABLEADO DE CONTROL Y FUERZA DEL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA.

3.3.1. DESCRIPCION DE LOS RELES A UTILIZARSE

A continuación se detalla a los reles auxiliares de control que se utilizan, los cuales controlan a los distintos elementos que son:

- KO Rele para el activar el contactor trifásico de empresa eléctrica.
- K1 Rele para el activar el contactor trifásico de generador.
- K2 Rele para activar falla de no encendido.
- K3 Rele para activar el arranque del generador.

Estos reles son de dos polos cuya bobina trabaja con 24 VDC, a través de los contactos de ellos circulan una determinada corriente que hará actuar a los distintos elementos de la transferencia automática de energía.

Estos reles son utilizados para proteger las salidas digitales del PLC y de la misma manera para elevar el tiempo de vida útil, puesto que la corriente que circula por las salidas digitales será solamente la necesaria para controlar a los reles, de diferente manera sucedería si se maneja directamente a las distintas cargas e inclusive si existiera algún corto circuito en el tablero, la parte mas afectada seria el contacto del rele y no la salida del PLC, es mucho mas fácil y menos costoso reemplazar un rele que un Programador Lógico Controlable.

3.3.2. DIAGRAMA DE LA FUENTE PARA SALIDAS DEL PLC

En la figura 3.3, lamina 2 se presenta el diagrama de la fuente de alimentación para el activar las salidas del PLC, esta fuente esta compuesta por un transformador monofasico cuyo voltaje primario es 120 VAC y en el secundario tiene 24 VAC, La salida de 24 VAC es rectificadora para obtener una fuente de corriente continua de 24V necesaria para poder polarizar al controlador.

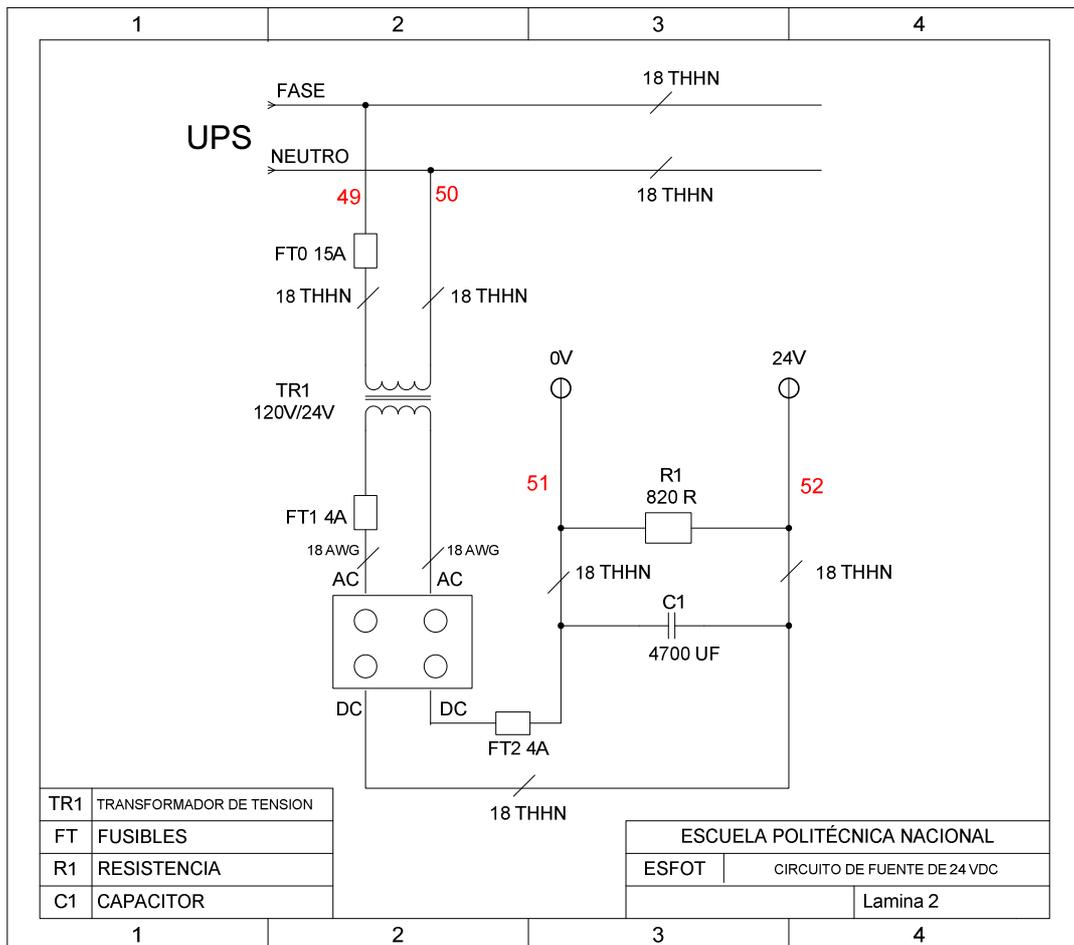


Fig. 3.3 Fuente para polarización de salidas del PLC.

3.3.3. ALIMENTACION DEL CONTROLADOR

Debido que el controlador es un dispositivo delicado, se considera que la alimentación debe ser muy importante para que no existan fallos cuando este comience a trabajar.

El PLC es alimentado con un voltaje alterno que oscila entre 110 y 120 VAC con una frecuencia de de 60 Hz. y además debe ser conectado a tierra, como se observa en la figura 3.4.

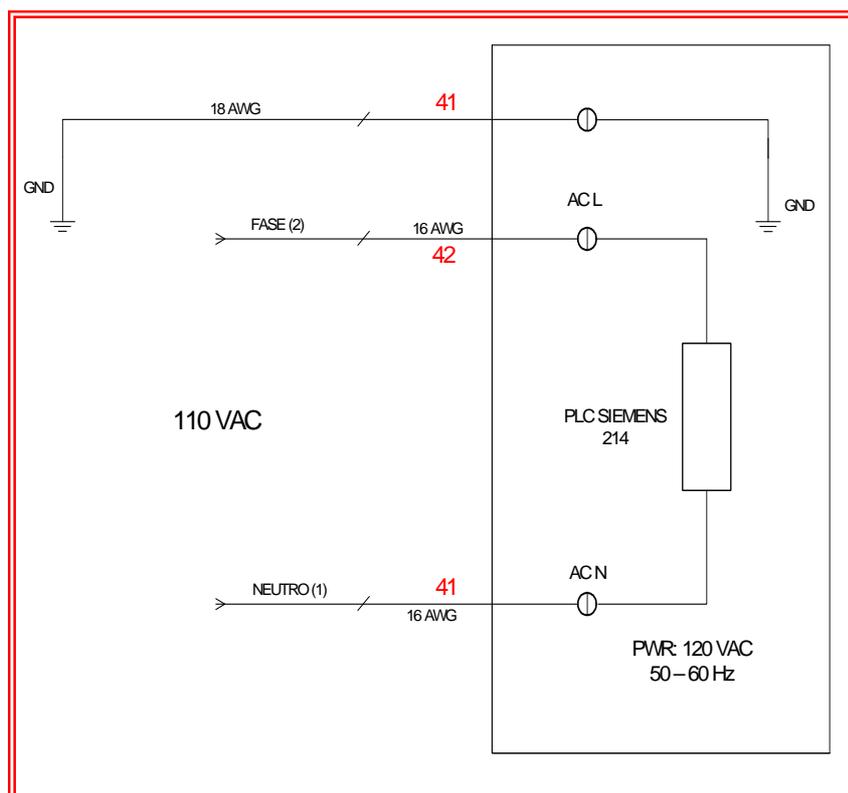


Fig. 3.4. Alimentación del Controlador

3.3.4. ENTRADAS DIGITALES DEL CONTROLADOR

Las entradas que llegan al PLC provienen desde los supervisores de voltaje tanto del generador como de la red, de los interruptores preselectores rotatorios del tablero y contactos de relés.

Todos estos son dispositivos discretos que proporcionan un estado On u Off al controlador

Las entradas digitales son configuradas de la manera indicada en la Fig. 3.5, lamina 3, a las entradas se conecta 0 VDC, siendo los 24 VDC el punto común para el grupo de las entradas utilizadas.

