

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

“ DISEÑO DE UN SISTEMA DE SUPERVISION ,
CONTROL Y ADQUISICION DE DATOS PARA EL
SUMINISTRO Y ADMINISTRACION DE ENERGIA
ELECTRICA EN UN EDIFICIO ”

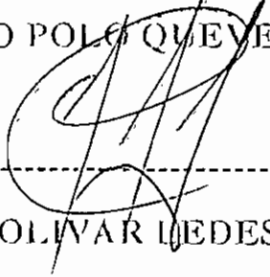
TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO
DE INGENIERO ELECTRICO EN LA
ESPECIALIZACION SISTEMAS ELECTRICOS DE
POTENCIA

MARCO POLO QUEVEDO GONZALEZ

QUITO , ABRIL , 1997



CERTIFICO QUE EL PRESENTE TRABAJO
HA SIDO REALIZADO EN SU TOTALIDAD
POR EL SEÑOR MARCO POLO QUEVEDO.



ING. BOLIVAR LEDESMA

AGRADECIMIENTO

A MIS PADRES Y HERMANOS
POR SU AMOR Y APOYO
ESPECIALMENTE A TI !MADRE QUERIDA!

DEDICATORIA

A MI FIEL Y AMADA ESPOSA, SANDRA
Y A MIS BELLOS Y ADORABLES HIJOS,
GABRIEL IGNACIO Y MARCO POLO

INDICE

CAPITULO I :

INTRODUCCION

1.1.- Antecedentes.....	1
1.2.- Objetivo.....	3
1.3.- Alcance.....	4

CAPITULO II :

PROBLEMA A SOLUCIONAR

2.1.- Planteamiento del problema.....	10
2.1.1.- Generalidades.....	10
2.1.2.- Requerimientos del Edificio.....	11
2.2.- Establecimiento de la solución	10
2.2.1.- Generalidades.....	14
2.2.2.- Distribución de Tableros.....	14
2.2.3.- Protecciones y Seccionamientos.....	19
2.2.4.- Operación del Sistema.....	25
2.2.5.- Transmisión de Datos.....	39
2.2.5.1.- Transmisión Desbalanceada.....	40
2.2.5.2.- Transmisión Balanceada (Diferencial).....	42
2.2.5.3.- Características del Standar RS-485.....	45
2.2.5.4.- Terminación de la Línea.....	46
2.2.5.5.- Razones del escogitamiento del standar RS-485.....	48

2.2.5.6.- Tipo de cable y conector.....	49
2.2.5.6.1.- Tipo de cable.....	49
2.2.5.6.2.- Tipo de conector.....	51
2.2.5.7.- Convertidor RS-232 a RS-485.....	52
2.2.5.8.- Protocolos de comunicación.....	53
2.2.6.- Componentes del Sistema de Control.....	55
2.3.- Planificación de ejecución de la solución.....	67
2.3.1.- Generalidades.....	67
2.3.2.- Especificación de funciones a desempeñar por el controlador programable y por la aplicación ha desarrollar en el software de supervisión, control y adquisición de datos.....	67
2.3.3.- Etapas del Proyecto.....	70
2.3.4.- Requerimientos Físicos.....	72

CAPITULO III :

PROGRAMACION DEL AUTOMATA PROGRAMABLE

3.1.- Características.....	75
3.1.1.- Definición.....	75
3.1.2.- Estructura de un automatismo.....	75
3.1.3.- Ventajas de la utilización del (PLC).....	78
3.1.4.- Estructura de un Autómata Programable.....	80
3.1.5.- Lenguaje de Programación.....	83
3.1.6.- Comunicación PLC (Autómata Programable) vs. PC (Computador Personal).....	91

3.1.6.1.- Función Bloque - Texto.....	93
3.1.6.2.- Como definir una tabla de datos.....	94
3.1.6.3.- Como ordenar los caracteres en una tabla.....	95
3.1.6.4.- Emisión-Recepción de mensajes.....	95
3.1.6.4.1.- Emisión.....	95
3.1.6.4.2.- Recepción.....	96
3.1.6.4.3.- Emisión-Recepción.....	97
3.2.- Estructura del programa.....	97
3.2.1.- Descripción del sistema.....	97
3.2.2.- Diagrama de Flujo del Funcionamiento del Sistema.....	104
3.3.- Ejecución de la programación.....	107
3.3.1.- Determinación del número de entradas-salidas.....	107
3.3.2.- Tamaño del Autómata Programable.....	111
3.3.3.- Distribución de entradas-salidas.....	112
3.3.4.- Programación.....	117
3.3.4.1.- Resumen de entradas-salidas.....	117
3.3.4.2.- Condiciones de entrada-salida.....	119
3.3.4.2.1.- Condiciones a la entrada.....	120
3.3.4.2.2.- Condiciones a la salida.....	121
3.3.5.- Comunicaciones PLC-PC.....	128
3.3.5.1.- Datos a intercambiar.....	128
3.3.5.2.- Protocolo de comunicaciones.....	128
3.3.5.3.- Programación de las funciones definidas por el protocolo de comunicaciones.....	129

CAPITULO IV :

PROGRAMACION DEL SOFTWARE DE SUPERVISION, CONTROL Y ADQUISICION DATOS

4.1.- Características.....	133
4.1.1.- Definición.....	143
4.1.2.- Instrumento Virtual.....	134
4.1.2.1.- Panel Frontal.....	128
4.1.2.2.- Diagrama de bloques.....	128
4.1.2.3.- Icono conector.....	128
4.1.3.- Programación del Flujo de Datos.....	136
4.1.4.- Estructura de Programación.....	137
4.1.5.- Estructura de Secuencia.....	137
4.1.6.- Compilador Gráfico.....	138
4.1.7.- Modularidad y Jerarquía.....	138
4.2.- Estructura del programa.....	139
4.2.1.- Descripción de funciones.....	139
4.2.2.- Diagramas de bloques.....	140
4.3.- Ejecución de la programación.....	142
4.3.1.- Modo de trabajar entre pantallas.....	142
4.3.2.- Definición de pantallas.....	143
4.3.2.1.- Pantalla de presentación.....	143
4.3.2.2.- Pantalla principal.....	144
4.3.2.3.- Pantalla test generadores.....	145
4.3.2.2.- Pantalla programación horarios.....	145
4.3.2.2.- Reportes.....	146

CAPITULO V :

MONTAJE , PRUEBAS Y EVALUACION TECNICA

ECONOMICA DEL DISEÑO

5.1.- Generalidades.....	149
5.2.- Montaje Experimental.....	149
5.2.1.- Entradas-Salidas a considerar.....	149
5.2.2.- Diagrama de Montaje.....	151
5.3.- Pruebas y Resultados.....	154
5.3.1.- Mediante manejo de switches físicos del montaje.....	154
5.3.1.1.- Arranque del sistema	154
5.3.1.2.- Parada de emergencia.....	154
5.3.1.3.- Corte de energía.....	155
5.3.1.4.- Bajo Nivel de combustible.....	156
5.3.1.5.- Test generador uno.....	156
5.3.1.6.- Test generador dos.....	157
5.3.1.7.- Manual.....	157
5.3.2.- Desde computador.....	157
5.3.2.1.- Monitoreo y adquisición de datos.....	157
5.3.2.2.- Test generador uno y/o dos.....	158
5.3.2.3.- Parada de emergencia.....	158
5.3.2.4.- Seteo de horarios.....	158
5.3.2.5.- Reportes.....	159
5.4.- Evaluación Económica.....	159
5.4.1.- Costo del Sistema de Control I.....	159
5.4.1.1.- Costo del Equipo y Software del Sistema de Control I.....	160

5.4.1.2.- Costo de la Programación y Puesta en Marcha del Sistema de Control I.....	161
5.4.2.- Costo del Sistema de Control II.....	161
5.4.2.1.- Costo del Equipo y Software del Sistema de Control II.....	161
5.4.2.2.- Costo de la Programación y Puesta en Marcha del Sistema de Control II.....	162
5.5.- Evaluación Técnica.....	163

CAPITULO VI :

6.1.- Conclusiones.....	165
6.2.- Recomendaciones.....	166

REFERENCIAS :

BIBLIOGRAFIA :

ANEXOS :

- Anexo 1 : Especificaciones mínimas de una Estación de Trabajo de
Tipo Industrial.
- Anexo 2 : Características del TSX17.
- Anexo 3 : Arreglos Posibles de los Autómatas.
- Anexo 4 : Demo del Labview V3.1.1.
- Anexo 5 : Listado del programa

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1.- ANTECEDENTES

Los automatismos entendiéndose a estos como un conjunto de dispositivos que sustituye las operaciones manuales para garantizar el funcionamiento de una máquina, instalación o proceso, se los puede diseñar y construir de dos maneras las cuales son :

- 1.- Con equipos cableados a base de relés, donde la organización del cableado de los constituyentes entre sí rige el funcionamiento, y
- 2.- Con equipos programados, donde el funcionamiento resulta de la programación de un constituyente previsto a este efecto (AUTOMATA PROGRAMABLE).

Al hacerlo de esta última manera, existe un sinnúmero de ventajas como son:

- Facilidad para cambios o ampliaciones futuras;
- Comunicación abierta con otros equipos;
- Almacenamiento de gran cantidad de datos;
- Adaptación a las tareas más diversas y complejas

La utilización de autómatas programables, en sí resolvió los inconvenientes que se daban al diseñar y construir automatismos en base a sistemas cableados, su única limitación consistía en que no permitía tomar acciones fuera de su programa principal en cualquier instante y tampoco se conseguía un proceso de monitoreo que sea visualizado fácilmente y ello a su vez, asociarlo a acciones de control.