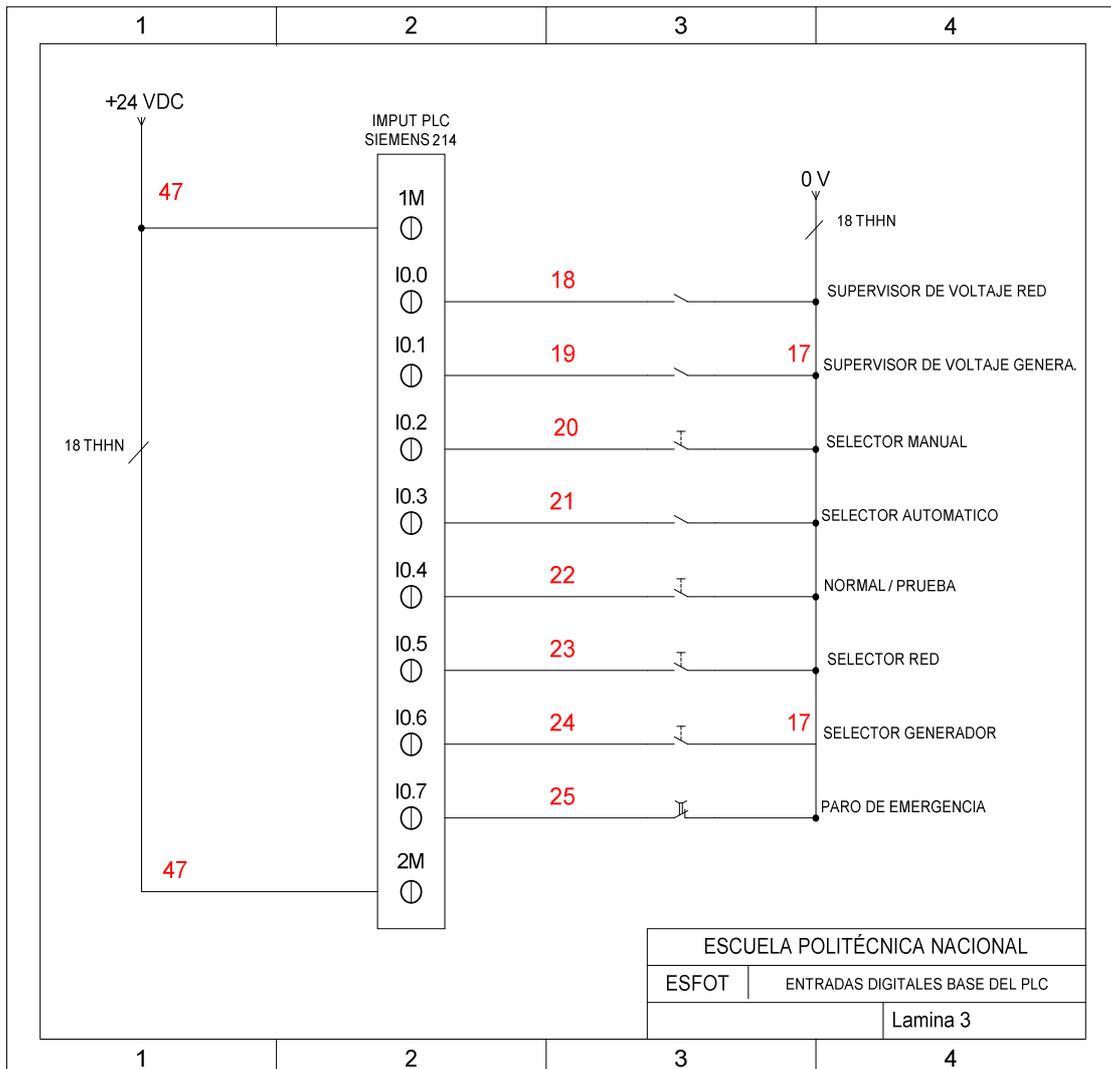


Fig. 3.5. Entradas digitales base del PLC

3.3.5. DIAGRAMA DE SALIDAS DEL PLC

El control de la Transferencia Automática de energía es realizada por el PLC, por lo que las señales de salida pasan por los relés auxiliares K0, K1, K2 y K3 como ya se indicó anteriormente, estos componentes se encuentran conectados a los terminales de salida del controlador como se observa en la figura 3.6, lamina 4.

Las salidas digitales del Controlador son de tipo relé. El punto común con los elementos de control (luces pilotos y relés) es cero voltios, mientras que las

salidas del PLC es de 24 VDC completando el circuito con dichos componentes.

Los relés auxiliares luego de recibir la señal del PLC comandaran el circuito de fuerza para la realizar la transferencia de energía.

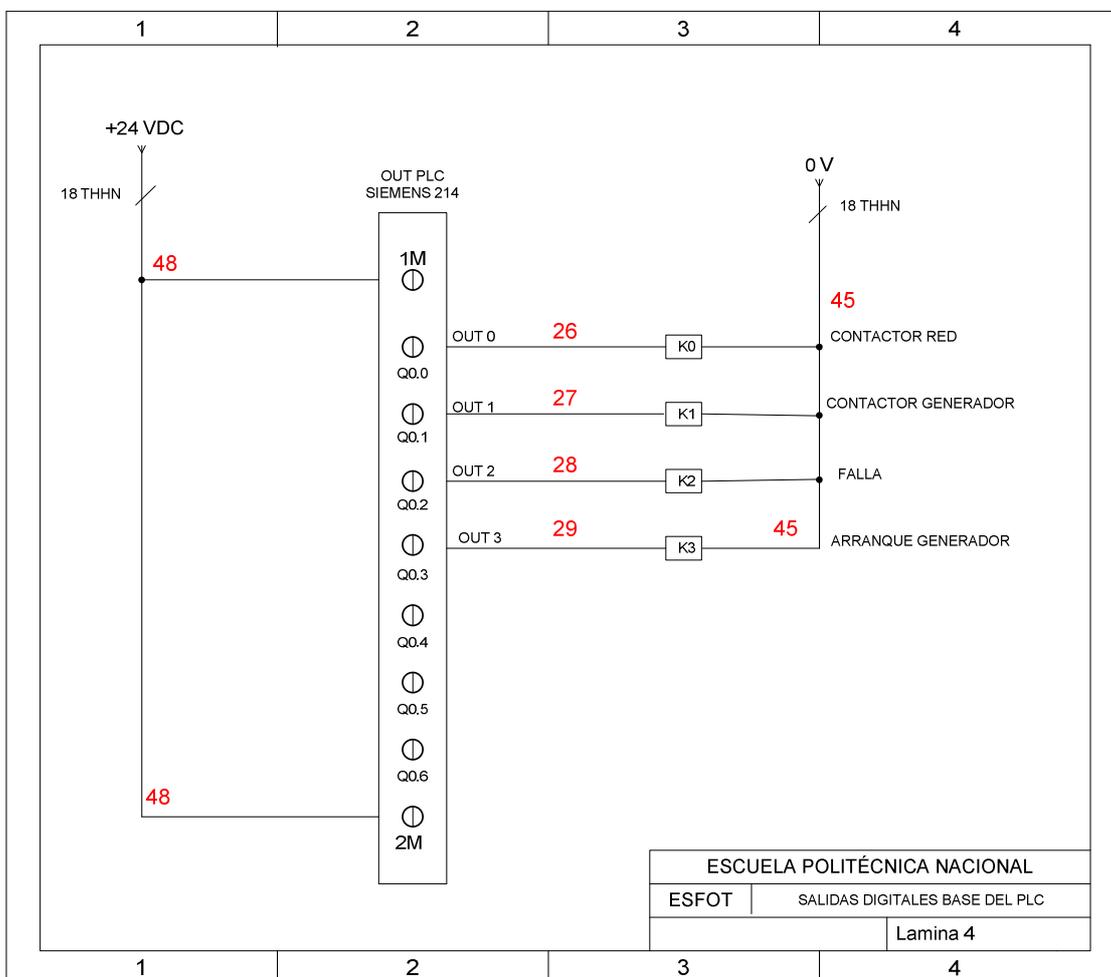


Fig. 3.6. Salidas Digitales – Base del PLC

3.3.6. DIAGRAMA DE CONTROL DE LA RED PRINCIPAL

En la figura 3.7, lamina 5 indica cual es el rele auxiliar que se activara por la salida del PLC (Q0.0), el cual gobernara al contactor de fuerza de la red para realizar la Transferencia de energía.

El contactor tiene una luz piloto H1 que indicara el accionamiento del mismo, o sea cuando este proporcionando energía la Empresa Eléctrica.

La bobina del contactor trabaja con una tensión de 220 VAC.

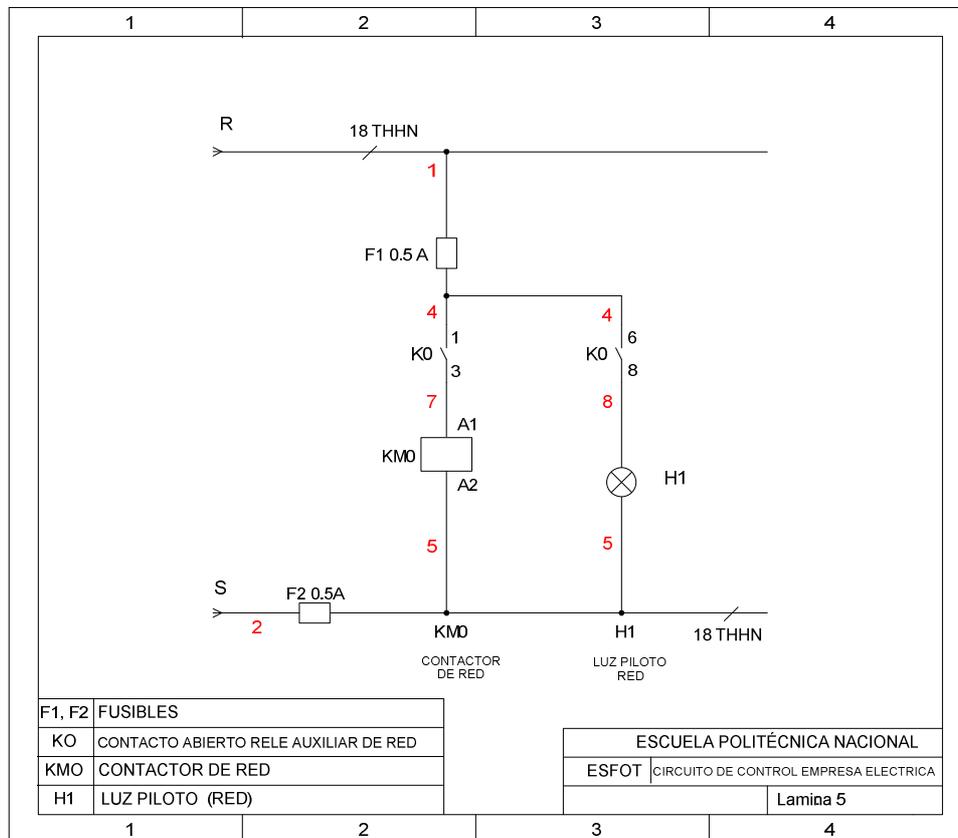


Fig. 3.7 Circuito de control para el contactor de red.

3.3.7. DIAGRAMA DE CONTROL DEL GRUPO ELECTROGENO

En la figura 3.8, lamina 6 indica el rele auxiliar que se activara por la salida del PLC (Q0.1), comandara al contactor de fuerza del sistema de emergencia para realizar la Transferencia de energía, la luz piloto H2 que indicara el accionamiento del mismo.

Cuando H2 este se encendida revelara que el grupo de emergencia esta en funcionamiento, siendo esta caso solo se podrá utilizar las cargas requeridas o indispensables, ya que como se dijo en anteriores capítulos, los sistemas de emergencia no proporcionan la potencia necesaria para suministrar el 100% del servicio requerido.

La bobina del contactor trabaja con una tensión de 220 VAC.

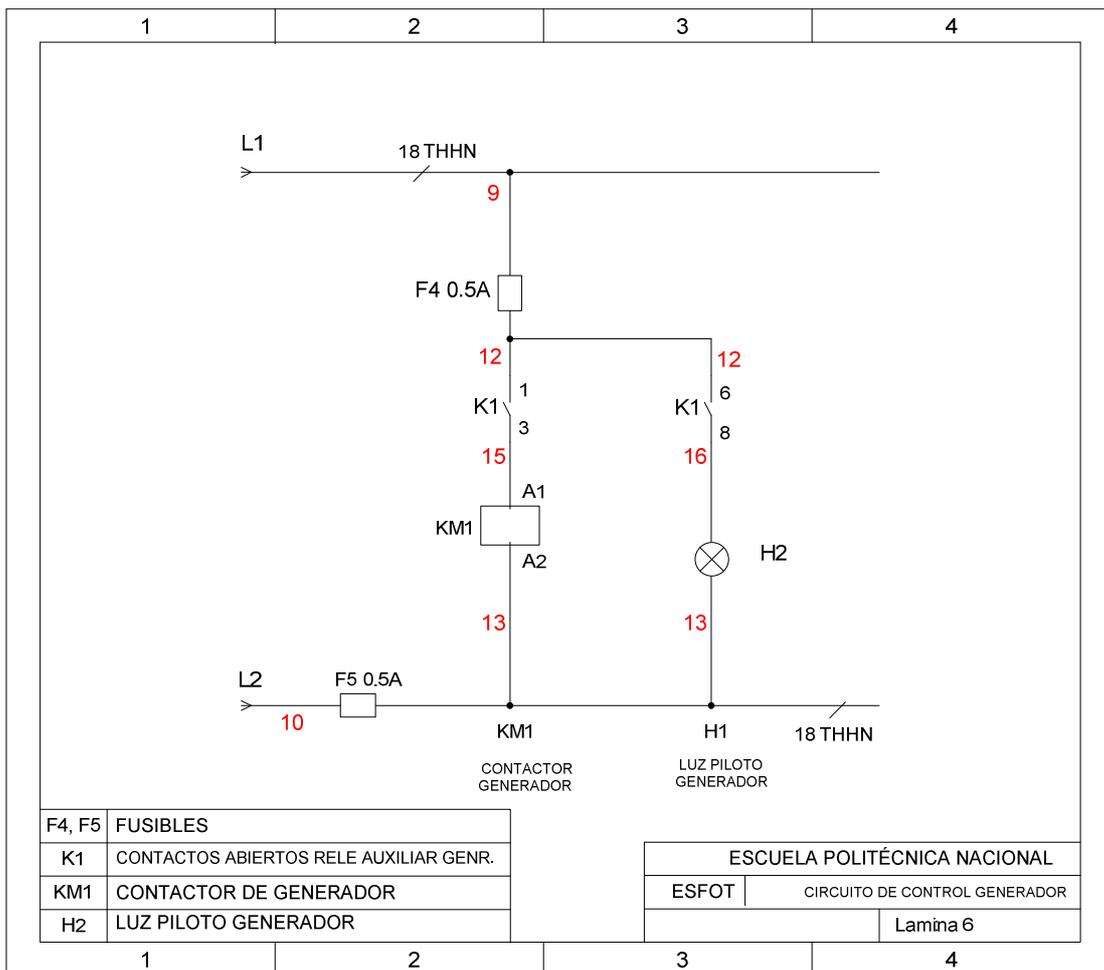


Fig. 3.8. Circuito de control para el contactor de generador.

3.3.8. DIAGRAMA DE CONTROL DE FALLA DEL GENERADOR

En la figura 3.9, lamina 7, se indica la salida del controlador (Q0.3) que activa un rele auxiliar K2 para indicar el bloqueo del sistema de emergencia, una vez que no se ha puesto en marcha luego del tiempo establecido.

Cuando esto suceda H3 se enciende, indicando la falla de no encendido del generador.

De acuerdo a la programación del PLC esta salida se activa cuando luego de una secuencia de cuatro intentos de no entrar a funcionar el grupo emergencia, o sea que el generador no arranque.

Adicional a esto cuando falla el sistema, el tablero no realiza la transferencia hasta que se determine la falla que causo el problema.