Esto se ha solucionado mediante la asociación del autómata programable con modernos equipos de comunicación hombre-máquina y software de monitoreo, adquisición y análisis de datos. A este sistema, así configurado, se lo define como un SISTEMA SCADA.

El desarrollo de la microelectrónica y la informática, se ha constituido en una herramienta que está disponible, y que nos permite ofrecer una alternativa técnica moderna, para sustituir a los esquemas convencionales de control y operación.

Es por ello que al dar un vistazo al mundo de la técnica actual, vemos que ya han pasado a la historia los pupitres de mando de gran longitud, multitud de lámparas pilotos, interruptores, potenciómetros, pulsadores, etc.

Todo esto nos exige encaminarnos en las nuevas tecnologías, ya que ellas presentan un sinnúmero de ventajas, esperando ser aprovechadas lo antes posible.

1.2.- OBJETIVO

El objetivo básico es resolver un problema de Suministro y Administración de Energía Eléctrica en un Edificio, ello mediante un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

El sistema a diseñar responderá fundamentalmente a los siguientes objetivos generales:

- Ahorro de energía eléctrica;
- Disminución de la probabilidad de errores humanos en la operación del sistema de suministro eléctrico;
- Incremento en la vida útil de los equipos y accesorios del sistema eléctrico;
- Versatilidad del sistema eléctrico para readecuarse a nuevas condiciones de trabajo, mediante una fácil reprogramación;
- Concepción modular del sistema de control, tal que permita futuras ampliaciones sobre la infraestructura inicial;

1.3. - ALCANCE

El modelo de sistema de suministro eléctrico del edificio que se considerará en este trabajo, es el que se muestra en la figura # 1.1, y que se explica al detalle en el Capítulo II.

Como se puede apreciar el sistema dispone de :

- Celda de protección y seccionamiento principal en alta tensión (T-SEC/AT);
- Celda de transformación (T-TRAFO);
- Celda de protección y seccionamiento principal en baja tensión (Bp), tablero (T-SEC/BT);
- Dos celdas cada una conteniendo un sistema de transferencia automática (T-TA1) y (T-TA2);

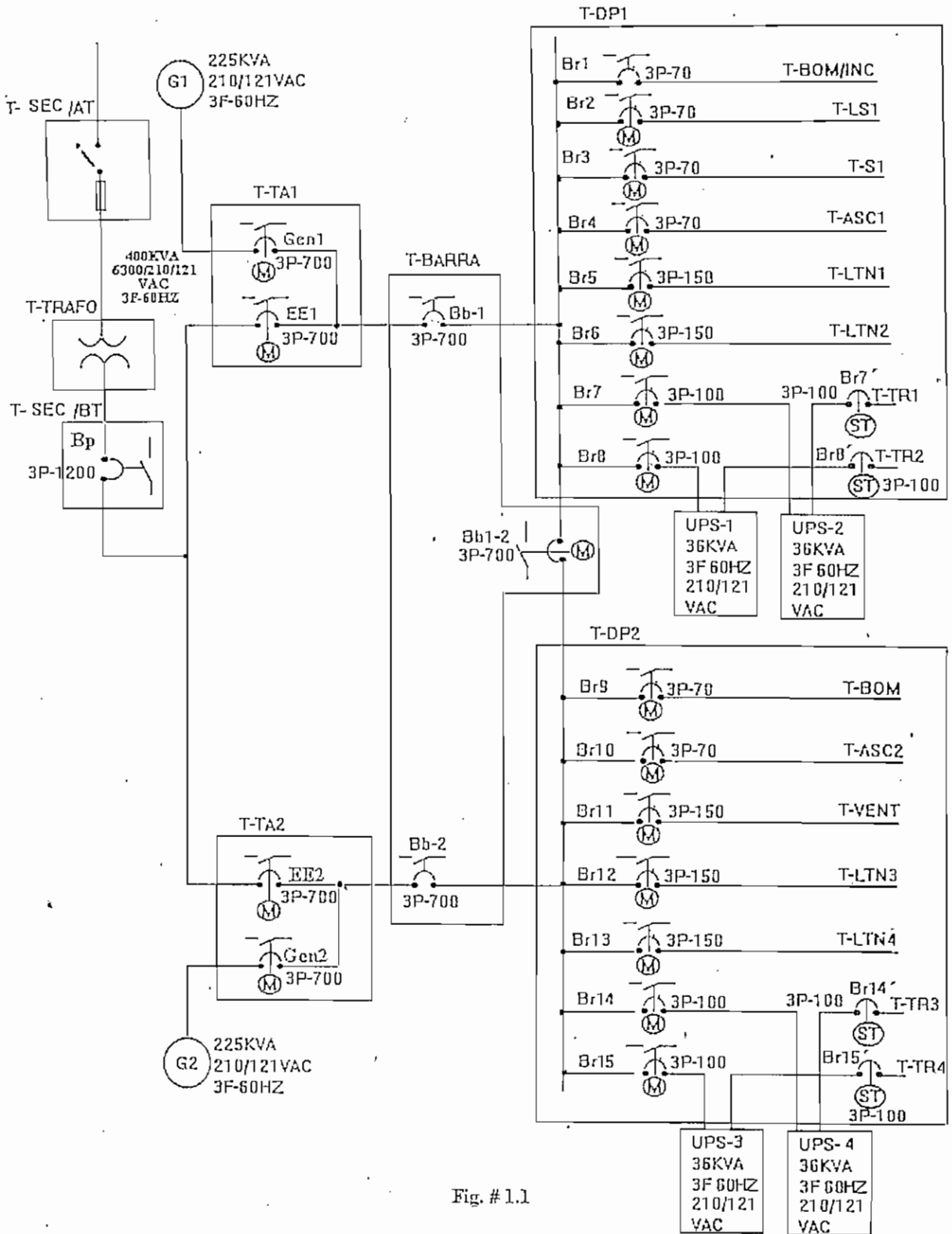


Fig. # 1.1

- Celda con protecciones de la barra 1 (Bb-1), barra 2 (Bb-2), y elemento de protección, enganche y desenganche entre barras (Bb1-2), tablero (T-BARRA);
- Dos celdas de distribución principal en baja tensión (T-DP1 y T-DP2);
- Dos generadores de emergencia (G1 y G2).

Se ha creído conveniente utilizar el esquema de doble barra, principalmente por el grado de confiabilidad que debe tener el sistema.

Por ejemplo, en el caso de que exista ausencia de la red normal de suministro y deba entrar la red de emergencia, al fallar uno de los dos generadores, bajo el esquema propuesto existirá la posibilidad de enlazar a las dos barras, y suministrar de energía eléctrica al menos a las cargas consideradas prioritarias o críticas del edificio, las cuales se alimentan desde (T-DP1) y (T-DP2).

Toda la lógica propia de los dos sistemas de transferencia, será implementada en un PLC TELEMECANIQUE TSX17. Este PLC tiene entre sus funciones la de controlar el adecuado funcionamiento de los dos generadores y energizar en vacío las barras B1 y B2.

La toma de carga, en cada generador, será secuencial para lo cual el PLC ordenará el cierre de los breakers motorizados principales de cada tablero en forma ordenada de acuerdo a una secuencia predeterminada.

El PLC se comunicará a través de un pórtico serial (norma RS-485) con un computador personal, en el cual se desarrollará un programa de monitoreo gráfico, supervisión y control, utilizando el paquete LABVIEW FOR WINDOWS de NATIONAL INSTRUMENTS. Este programa permitirá visualizar en línea, en la pantalla del computador, el diagrama unifilar del sistema y el estado real de todos los elementos de maniobra y protección.

Desde el computador se podrá acceder a menús preprogramados que incluyen:

- Prueba de generadores;
- Simulación de corte de energía;
- Energización/desenergización de tableros.

Todo ello en base a un chequeo automático de las condiciones globales del sistema y una limitación de acceso a estas funciones vía "passwords".

El programa se encargará además, de generar reportes de la actividad del sistema eléctrico, los cuales se almacenarán en el disco duro cada vez que se produzca un cambio de estado (eventos).

Para la implementación de este sistema SCADA de pequeña escala, se realizará un montaje experimental, que permita simular el sistema eléctrico, en base a interruptores y lámparas de señalización, montadas sobre una base de acrílico en la que se dispondrá del diagrama unifilar del sistema.

Las señales digitales de entrada/salida se enviarán al PLC, y este se conectará a su vez con un computador personal.

Con este montaje se realizarán las pruebas del sistema, y se podrá evaluar sus características de funcionamiento, ventajas, desventajas y limitaciones, con el fin de poder establecer conclusiones claras en cuanto a las bondades técnicas del sistema propuesto.

En resumen, el alcance de este trabajo es el siguiente:

- 1.- Establecer una descripción y conjunto de características de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA);
- 2.- Diseñar un Sistema para el Suministro y Administración de Energía Eléctrica en un edificio, en base a un Sistema SCADA;

- 3.- Construir un montaje experimental del Sistema diseñado;
- 4.- Realizar pruebas al sistema;
- 5.- Evaluar técnica y económicamente al Sistema.

Finalmente es necesario recalcar, que las condiciones propias del modelo que se ha utilizado para este trabajo, como son: carga instalada, requerimientos de energía para cargas consideradas críticas, número y potencia de UPS y generadores, son aceptadas como condiciones de diseño del edificio considerado, y por ende no es parte del alcance de este trabajo el dimensionamiento de estos equipos.

CAPITULO II

PROBLEMA A SOLUCIONAR

2.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1.- GENERALIDADES

El Sistema Eléctrico de Suministro y Administración de Energía a diseñar, corresponde al de un Edificio cuya actividad principal es de tipo bancario.

El edificio dispone de un subsuelo, planta baja y cuatro pisos tipo, con un área aproximada de 8000 m².

El tipo de cargas existentes en el edificio son :

- Tomas normales e iluminación;
- Tomas de equipos de computación y comunicación;
- Salidas de motores propios del sistema de ventilación mecánica, bombas y ascensores.

2.1.2.- REQUERIMIENTOS DEL EDIFICIO

De acuerdo a las necesidades del edificio y a las actividades que se dan al interior del mismo, el sistema de suministro y administración de energía eléctrica, debe cumplir al menos con los siguientes requerimientos:

- 1.- Garantizar un sistema eléctrico confiable y seguro;
- 2.- Asegurar que las cargas de equipos de computación y comunicación (cargas críticas), estén alimentadas en todo momento y bajo cualquier circunstancia;
- 3.- Disminuir la probabilidad de errores humanos en la operación del sistema de suministro eléctrico;
- 4.- Incrementar la vida útil de los equipos y accesorios del sistema eléctrico;
- 5.- Brindar al sistema eléctrico, facilidades para readecuarse a nuevas condiciones de trabajo.

Aparte de estos requerimientos, se dispone de la siguiente información general:

- 1.- La red aérea de alta tensión, disponible en la zona donde se ubica el edificio es 6300 V; aparte de ello y de acuerdo al requerimiento del cliente, la demanda máxima proyectada es 400KVA.
- 2.- El número total de generadores son dos, cada uno de 225KVA, trifásicos, 210/121VAC. En condiciones normales abastecen de energía a la totalidad del edificio y en el peor de los casos, es decir si uno de ellos llegase a fallar, el otro debe estar en la total capacidad de abastecer al menos a las cargas de equipos de computación y comunicación por ser consideradas cargas críticas.
- 3.- Las cargas críticas por requerimiento del edificio, deben ser totalmente respaldadas por UPS, en tal virtud, el número de UPS necesarios son cuatro, cada uno de ellos trifásico, 210/121VAC, 36 KVA.
- 4.- En lo que se refiere a los generadores, se necesita monitorear, registrar y a la vez generar reportes de los siguientes eventos:
 - Baja presión del aceite del motor;
 - Bajo nivel de combustible en tanques;

- Sobretemperatura en el motor del grupo electrógeno;
 - Cortes de energía;
 - Ejercitamientos semanales del sistema ;
 - Número de horas de funcionamiento de cada generador.
- 5.- Con el fin de ahorrar energía eléctrica, el sistema debe permitir programar el suministro, en base a un calendario y un horario prefijado de acuerdo a las necesidades dinámicamente variantes del edificio, evitando de esta forma el desperdicio debido al usual olvido de equipos encendidos y el riesgo de incendio que esto implica.
- 6.- El sistema permite optimizar el uso y operación de los equipos, ya que así por ejemplo, generará reportes en forma automática de horas de operación y con ello órdenes de mantenimiento preventivo, tendientes a prolongar la vida útil.

2.2.- ESTABLECIMIENTO DE LA SOLUCION Y OPERACION DEL SISTEMA ELECTRICO PROPUESTO .

2.2.1.- GENERALIDADES.-

En concordancia con las necesidades propias del edificio, y sus requerimientos, se ha propuesto como solución diseñar un sistema de suministro y administración de energía eléctrica, como el de la figura # 1.1.

El sistema de distribución de energía compatible con las necesidades del edificio, es un esquema de doble barra. Eso significa, que dependiendo de las circunstancias, éstas pueden o no estar unidas.

A lo largo de los siguientes ítems, se explicará al detalle el diseño tanto en sus elementos como en su operación.

2.2.2.- DISTRIBUCION DE TABLEROS

Los tableros eléctricos han sido separados en base al número de pisos del edificio, tipo de cargas a servir y horarios de suministro de energía a ser implementados.

Para el caso del subsuelo se ha visto la necesidad de utilizar dos tableros eléctricos:

- (T-S1), suministra de energía eléctrica las 24 horas, a él irán sujetas las cargas de iluminación y tomas normales, consideradas como las mínimas a funcionar, para un desenvolvimiento normal de los usuarios de los parqueaderos en horas marginales;
- (T-LS1), alimenta a las cargas de iluminación y tomas normales, que pueden salir sin menoscabo del servicio que presta en horas de poco tráfico.

En el edificio existen salidas de motores correspondientes a los sistemas de ventilación, ascensores y bombas. La disposición de tableros, para su alimentación es la siguiente:

- (T-BOM) y (T-VENT), se encargan de alimentar las salidas de motores del sistema hidrosanitario y de ventilación respectivamente;
- (T-ASC1) y (T-ASC2), abastecen de energía a cada uno de los dos ascensores existentes en el edificio.

Se efectúa la distribución de esa forma, con la finalidad de ejecutar un control horario sobre estos equipos, finalidad que se la cumple mediante la operación remota de apertura o cierre sobre los breakers motorizados que controlan estas cargas.

De acuerdo a las recomendaciones de las normas internacionales Ref.[1], la alimentación al tablero de bombas de incendios (T-BOM/INC), se lo hará con un breaker no motorizado, el cual se ubicará en el tablero de distribución (T-DP1).

En lo que se refiere a los pisos tipo, en éstos existe tres tipos de cargas claramente diferenciables: iluminación, tomas normales y tomas de equipos de computación y comunicación (cargas críticas). En función de esto se ha pensado en abastecer de energía eléctrica al piso con dos centros de carga o tableros:

- (T-LTN#) cargas de iluminación y tomas normales
- (T-TR#) cargas de equipos de computación y comunicación (cargas críticas).

Al igual que sucede en los subsuelos, el tablero (T-LTN#), será controlado, mediante conexión o desconexión de los breakers motorizados que alimentan a estas cargas, esto de acuerdo a un horario-calendario, estipulado por el cliente, estos breakers se ubicarán en los tableros de distribución principal (T-DP1) y (T-DP2), como se muestra en la figura # 1.1.

Los (T-TR#), son tableros totalmente respaldados por UPS, ésto debido a la exigencia del cliente, en el sentido de que a este tipo de cargas, no le debe faltar energía eléctrica bajo ninguna circunstancia. El número de UPS, como se dijo anteriormente es cuatro, trifásicos, 36KVA cada uno.

Esto significa que existirá un UPS por cada piso, este respaldo se da con la finalidad de no cortar el fluido eléctrico mientras se da la transferencia de la red normal a la de emergencia o viceversa. Los UPS han sido calculados para dar un respaldo de 15 minutos a plena carga.

En conclusión, los tableros eléctricos en el edificio son los siguientes:

- (T-BOM/INC), tablero a motor de la bomba de incendios (1er. Subsuelo);
- (T-S1), tablero cargas de iluminación y tomas normales, servicio 24 horas (1er. Subsuelo);
- (T-LS1), tablero cargas de iluminación y tomas normales, servicio por horario, (1er. Subsuelo);
- (T-VENT), tablero a motores del sistema de ventilación, servicio por horario, (1er. Subsuelo);

- (T-BOM), tablero a motores de bombas de agua potable y aguas negras, servicio por horario, (1er. Subsuelo);
- (T-ASC1), tablero a motor de ascensor uno, servicio por horario, (Terraza);
- (T-ASC2), tablero a motor de ascensor dos, servicio por horario, (Terraza);
- (T-LTN1), tablero cargas de iluminación y tomas normales, servicio por horario, (1er.Piso).
- (T-TR1), Tablero cargas críticas, servicio 24 horas, (1er.Piso).
- (T-LTN2), tablero cargas de iluminación y tomas normales, servicio por horario, (2do.Piso).
- (T-TR2), Tablero cargas críticas, servicio 24 horas, (2do.Piso).
- (T-LTN3), tablero cargas de iluminación y tomas normales, servicio por horario, (3er.Piso).

- (T-TR3), Tablero cargas críticas, servicio 24 horas, (3er.Piso).
- (T-LTN4), tablero cargas de iluminación y tomas normales, servicio por horario, (4to.Piso).
- (T-TR4), Tablero cargas críticas, servicio 24 horas, (4to.Piso).

Provenientes desde el tablero (T-TR1), existen dos subtableros, uno de ellos se ubica en el sitio donde se halla la subestación (ST-SUB) y el otro en el cuarto de control del edificio (ST-CC).

2.2.3.- PROTECCIONES Y SECCIONAMIENTOS

Antes de explicar los elementos de protección y seccionamiento del cual dispone el esquema planteado, es necesario describir algunas características básicas de los mismos:

Todos los breakers de este diseño son interruptores termomagnéticos del tipo caja moldeada, la capacidad de cortocircuito mínima requerida es de 25 KA, En el caso de los que son motorizados, el motor es monofásico 120VAC y su diagrama lo vemos en la figura # 2.1, Ref.[2].

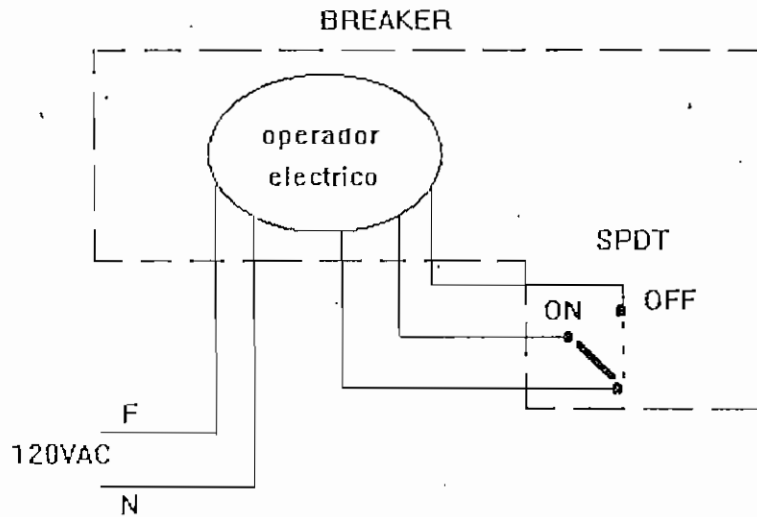


Fig. # 2.1

Todos los breakers, vienen provistos de un juego de contactos auxiliares que den una indicación externa del estado de operación. Cada juego de contactos auxiliares, cuenta con dos contactos, un contacto "A" y un contacto "B". Los contactos "A", están cerrados cuando el interruptor está cerrado, abren cuando el cortacircuito es abierto.