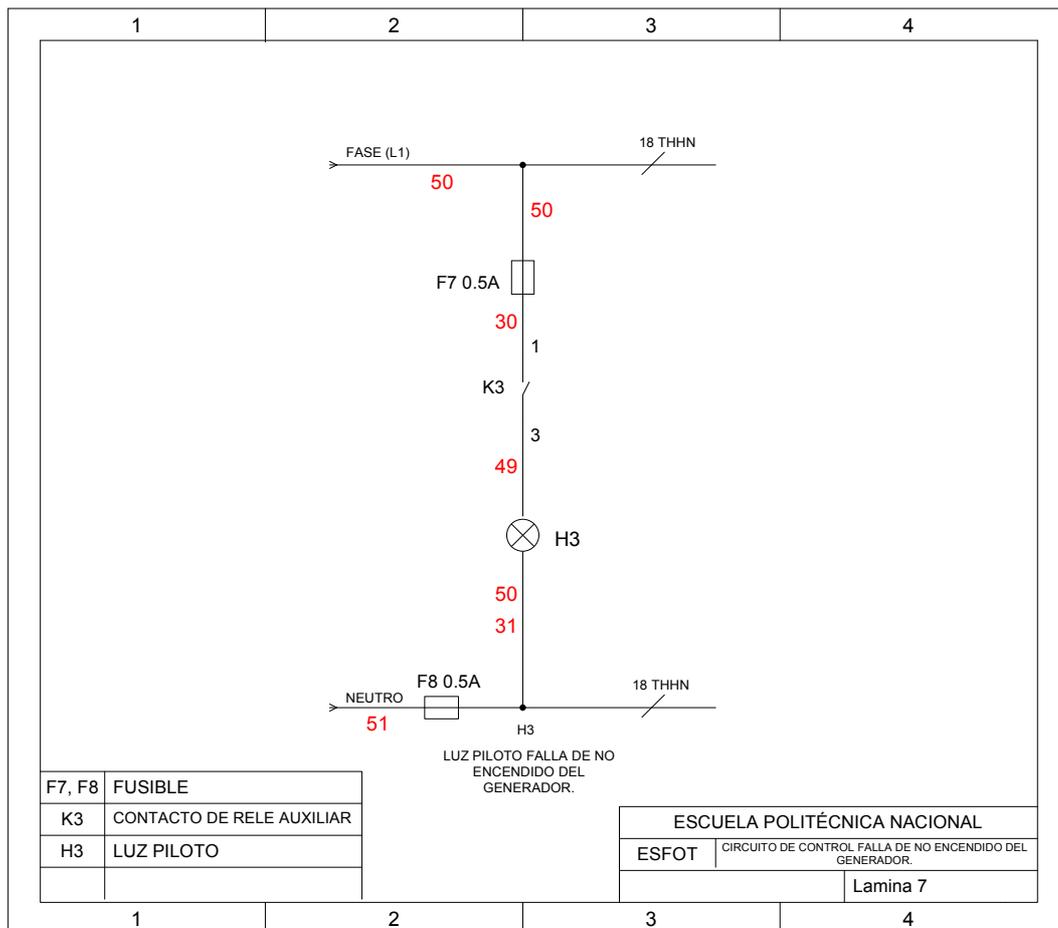


Fig. 3.9. Circuito de Bloqueo del Grupo

3.3.9. DIAGRAMA DE ENCENDIDO DEL GENERADOR

En la figura 3.10, lamina 8, indica el control de encendido del sistema de emergencia, muestra que el rele K3 se activara cuando venga la tensión desde los dos puntos de la bornera, ya que a aquí esta conectado la salida del PLC para que active dicho rele.

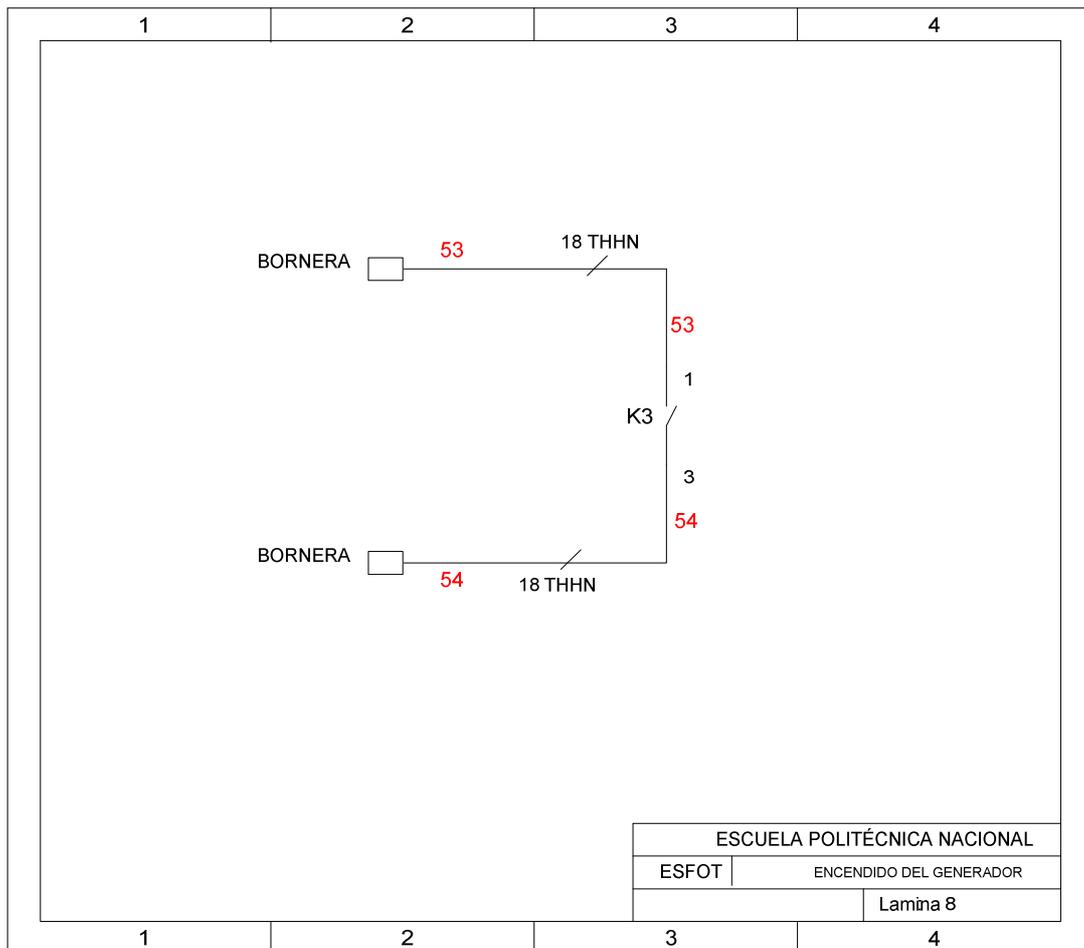


Fig. 3.10. Encendido del generador

3.3.10. CIRCUITO DE FUERZA

El circuito de fuerza para la Transferencia Automática de energía se indica en la figura 3.11, lamina 9, tiene dos contactores, (KM0, KM1), marca GMC 125A, 40Hp, 110/240 V, las conexiones de la parte de fuerza son realizadas con un cable 4 AWG que tiene una capacidad de conducción de 100A, según la tabla de conducción del anexo 3.

El diagrama de fuerza, muestra en detalle el cableado que llegara a la carga y como están dispuestos los dispositivos para realizar la transferencia luego de que han recibido las respectivas señales de los circuitos de control.