Los contactos "B", están abiertos cuando el cortacircuito está cerrado, cierran cuando el breaker es abierto. Estos tipos de contactos no muestran el estado de apertura del breaker, cuando éste se dispara Ref.[3].

Debido al hecho de que los contactos auxiliares, no muestran el estado del breaker cuando éste se dispara, es necesario realizar un juego de contactos que de una indicación certera del estado del cortacircuito, dicho arreglo lo podemos mirar en la figura # 2.16 correspondiente al ítem 2.2.6.

Cabe indicar, que en la misma, Ref.[3], se observa que existe un accesorio del cual puede estar provisto el breaker, denominado "Microinterruptor de Alarma", éste da una señal externa cuando el cortacircuito se dispara automáticamente, no así cuando se abre o se cierra manualmente. Esto quiere decir, que podríamos evitarnos hacer ese juego de contactos de la figura # 2.15, e ingresar dos entradas al PLC por breaker, una desde el contacto auxiliar y la otra desde el "microinterruptor". De esta forma, queda al criterio del proyectista el utilizar este aditamento o no.

Sin embargo de que no se hace ningún control de tipo horario sobre las cargas críticas, los breakers de los tableros (T-TR1, T-TR2, T-TR3, T-TR4) ubicados antes de los UPS son motorizados, mientras que los que se ubiquen después de los UPS dispondrán de una bobina de disparo (tipo shunt trip), con el propósito de que si en el edificio se da un flagelo, exista la posibilidad de abrir dichos circuitos, permitiendo de esta forma el aislamiento total de los UPS. Esta bobina de disparo de acuerdo a referencia Ref.[3], será apropiada para un voltaje de 120VAC.

Recapitulando, los elementos de protección, seccionamiento y operación son los siguientes :

- (BP), interruptor termomagnético principal, protege en baja tensión al transformador, corriente nominal 1200A, voltaje 210VAC, corriente mínima de cortocircuito 25 KA, dispone de un juego de contactos auxiliares.

- (Bb1) y (Bb2), interruptores termomagnéticos protegen a la barra uno (b1) y barra dos (b2) respectivamente, su corriente nominal 700A, voltaje 210VAC, corriente mínima de cortocircuito 25KA, provistos de juego de contactos auxiliares.

- (Bb1-2), interruptor termomagnético, es el elemento de apertura 'o cierre entre las barras, posee una corriente nominal de 700A, voltaje 210VAC, corriente mínima de cortocircuito 25 KA. Dispone de elemento de motorización (120VAC) y juego de contactos auxiliares .

- (Br2), (Br3), (Br4), (Br5), (Br6), (Br7), (Br8), (Br9), (Br10), (Br11), (Br12), (Br13), (Br14), (Br15), son interruptores termomagnéticos equipados con elementos de motorización y juego de contactos auxiliares, cumplen funciones de protección, apertura y cierre de los alimentadores que van a los tableros: (T-LS1), (T-S1), (T-ASC1), (T-LTN1), (T-LTN2), (UPS-1), (UPS-2), (T-BOM), (T-ASC2), (T-VENT), (T-LTN3), (T-LTN4), (UPS-3), (UPS-4), respectivamente.

- (Br1), interruptor termomagnético, protege al alimentador que va al tablero (T-BOM/INC), corriente nominal de 70A, voltaje 210VAC, corriente mínima de cortocircuito 25 KA, dispone de un juego de contactos auxiliares.

- (Br7', Br8', Br14', Br15'), interruptores termomagnéticos, equipados con bobina de disparo, desempeñan funciones de protección y apertura de los alimentadores que van a los tableros (T-TR1), (T-TR2), (T-TR3), (T-TR4) respectivamente.

En resumen los elementos de protección y seccionamiento son los siguientes:

TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL	ALIMENTADOR AL TABLERO	NOMBRE DEL BREAKER	# POLOS	In (A)	Vn (V)	CAUX.	MOTOR	SHUNT TRIP
		BP	3	1200	220V	SI	NO	NO
	T-DP1	Bb-1	3	700	220V	SI	NO	NO
	T-DP2	Bb-2	3	700	220V	SI	NO	NO
		Bb1-2	3	700	220V	SI	SI	NO
T D P 1	T-BOM/INC	Br-1	3	70	220V	SI	NO	NO
	T-LS1	Br-2	3	70	220V	SI	SI	NO
	T-S1	Br-3	3	70	220V	SI	SI	NO
	T-ASC1	Br-4	3	70	220V	SI	SI	NO
	T-LTN1	Br-5	3	150	220V	SI	SI	NO
	T-LTN2	Br-6	3	150	220V	SI	SI	NO
	UPS-1	Br-7	3	100	220V	SI	SI	NO
	T-TR1	Br-7'	3	100	220V	SI	NO	SI
	UPS-2	Br-8	3	100	220V	SI	SI	NO
	T-TR2	Br-8'	3	100	220V	SI	NO	SI
T D P 2	T-BOM	Br-9	3	70	220V	SI	SI	NO
	T-ASC2	Br-10	3	70	220V	SI	SI	NO
	T-VENT	Br-11	3	150	220V	SI	SI	NO
	T-LTN3	Br-12	3	150	220V	SI	SI	NO
	T-LTN4	Br-13	3	150	220V	SI	SI	NO
	UPS-3	Br-14	3	100	220V	SI	SI	NO
	T-TR3	Br-14'	3	100	220V	SI	NO	SI
	UPS-4	Br-15	3	100	220V	SI	SI	NO
	T-TR4	Br-15'	3	100	220V	SI	NO	SI

Tabla # 2.1

2.2.4.- OPERACION DEL SISTEMA

Se dice que el sistema está en condiciones normales, cuando la energía eléctrica proveniente de la red pública cumple con requerimientos de voltaje y secuencia. En este caso las barras uno y dos, se mantienen operando independientemente.

(TTA1) y (TTA2), son dos sistemas de transferencia automática, los cuales operan transfiriendo la carga desde la red pública a la de los generadores, en los siguientes casos:

- Pérdida de fase: Esta condición ocurre cuando una de las líneas del sistema trifásico está fuera completamente.
- Desbalance de Fase: Esto sucede cuando el voltaje en una de las líneas del sistema trifásico cae por debajo del valor del voltaje al cual se mantienen las otras dos líneas, puede ser seteado a un 10% o más de desbalance.
- Secuencia Inversa: Esto acaece cuando dos líneas del sistema trifásico han sido invertidas en su secuencia.

- Bajo Voltaje: Esta situación sucede cuando el voltaje en todas las tres líneas de un sistema trifásico cae simultáneamente, el rango de ajuste esta dentro del 75% al 100% del voltaje considerado como nominal.

Para la detección de este tipos de fallas, se ha planteado utilizar un relé supervisor de red, denominado "MPS" de la casa SquareD, Ref.[2], figura # 2.2.

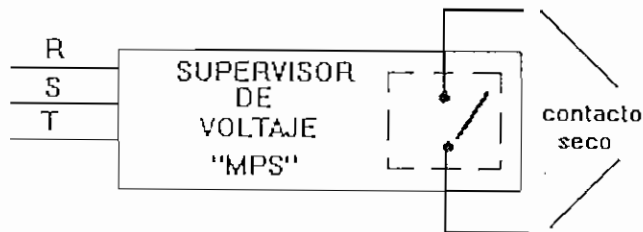


Fig. # 2.2

Sus características son las siguientes:

- Provisto de un contacto del tipo SPDT 120VAC;
- Voltaje de alimentación: 220VAC/60Hz;
- Potencia de Consumo Propio: 5,5VA;
- Temperatura Ambiente: -5 a 50grdC;

- Tiempo de espera o de retardo: 3 seg.

Este relé al sensor una de las fallas indicadas anteriormente, hace que el controlador digital (PLC), ejecute las siguientes acciones:

- Aisla el sistema de fuerza del suministro normal, evitando con ello entradas falsas por recierres de la red, para lo cual actúa sobre las transferencias automáticas.
- Arranca a los dos grupos electrógenos. El número de intentos y duración de los mismos se los programa de acuerdo a las recomendaciones del proveedor de los grupos.
- Efectúa apertura de los breakers motorizados, ubicados tanto en el tablero de distribución principal uno y dos (TDP-1, T-DP2).

En caso de verificarse el correcto arranque de estos equipos, (Bb1-2) se mantiene abierto y se produce la transferencia desde los generadores (G1) y (G2), hacia los tableros principales de distribución (TDP-1) y (TDP-2) respectivamente.

Posteriormente los breakers ubicados en (TDP-1) y en (TDP-2), empiezan a cerrarse de acuerdo a una secuencia predeterminada, la misma que toma en consideración especialmente a las cargas críticas.

En la eventualidad que uno de los generadores (G1) o (G2) falle en su intento de arrancar, el controlador digital realiza automáticamente y en forma prioritaria la transferencia del generador que arrancó a los dos tableros de distribución principal (TDP1) y (TDP2).

Ello mediante la operación de cierre sobre el breaker (Bb1-2), el mismo que une a las barras (b1) y (b2), luego de lo cual se procede al cierre de los breakers correspondientes a las cargas críticas, asegurando de esta forma que estas permanezcan siempre energizadas.

Bajo estas condiciones, la alimentación a la bomba de incendios se mantendrá, debido a que su breaker al no ser motorizado, permanecerá cerrado.

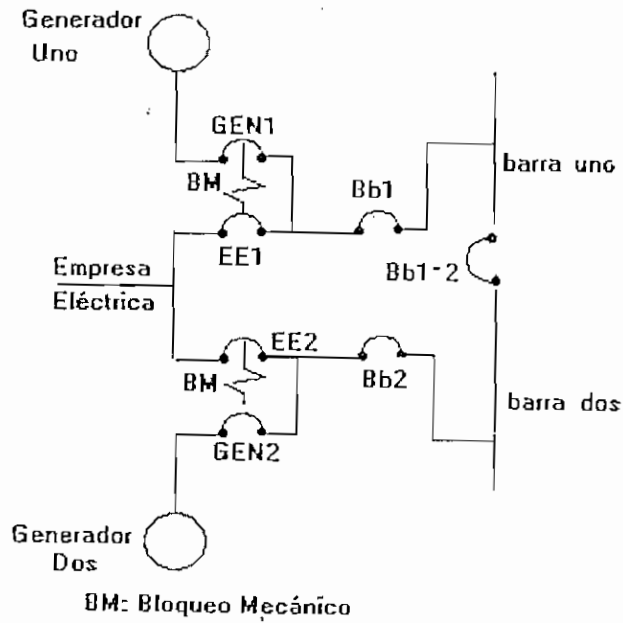
En lo que atañe a los demás servicios, estos no podrán ser alimentados hasta que se restablezca el servicio de la red pública o se verifique y repare al generador que salió de funcionamiento.

Si nos fijamos en el esquema de la figura # 1.1, se concluye que son necesarios los siguientes bloqueos eléctricos y mecánicos:

- Un bloqueo eléctrico y un mecánico, entre (Gen1)-(EE1).
- Un bloqueo eléctrico y un mecánico, entre (Gen2)-(EE2) y
- Un bloqueo eléctrico entre (Bb1-2)-(Gen1)-(Gen 2)-(EE1)-(EE2).

Todos estos bloqueos con el propósito de asegurar una operación satisfactoria del sistema. La figura # 2.3 y figura # 2.4 , nos muestra un esquema de la manera en la que se harán estos bloqueos:

Disposición de Breakers en el Sistema Diseñado



BLOQUEO ELECTRICO (EE1-GEN1) O (EE2-GEN2)

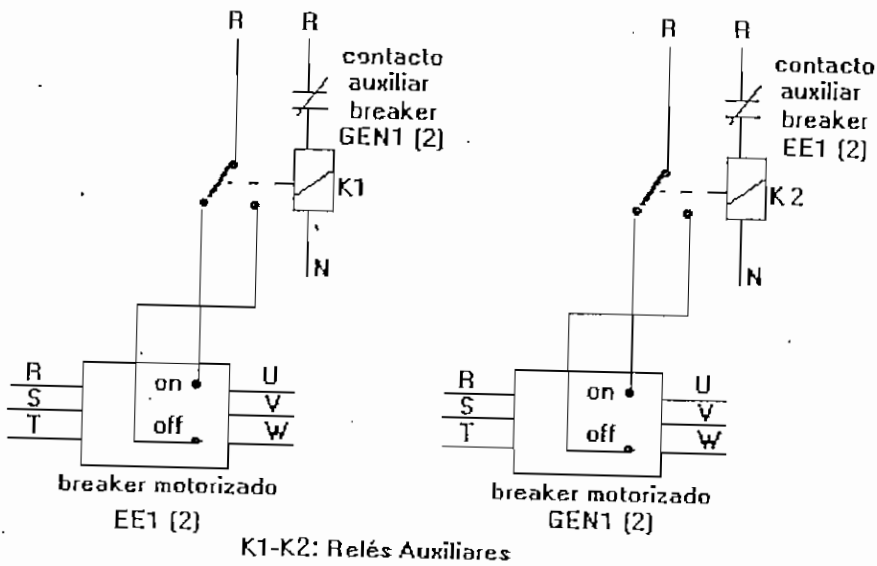


Fig. # 2.3

BLOQUEO ELECTRICO DE (Bb1-2) CON (EE1-GEN1-EE2-GEN2)

SE DEBE CUMPLIR CON LA SIGUIENTE LOGICA EN LA RESTRICION DE Bb1-2

GEN1	EE1	GEN2	EE2	Bb1-2	
0	0	0	0	1	cerrado
0	0	0	1	1	cerrado
0	0	1	0	1	cerrado
0	0	1	1	0	abierto
0	1	0	0	1	cerrado
0	1	0	1	0	abierto
0	1	1	0	0	abierto
0	1	1	1	0	abierto
1	0	0	0	1	cerrado
1	0	0	1	0	abierto
1	0	1	0	0	abierto
1	0	1	1	0	abierto
1	1	0	0	0	abierto
1	1	0	1	0	abierto
1	1	1	0	0	abierto
1	1	1	1	0	abierto

REDUCIENDO TERMICOS SE TIENE :

$$Bb1-2 : (\overline{GEN1} \times \overline{GEN2}) \times (\overline{EE1} + \overline{EE2}) + (\overline{GEN1} + \overline{GEN2}) \times (\overline{EE1} \times \overline{EE2})$$

EL DIAGRAMA DE CONTACTOS DE ACUERDO A ELLO QUEDA COMO :

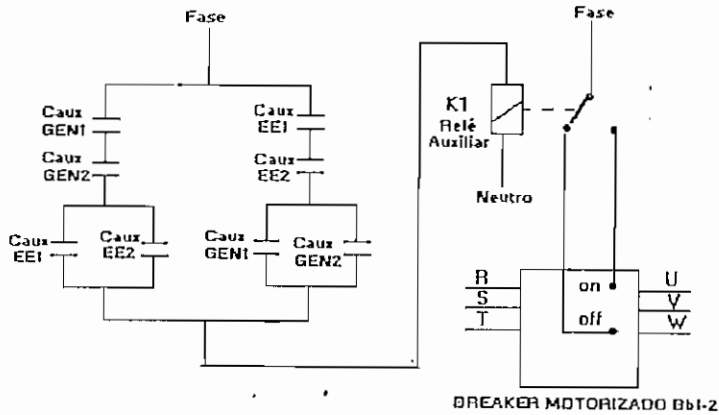


FIG.# 2.4

Al restituirse el servicio normal, se espera un cierto tiempo para que el sistema se desconecte del servicio de emergencia y se transfiera a servicio normal, esta transferencia se da con todos los breakers motorizados abiertos, que se ubican en (T-DP1) y (T-DP2). Los generadores una vez producida la re-transferencia, continúan funcionando un cierto tiempo en vacío con la finalidad de que se enfríen.

Existe la señalización a nivel de luces en los tableros de transferencia automática, de lo siguiente:

- Falla generador uno;
- Falla generador dos;
- Suministro desde la red normal;
- Suministro desde la red de emergencia-generador uno;
- Suministro desde la red de emergencia-generador dos;
- Cerrado breaker (Gen1);
- Cerrado breaker (Gen2);

- Cerrado breaker (EE1);
- Cerrado breaker (EE2);
- Test generador uno;
- Test generador dos.

La fuente de energía para producir el cierre o apertura de los breakers motorizados, tanto en los tableros como en las transferencias automáticas, proviene de uno de los circuitos del subtablero ST-SUB, el cual es respaldado tanto por un UPS de 1 Kva (ONLINE) monofásico 120VAC, como por el UPS que sirve al primer piso del edificio 36 KVA.

Adicionalmente, este esquema, incluirá un bypass que se controlará mediante un relé supervisor de red, que ordenará el cierre del bypass frente a circunstancias como: bajo voltaje, falla de fase y desbalance de fase, figura # 2.5.

Este UPS de 1KVA, suministra de energía al sistema de control, es decir alimenta al controlador digital, a los relés de supervisión y sensores.

El sistema automático que controla la transferencia "verifica" el estado de cada operación ordenada. Si se detecta una falla de cualquier índole, actúa de modo de garantizar que las cargas críticas sean las primeras en ser alimentadas.