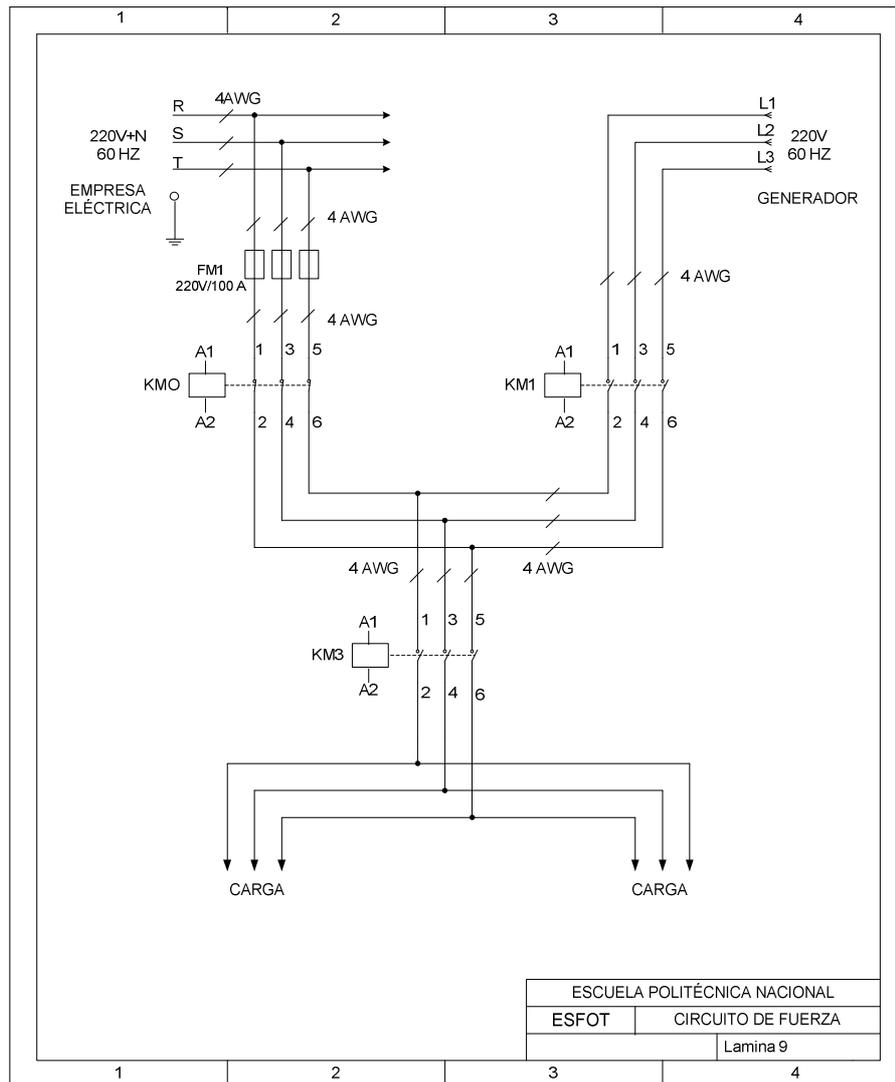


Fig. 3.11 Circuito de Fuerza

3.4. DISTRIBUCION DEL CIRCUITO DE CONTROL Y FUERZA.

3.4.1. CABLEADO

Un gabinete metálico se encarga de contener, el circuito de control y fuerza, así como también todos los elementos necesarios para realizar la transferencia automática. Se debe asegurar que no exista ningún cableado accidental entre los circuitos, en las figuras 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 y 3.17 se puede observar la distribución de los dispositivos. Para el circuito de control se utiliza cable de señal # 18 THHN, para el de fuerza cable 4 AWG.