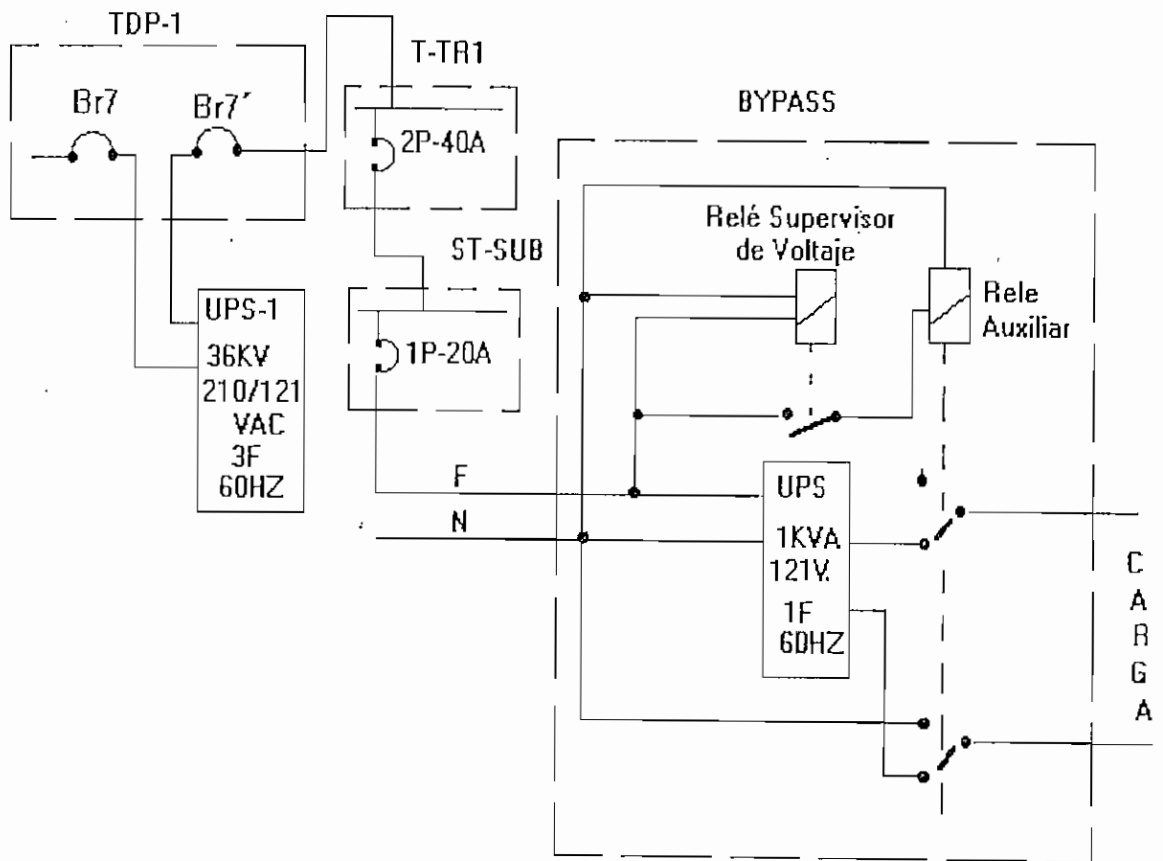


Fig. # 2.5

Después de un corte de energía de la Empresa Eléctrica y de la operación del sistema de transferencia, la re-transferencia se realiza con un retardo de tiempo programable para verificar que el retorno del servicio normal es confiable.

El sistema realiza simulacros periódicos para comprobar el correcto funcionamiento del equipo, con intervalos y duración programables, en el caso de test de generadores, siempre se considera transferencia, debido a dos circunstancias o hechos:

- 1.- Las recomendaciones de los proveedores, aconsejan que cualesquier prueba que se haga a un generador, debe incluir carga, esto con la finalidad de que los devanados del generador se caliente y de este modo puedan eliminar la humedad que han adquirido hasta ese momento.
- 2.- Al realizar un test que incluya transferencia, estamos probando las bondades de todo el sistema, con esto nos evitamos desagradables sorpresas como que el generador arranca bien pero no se puede transferir.

Situaciones tales como incendios, flagelos, o algún otro problema de esa índole, son casos a considerarse dentro de la operación del sistema. Bajo estas circunstancias, el sistema ejecuta las siguientes acciones:

- 1.- Abre los breakers motorizados ubicados en los tableros (T-DP1) y (T-DP2), permitiendo cortar el fluido eléctrico en el edificio;
- 2.- Acciona las bobinas de disparo de los breakers (Br7', Br8', Br14'y Br15'), consiguiendo aislar a los UPS;
- 3.- Arranca a uno de los generadores;
- 4.- Alimenta a la barra 1, donde se ubica el breaker no motorizado (Br1), que alimenta a la bomba de incendios, tablero (T-DP1).

En lo que concierne al monitoreo del estado de los generadores, se utiliza tres sensores:

- Un sensor de bajo nivel de combustible;
- Un sensor de sobre temperatura del generador del grupo electrógeno; y

- Un sensor de baja presión de aceite del motor del grupo electrógeno.

Cada uno de estos tres sensores, al llegar a un cierto valor preseleccionado, cierran un contacto del tipo seco, este contacto a su vez se utiliza como una entrada al PLC, el cual gracias a su enlace con el computador, posibilitará tener el reporte de esta falla en la pantalla del PC.

Estos sensores, en la mayoría de veces vienen como parte del equipamiento standar de los generadores, por tal motivo el tipo y modo de montaje de estos, no será materia de este trabajo.

Finalmente en lo que se refiere a la necesidad de obtener reportes de cortes de energía, ejercitamientos semanales del sistema y número de horas de funcionamiento de cada generador, esto se lo obtiene vía programación del software de supervisión, control y adquisición de datos.

Es necesario recalcar la necesidad de tener opción manual en todo el sistema descrito, debido a posibles operaciones de mantenimiento o ajuste del sistema de control (SCADA) que pudiese suceder algún momento dado.

Toda la lógica de las acciones a operarse sobre el Sistema de Suministro y Administración de Energía Eléctrica, se pretende automatizar con la finalidad de eliminar, la toma de decisiones correctivas o precautelatorias, teniendo como base la reacción humana cuando se encuentre en un estado de emergencia.

De esta forma ante situaciones tales como: suspensión del servicio de energía eléctrica, falla de generadores, el sistema por si solo sabrá tomar las decisiones más adecuadas. Todas estas acciones son programadas en el controlador programable, el mismo que se comunica a través de un pórtico serial (norma RS-485) con un computador personal en el que se desarrolla un programa de monitoreo gráfico, supervisión y control utilizando el paquete LABVIEW de NATIONAL INSTRUMENTS.

El computador personal se ubica en un lugar que se lo denomina "Cuarto de Control", el subtablero (ST-CC) alimenta a todo este sitio. Por su importancia, el tablero se encuentra respaldado tanto por un UPS de 3KVA, monofásico, 120VAC como por el UPS del piso uno de 36KVA. De igual forma a lo que sucedía con uno de los circuitos del subtablero (ST-SUB), existe un bypass que es controlado por un relé supervisor de red, figura.# 2.6.

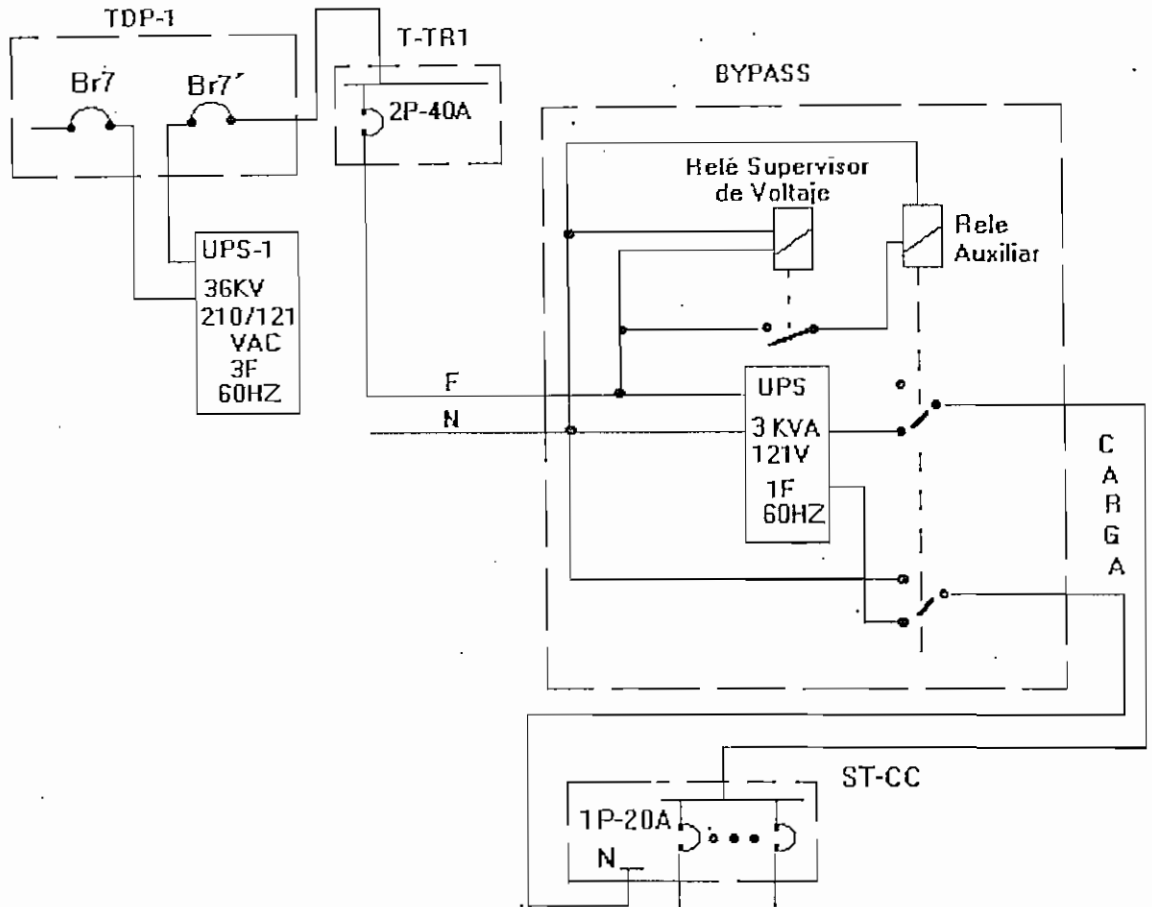


Fig. # 2.6

2.2.5.- TRANSMISION DE DATOS

En el ítem anterior se habla de que se establece un lazo de comunicaciones, entre el PLC y la estación de trabajo, mediante la utilización de puertos seriales, norma RS-485. La pregunta que salta a la vista es porqué se utiliza este tipo de standard y porqué no otro?

El diseño de interfaces entre sistemas no es una tarea muy simple, ella depende de una serie de factores los mismos que son necesarios considerarse, por ejemplo:

- Velocidad de transmisión de datos;
- Tipo de datos;
- Longitud del cable;
- Modo de transmisión;
- Tipo de conectores;
- Configuración del sistema, etc.

En esta aplicación en particular, se ha adoptado como interface standarizado el RS-485, por una serie de razones, las mismas que las iremos viendo a medida que vayamos desarrollando los siguientes items:

2.2.5.1.- TRANSMISION DESBALANCEADA

La transmisión desbalanceada utiliza un simple conductor, con un voltaje referenciado a la señal de tierra (común), para denotar estados lógicos.

En una comunicación desbalanceada solamente una línea es switcheada. La ventaja de una transmisión desbalanceada es evidente cuando múltiples canales son requeridos, una tierra común puede ser utilizada, figura # 2.7, Ref.[4].

Esto minimiza cable y tamaño de conectores, lo cual ayuda a reducir los costos. La principal desventaja de un sistema desbalanceado es la poca inmunidad a medios ruidosos, lo cual hace que la transmisión en dichos medios sean muy poco confiable. Las fuentes del sistema pueden externamente inducir ruidos, atenuaciones y diferencias en el potencial de tierra.

Este standar especifica un modo de transmisión punto a punto y full-duplex, es decir simultáneamente se puede transmitir y recibir datos. El hecho de que bajo este standar, no exista posibilidad de un modo de transmisión multipunto, se debe a la imposibilidad de habilitar o deshabilitar a los drivers.

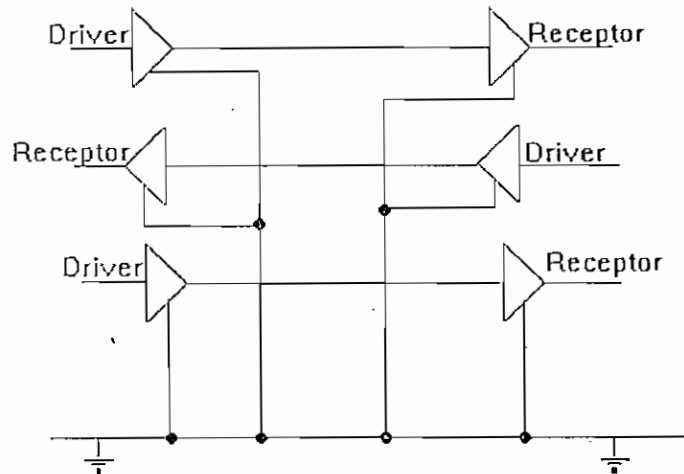


Fig. # 2.7

2.2.5.2.- TRANSMISION BALANCEADA (Diferencial)

La transmisión balanceada de datos requiere dos conductores por señal, en este tipo de transmisión dos líneas son switcheadas. Los estados lógicos son referenciados por la diferencia de potencial entre las dos líneas, no con respecto a tierra. Este hecho hace de éste; el tipo ideal para ser usado en ambientes altamente ruidosos, figura # 2.8, Ref.[4].

La transmisión diferencial anula los efectos de ruidos y diferencias en el potencial de tierra. En contraste a los drivers desbalanceados, las características de rápida transición de los drivers balanceados, permiten una operación a altas velocidades de transmisión y distancias superiores.

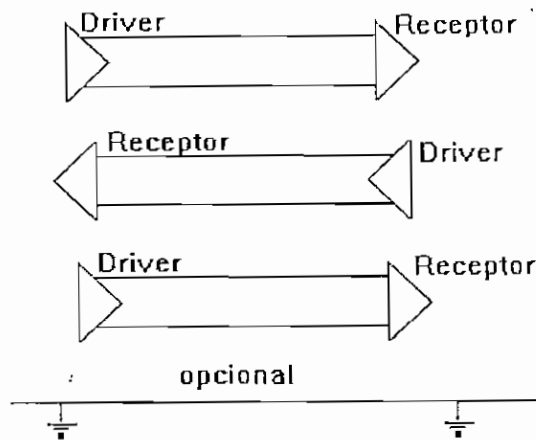


Fig. # 2.8

Este standar permite un modo de transmisión multipunto, y dependiendo de como se lo cablea se tiene lo siguiente:

- Si se lo hace con dos hilos, figura # 2.9, el modo de transmisión será half duplex, es decir las funciones de transmisión y recepción, no se podrán hacer simultáneamente, debiendo transcurrir un determinado tiempo para que se conmute de una función a otra, tiempo que será igual, al que tarda en habilitarse o deshabilitarse los drivers.

Para habilitar o deshabilitar los drivers, se utiliza dos líneas de control, RTS (Request To Send) y CTS (Clear To Send), las mismas que se manejan a nivel de software, mayor información acerca de esto lo encontraremos más adelante, en el capítulo IV.

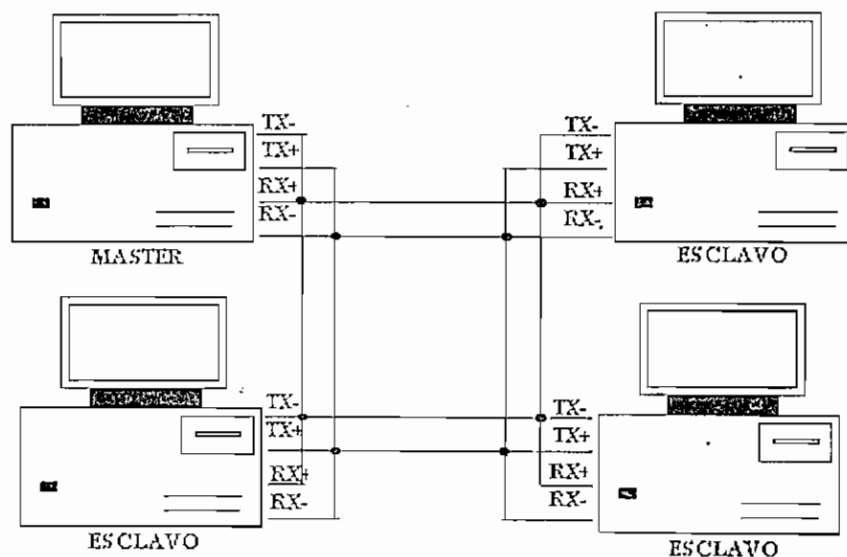


Fig. # 2.9

- Si el cableado se lo hace con cuatro hilos figura # 2.10, el modo de transmisión será tipo full duplex, eso, significa que efectivamente se podrá realizar transmisión y recepción en forma simultánea.

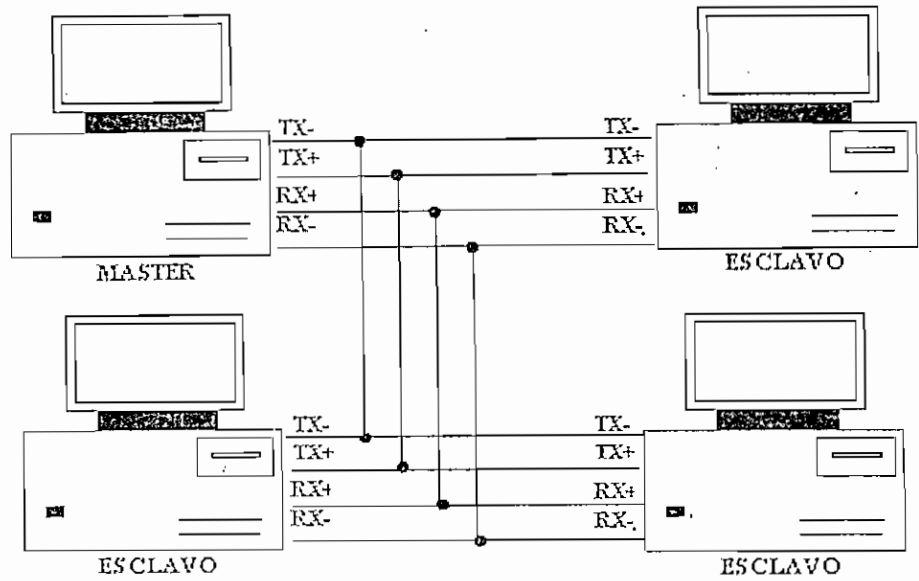


Fig. # 2.10

2.2.5.3.- CARACTERISTICAS DEL STANDAR RS-485

El RS-485, es un standard eléctrico, especificado para driver y receptores en transmisión balanceada, este es el único standard de la EIA/TIA, que permite operaciones con múltiples drivers (configuraciones multipunto). La especificación de este standard permite establecer una comunicación tipo half duplex o full-fuplex Ref.[5].

A continuación veamos algunas de las características de este standard:

- Interface balanceado;

- Operación multipunto;
- Operación desde una fuente de 5V;
- Rango del bus de modo común -7V hasta +12V;
- Carga hasta 32 transmisores;
- 10 Mbps Máxima velocidad a 40 pies;
- Longitud máxima del cable 1200m (100Kbps);

2.2.5.4.- TERMINACION DE LA LINEA

Supongamos que tenemos un enlace multipunto Figura # 2.11, bajo el standar RS-485, cada discontinuidad de la impedancia en la línea, causa reflexiones y distorsión.

Cuando ocurre una discontinuidad en la línea de transmisión, el efecto inmediato es la reflexión de la señal. Esto produce una distorsión en la línea, la cual se da especialmente al final, causando con ello, problemas de acoplamiento Ref.[6]. Para eliminar estas discontinuidades, se debe terminar la línea con un resistor. Figura # 2.12.