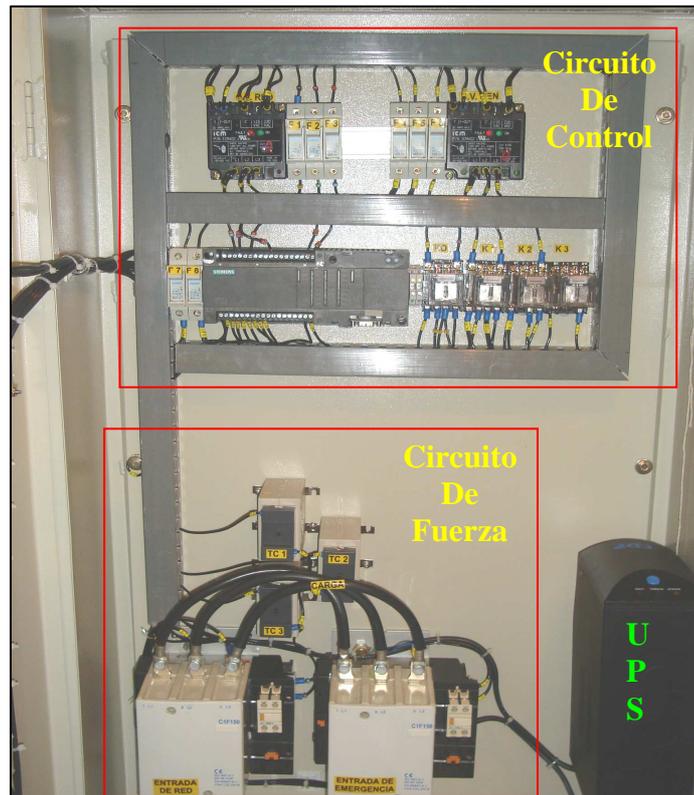


Fig. 3.12 Circuitos de control y fuerza

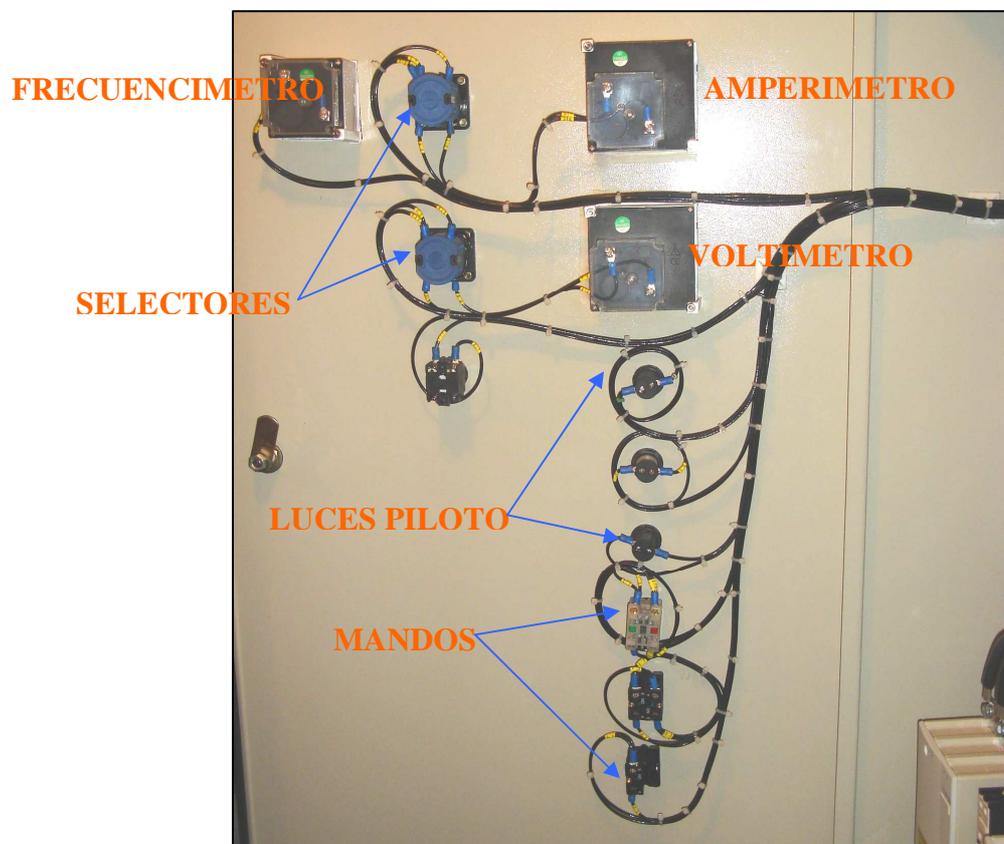


Fig. 3.13. Cableado de control de los selectores y dispositivos

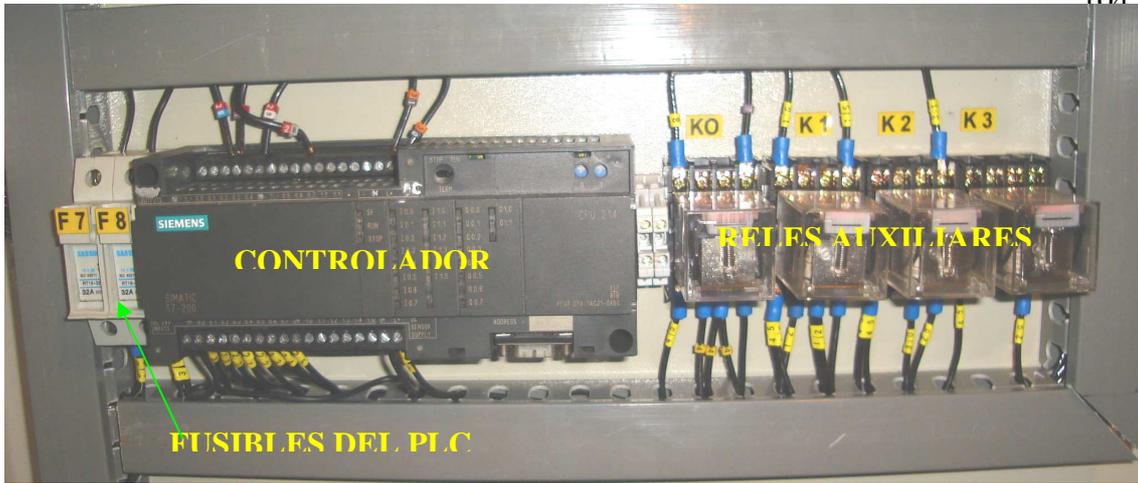


Fig. 3.14. Cableado Relés auxiliares y controlador

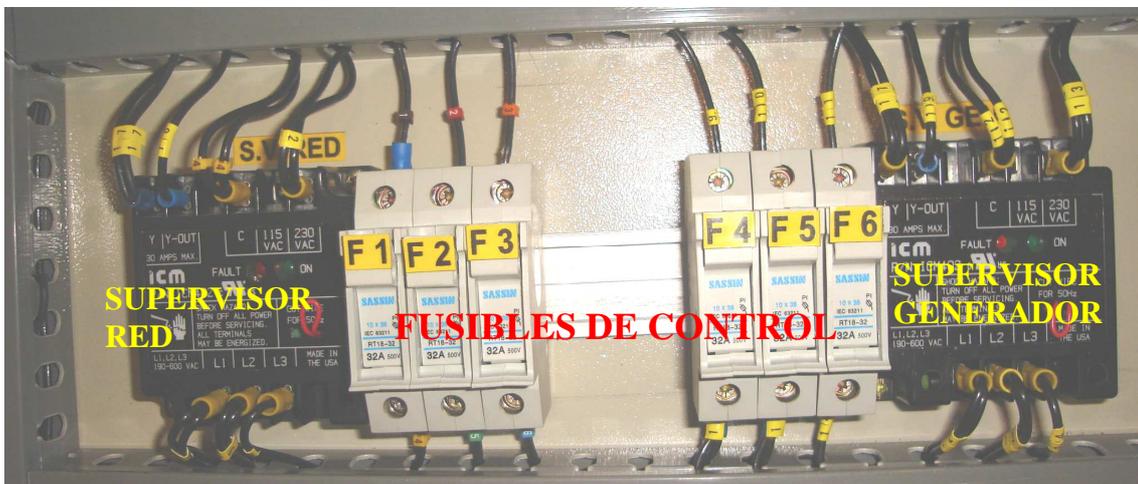


Fig. 3.15. Circuito de supervisores y fusibles

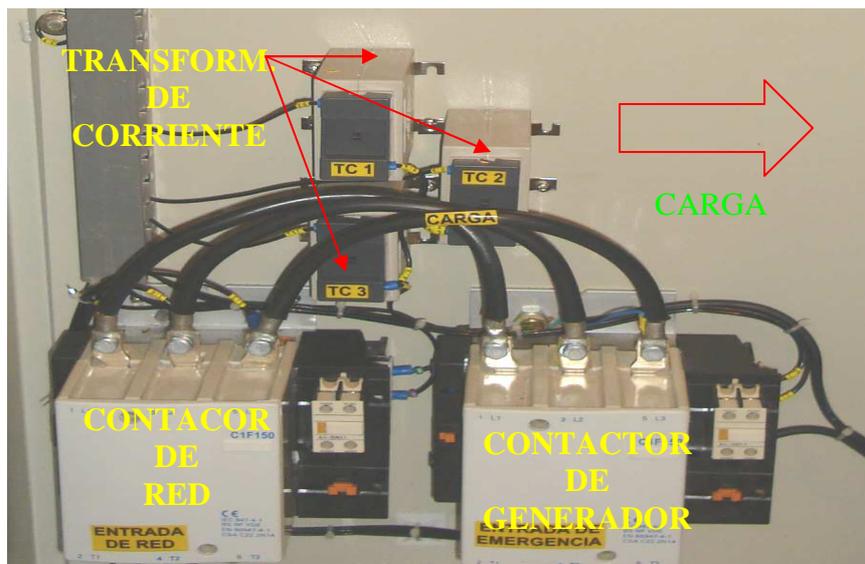


Fig. 3.16. Circuito de fuerza

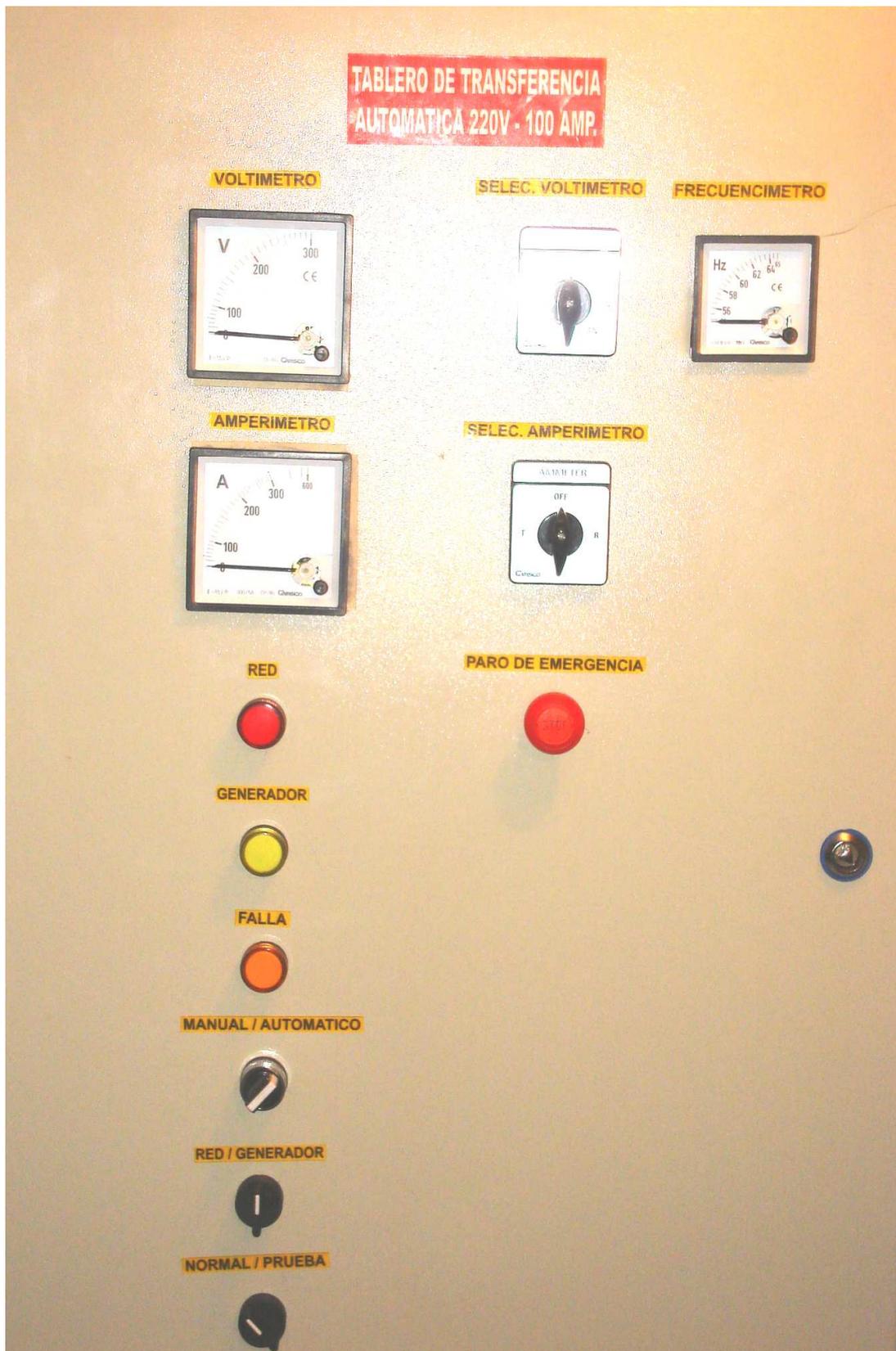


Fig. 3.17. Panel frontal del tablero de transferencia automática

3.4.2. CARACTERISTICAS DEL TABLERO DE CONTROL

Para explicar las características del tablero se va a tomar en cuenta las figuras 3.12, a la figura 3.17.

El tablero esta provisto para trabajar de acuerdo a las necesidades del grupo de emergencia (50 a 75 KV_a).

Esta diseñado, para monitoreo y control de las funciones del grupo de emergencia y la red de distribución principal.

- Tiene operación automática, manual, parada, prueba, medición analógica de corriente y tensión con selector (fase/fase-fase/neutro), botón manual de paro de emergencia tipo hongo, protección por sobrevoltaje.
- Esta completamente bien cerrado para protección del polvo y humedad en el cableado dentro del tablero.
- Incluye el software de monitoreo y control a distancia, desde una PC.
- El interruptor de transferencia automática es de 100 amperios, 220 voltios AC, un interruptor totalmente encerrado.
- El cableado esta numerado para una fácil identificación.
- La lógica de programación esta a través del PLC dispuesto con el software requerido.
- La puerta del tablero esta con empaque, bisagra y cerradura.
- Conectores sin soldadura para los cables de la fuente normal (red), cables de la fuente de emergencia, cables de la carga.
- El manejo de potencia se realiza a través de contactor o “breaker”

- El monitoreo de voltaje para cada fase de la red (protección total), es ajustable del 70 al 90%.
- Voltaje de la fuente de emergencia a la transferencia, 70 a 90% del voltaje nominal.
- Tiempo de retardo, arranque del motor 5 segundos.
- Temporizador del enfriamiento del motor de 4 a 5 minutos.
- Tiempo de retardo, transferencia de la red a la fuente de emergencia, 5 segundos.
- Tres luces piloto en la parte frontal de la cabina que indican, Red, Generador, Falla.
- El cableado interno con alambre # 18 THHN hacia el control y # 4 AWG para el de fuerza, fusibles, portafusibles, PLC, UPS, fuente.
- En el interruptor de transferencia los 3 cables de fases se conectarán a los tres bornes del contactor de emergencia, el hilo de neutro al borne de neutro y el hilo de tierra al borne de tierra, que están dentro del gabinete.

Los trabajos eléctricos que se realicen no deben afectar el normal funcionamiento de el o los usuarios, por lo aquellas labores que afecten el normal funcionamiento, deben coordinarse previamente y realizarse en horas no hábiles o en fin de semana.

CAPITULO IV

ANALISIS Y PRUEBAS

4.1. USO DEL GRUPO DE EMERGENCIA

En el servicio de conmutación, normalmente la red alimenta directamente a los consumos y el grupo electrógeno se encuentra desconectado de los mismos. Cuando se interrumpe el suministro, se utilizan sistemas auxiliares basados en baterías que mantienen el suministro durante la puesta en marcha del grupo.

El uso de grupos electrógenos con transferencia automática se centra especialmente en lugares como:

- ❖ Industrias.
- ❖ Petroleras.
- ❖ Servicios petroleros.
- ❖ Edificios.
- ❖ Construcción.
- ❖ Centros de salud.
- ❖ Telecomunicaciones.
- ❖ Agroindustria, etc.

4.2. PRUEBAS EN EL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE ENERGIA

Para realizar las pruebas del tablero de transferencia automática se ve a dividir en cuatro grupos que son:

1. Maniobra Automática.
2. Maniobra Manual.
3. Operación Manual/Prueba.
4. Paro de Emergencia.

4.2.1. MANIOBRA AUTOMATICA.

Una vez que se ha energizado la red principal o entrada de la Empresa Eléctrica, se procede hacer lo siguiente:

- Medir voltaje de entrada de las tres fases
- Chequear secuencia con el secuencímetro.
- Se cierra los fusibles de control, verificar voltaje a la salida de estos.
- Medir voltaje en el supervisor de red RVE, dará una luz de señalización indicando que esta en secuencia las tres fases.
- Cerrar los fusibles del UPS y medir voltaje a la entrada.
- Encender el PLC cerrando los fusibles de protección diseñados para este controlador.
- Verificar que el paro de emergencia este desconectado.
- En el panel frontal escoger el selector de dos posiciones (Manual/Automático) y poner en modo automático.
- Selector tres posiciones Red/Generador en posición stop (mitad).
- Selector dos posiciones Normal/Prueba en normal.
- Chequear la luz de señal de Empresa Eléctrica este energizado.
- Se energiza el rele auxiliar K0 y seguidamente su contacto cerrara al contactor de Empresa Eléctrica.
- Verificar el voltaje de salida con el selector de voltímetro.
- Poniendo los tres fusibles F1, F2 y F3 en posición "Off", se simulara que la red principal esta sin servicio.
- Enseguida se desconecta el contactor de red KM0.
- Se espera de 5 a 10 segundos y el grupo electrógeno se enciende.

El generador tiene un precalentamiento de 30 segundos.

Chequear que exista voltaje a la entrada de los fusibles F4, F5 y F6, así como frecuencia y voltaje del generador.

Se cierra los fusibles F4, F5 y F6, y comprobar voltaje a la salida.

Estando en condiciones nominales con la luz indicadora del supervisor de voltaje del generador RVG, luego de 10 segundos se cerrara el contactor de emergencia KM1.

Medir voltaje en la carga y verificar la secuencia con el voltímetro y secuencímetro respectivamente.

Con el selector de voltímetro se comprueba el voltaje y se observa que se tenga 60Hz en el panel del tablero.

Por ultimo se regresa la energía de la red principal, luego de 3 segundos se desconecta el contactor de emergencia KM1 y 2 segundos inmediatamente se conecta el contador de empresa eléctrica KM0.

Se esperara 4 minutos que trabaje el generador en vacío sin carga para que se apague, una de las condiciones recomendables para la vida útil del mismo.

4.2.2. MANIOBRA MANUAL

- Selector dos posiciones Manual/Automático en manual.
- Suponer que se tiene energía de la red principal y generador.
- Con el selector Red o Generador se escoge la opción de energizar o enclavar el contactor de red o el contactor de emergencia.

4.2.3. OPERACIÓN NORMAL/PRUEBA

- Selector Manual/Automático en automático.
- Selector Red/Generador en posición Stop.

- Selector Normal/Prueba en prueba, luego de 5 segundos se enciende el generador.
- Al momento el rele K0 se desconecta y contactor de red se desenchava.
- El contactor de generador deja de trabajar y luego de 7 segundos se cierra KM1.
- Finalmente se gira el selector Normal /Prueba a normal, luego de 30 KM1 deja de trabajar, 2 segundos después KM0 se conecta, para posteriormente 5 minutos detrás se apagara el generador.

4.2.4. PARO DE EMERGENCIA

El pulsador paro de emergencia es una de las operaciones fundamentales que trabaja tanto en manual como automático, haciendo un paro total sin importar las condiciones en la que este ese momento que puede ser Empresa Eléctrica o Generador.

4.3. ARRANQUE Y PRUEBA DEL GENERADOR

Con el sistema de emergencia y tablero de control conectados junto con la red, se realiza lo siguiente:

- Verificar que el equipo está instalado apropiadamente.
- Examinar todos los dispositivos auxiliares para una adecuada operación, Prueba de los dispositivos de seguridad e interrupción para una operación y advertencia apropiados.
- Verificar los niveles de todos los fluidos.
- Arrancar el motor y examinar el sistema de escape, el aceite, fugas de combustible, vibraciones, etc.

- Conectar el generador para obtener la carga y verificar que el generador arrancará y trabajará con todas las cargas designadas.

- Observar y registrar los siguientes datos a intervalos de 15 minutos:
 - Horas de servicio.
 - Voltios AC - en todas las fases.
 - Amperios AC - en todas las fases.
 - Frecuencia.

4.4. MANTENIMIENTO

Dadas las características de las nuevas tecnologías para la producción, es imposible prescindir de una planta de emergencia, por lo mismo es de vital importancia mantenerlas en buen estado. Revisando mensualmente los parámetros de sus más importantes componentes podemos asegurar la operación de este tipo de equipos; verificar los niveles de aceite, líquido refrigerante, electrolito de las baterías y combustible, así como la tensión de las bandas y temperatura de la máquina son algunos de los puntos que no se pueden pasar por alto. También es necesario revisar el tablero de transferencia chequeando voltajes de señalización y lámparas indicadoras, realizando pruebas en vacío.

PERSONAL DE MANTENIMIENTO

La persona o personal de mantenimiento debe tener el conocimiento tanto para la manipulación del sistema de emergencia como para el tablero de transferencia que incluye el software de monitoreo y control

4.4.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Mantenimiento Preventivo.- Es una técnica de dirección que provee los medios para la conservación de los elementos físicos de una empresa, sitio o lugar que posea maquinas o herramientas, en condiciones de operar con una máxima eficiencia, seguridad y economía. Este se sustenta en el análisis previo de la información técnica, características, inspecciones, experiencia y factores que afectan a la operación y servicio de los equipos; a partir de ello se planifican y programan las actividades rutinarias de mantenimiento.

Agrupar todas las tareas de al planificaron, ejecución y control de los trabajos mecánicos, eléctricos y misceláneos que se realizan a los equipos en funcionamiento necesarios para evitar hasta donde sea posible los daños y situaciones imprevistas.

4.4.1.1. Mantenimiento del Tablero de Control

- Chequear y ajustar pernos de conexiones de entradas y salidas.
- Vigilar voltaje de UPS y ajuste de terminales.
- Comprobar voltajes, corrientes de los circuitos de control y fuerza.
- Verificar el correcto funcionamiento de la fuente de corriente continua.
- Se controlara el normal funcionamiento de los instrumentos de medición.
- Se controlara la puesta a tierra efectuando las tareas de apriete si fuera necesario.

- Se probaran las alarmas y paradas de seguridad del equipo incluyendo pruebas con motor en marcha.

Se debe realizar una prueba del estado del sistema Grupo-Tablero de Transferencia, sin interferir en el normal desarrollo de las tareas de los usuarios.

4.4.1.2. Mantenimiento del Motor Impulsor

- Se controlara la cantidad y se completara el nivel de aceite lubricante de ser necesario.
- Se controlara la cantidad y se completara el nivel de liquido refrigerante de ser necesario.
- Se controlara la densidad y se completara el nivel de electrolito de baterías de ser necesario.
- Se limpiaran y apretaran los terminales de las baterías.
- Se controlara el normal funcionamiento del cargador estático de baterías y su alimentación.
- Se controlara y tensaran las correas del motor.
- Se controlara y ajustaran las mangueras del motor.
- Se verificara la no existencia de perdidas de aceite, combustible y agua.
- Se verificara la limpieza exterior del intercambiador de calor para asegurar la correcta disipación del mismo.
- Se controlara el normal funcionamiento del precalentador de agua del motor.

4.4.1.3. Mantenimiento del Alternador

- Se engrasaran los rodamientos del alternador.
- Se controlara la T^o de rodamientos con la unidad en funcionamiento.
- Se controlara la no existencia de ruidos y vibraciones con el generador en funcionamiento.
- Se controlara el correcto apriete de borneras y cables de potencia a nivel de salida del generador.
- Se verificara con un voltímetro la V de salida.

ENSAYOS

Una vez que las tareas descritas en el punto anterior estén concluidas, se procederá a la verificación operativa del grupo procediendo a efectuar:

- Control de transferencia automática con corte real de suministro de energía de red.
- Prueba de carga (si la operatividad de la instalación lo permite)
- Se verificara la no existencia de vibraciones en todo el conjunto.
- Se verificara la no existencia de pérdidas de aceite, combustible y líquido refrigerante.

4.4.2. TABLA DE MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO

En la siguiente tabla se observa el tiempo en el cual se debe realizar un mantenimiento del sistema de emergencia ya sea que se determine en horas o en años.

DETALLE	TIEMPO		
	HORA	MESES	AÑOS
Cambio de aceite	300	3	
Cambio del filtro de aceite	300	3	
Cambio filtro y separador de agua del combustible	250		1
Revisión tanque de Combustible	Diariamente revisar el nivel		
Limpieza del tanque combustible	60		
Inspección mangueras flexibles y líneas de combustible	500		1
Reemplazo de mangueras y líneas de combustible			5
Inspección conexiones de escape por ruidos o fugas	Inspeccionar frecuentemente		
Revisión de la gravedad de la batería	150		
Mantenimiento de los terminales y comprobación del funcionamiento del alternador para cargar la batería	De 250a 700 horas		
Cambio filtros de aire	600		1
Cambio de correas de transmisión	250		
Revisión del nivel del refrigerante	Revisar diariamente		
Reemplazo del líquido refrigerante	200		1
Limpieza del sistema de refrigeración	400		2
Revisión del termostato y cambio de sellos	600		
Revisión buen funcionamiento del paro de emergencia	500		1
Revisión de los inyectores y sincronización del motor	5000 horas		

4.5. CONCLUSIONES

Para especificar la potencia nominal de un grupo electrógeno se considera la potencia eléctrica aparente entregada por el generador, medida habitualmente en kVA, mientras que la potencia del motor térmico se expresa en kW.

Los grupos electrógenos portátiles de baja potencia se accionan con motores Otto, mientras que los de potencias superiores a los 5 kVA se suelen equipar con motores Diesel (en algunos casos sobrealimentados), reservándose el uso de turbinas de gas para las unidades mas grandes.

La refrigeración directa con aire se emplea en motores Diesel con potencias de hasta 200 kW y la cantidad de aire de refrigeración ronda los 70 m³ / kWh. Los motores refrigerados por agua generalmente están provistos de radiadores de panal con ventiladores para servicio estacionario (que resultan mucho mayores que los correspondientes a los automóviles) o de un sistema de refrigeración mediante intercambiadores de calor.

Por lo general se suministran grupos electrógenos completos para potencias de hasta 3500 kVA aproximadamente. Si la demanda de potencia es mayor, se pueden emplear varios grupos en paralelo.

Como los grupos electrógenos deben estar siempre listos para entrar en servicio, debe establecerse un adecuado plan de mantenimiento, que incluya arranques de prueba a intervalos regulares.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar los mantenimientos de acuerdo a los tiempos programados para tener un óptimo funcionamiento del sistema.
- Realizar un arranque semanal del generador por 10 minutos aunque no exista apagones por parte de la empresa eléctrica, esto para realizar un chequeo del grupo, batería, y cableados, que no exista fallas.
- Para realizar el mantenimiento en el tablero siempre desconectar la entradas de Red y de Generador.
- Los tiempos de arranque y apagado dependerán del uso en donde este aplicado, siendo q estos pueden variar ingresando al Programador Lógico Programable para la variación de dichos tiempos.
- Si existiera falla en el generador se debe dar un mantenimiento con el equipo adecuado, ya que se realizan pruebas antes de arrancar un grupo electrógeno cuando ha tenido un paro por un periodo prudencial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Morillo, José. (1647). Curso de Electrotecnia. Editorial DOSSAT. 5ª edición. Madrid.
- Jácome, Fernando. Folleto de Mantenimiento Industrial.
- Simatic, Sistema de Automatización S7 200. Manual del Sistema.
- Irving, Kosow. (1991). Máquinas eléctricas y transformadores. Editorial Prentice-Hall. México.
- Irving, Kosow. (1977). Control de máquinas eléctricas. Editorial Prentice-Hall.
- Alberto Ricardo, Gray. (1965). Maquinas eléctricas. Editorial Universitaria. Buenos Aires.
- Manual del usuario. Wonderware Factory Suite, Intouch.
- Carlos Oswaldo, Collaguazo. (2003) Edición de un Manual de Generadores con una Potencia de 20 – 2000 Kw. utilizados en la Industria. Tesis. Tlg. Electromecánica. EPN.
- Víctor Narváez, Edisón, Narváez. Diseño y construcción de un prototipo de pasteurización de leche a pequeña escala. Tesis. Ingeniería en Electrónica y Control. EPN.
- Carlos Hernán, Veles. (1977). Sistema Eléctricos de Emergencia. Tesis. Ing. Eléctrica. EPN.
- Franklin, Llumiquinga. (2006). Modernización de la Inyectora Triulzi, para la Fabricación de Manijas en la Industria Exportadora “San Pietro” S.A. Tesis. Tlg. Electromecánica. EPN.