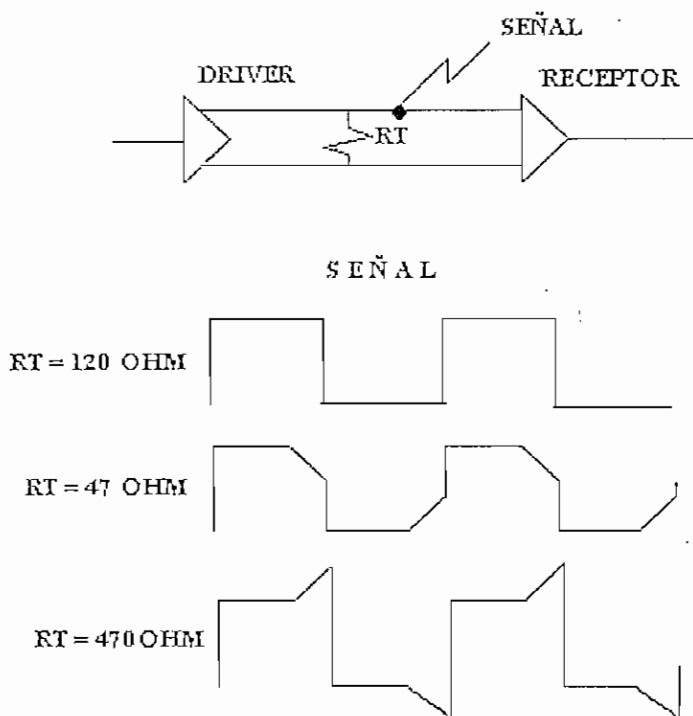


Fig. #2.11

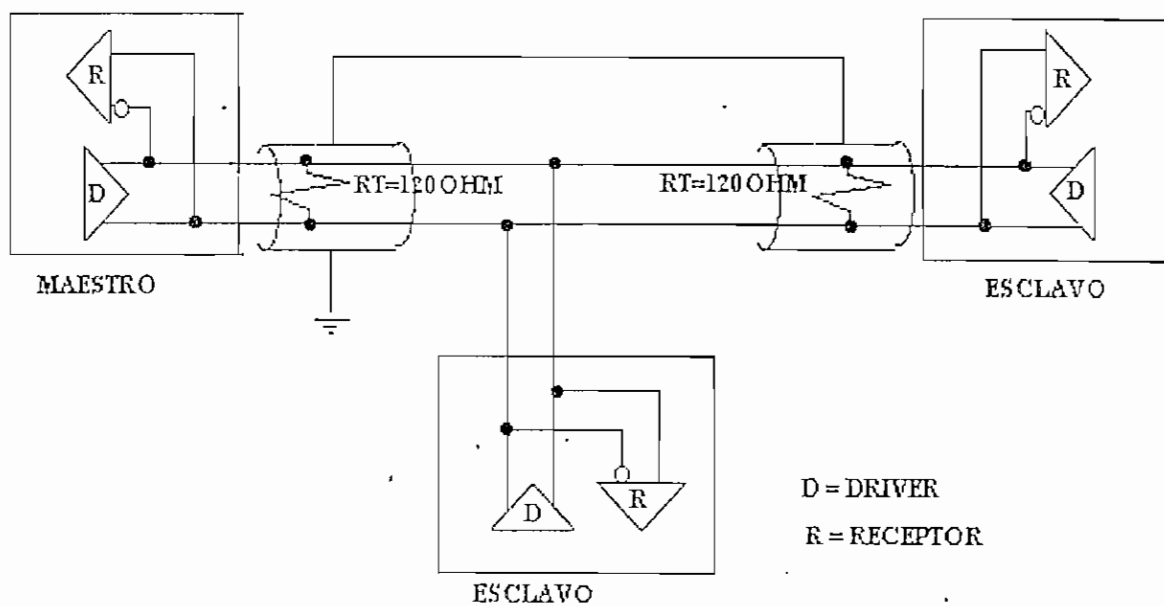


Fig. # 2.12

El valor del resistor de acuerdo a lo recomendado en la Ref. [6], debe ser un valor lo más cercano al valor de la impedancia característica de la línea (120ohm).

Aunque aparatos receptores sumen cierta resistencia al conjunto de la línea de transmisión, normalmente es suficiente con dicha resistencia, colocada al final de la línea.

2.2.5.5.- RAZONES DEL ESCOGITAMIENTO DEL STANDAR RS-485

Luego de repasar las características tanto de las transmisiones desbalanceadas y balanceadas, así como del interface RS-485, podemos expresar que se ha considerado a este interface como el más adecuado para nuestra aplicación principalmente por los siguientes aspectos:

- El sitio donde se desenvuelve la aplicación esta sometida a toda clase de ruidos eléctricos e interferencias;
- La distancia desde el computador al PLC, es superior a 350pies, que es la distancia existente entre el cuarto de control del edificio y la subestación;

- Se necesita una alta velocidad de transmisión de los datos, pues se desea tener un sistema en línea en tiempo real;
- Para futuras ampliaciones, se podrá dar el caso en el que sea necesario establecer enlaces multipunto entre varios componentes del sistema.

2.2.5.6.- TIPO DE CABLE Y CONECTOR

Una vez definido como interface de comunicaciones al standard RS-485, lo que nos resta por establecer son los lineamientos generales, respecto al tipo de cables y conectores que utilizaremos.

2.2.5.6.1.- TIPO DE CABLE

El rango de tipos de cables y las opciones básicas posibles para aplicaciones en comunicación de datos es limitada, haciendo la selección razonablemente fácil.

El alcance de los criterios básicos a seguir es cubierta por la selección:

- Aplanado o circular;
- Multiconductor o par trenzado;
- Apantallado o no apantallado.

Atributos básicos de la aplicación tales como:

- Tipo de aplicación;
- Distancia;
- Medio ambiente;
- Flexibilidad.

Estos atributos son los básicos a considerarse, sin embargo, existen otros que podrían ser determinantes a la hora del escogitamiento, tales como: detalles constructivos, tipo de conductor, trenzado, revestimiento, tipo de aislamiento, opción de apantallamiento y tipo de chaquetas.

Si se requiere una elección mucho más fina, entonces se ha de considerar aspectos como son: tipo de conector, velocidad de la señal, emisiones y susceptibilidad, abuso en el trabajo, inflamabilidad, expectativas de vida y costo.

Cada cable posee una característica eléctrica inherente, lo cual puede ser expresada en diferentes formas, pero todas ellas están interrelacionadas y al fin de cuentas dependen de unos pocos y simples parámetros.

De acuerdo a las recomendaciones emitidas por la EIA (Electronics Industry Association) y la TIA (Telecommunications Industry Association) Ref. [4], el tipo de cable recomendable para usar conjuntamente con un standar RS-485 es el que posee las siguientes características:

Cable tipo par entorchado, impedancia 120ohm, galga 24AWG, 66% máxima caída de voltaje.

2.2.5.6.2.- TIPO DE CONECTOR

En el campo de las comunicaciones, el cable y los conectores juegan un papel muy importante y a la vez crítico en las características del sistema. Conjuntamente circuitos integrados, cables y conectores forman un canal, de tal forma que un daño en cualquiera de ellos produce un error en el enlace.

Los accesorios que interconectan a dos partes de un equipo deben ser capaces de soportar el mismo protocolo (especificaciones funcionales), niveles eléctricos, dimensiones mecánicas de los conectores y mucho más importante que ello es la asignación de pines.

De acuerdo a los standares internacionales, para el RS-485, el tipo de conector apropiado es el DB-25, el mismo que posee una asignación de pines de la siguiente forma, figura # 2.13, Ref.[5].

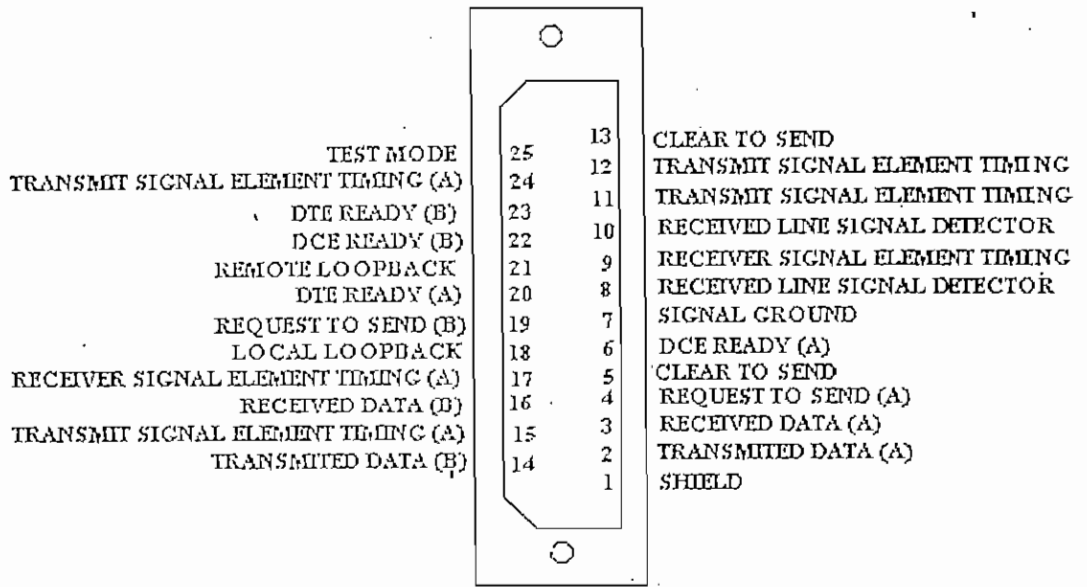


Fig. # 2.13

2.2.5.7.- CONVERTIDOR RS-232 a RS-485

Al inicio del ítem 2.2.5, se dijo que para el enlace a nivel de datos entre el computador y el PLC, se iba a utilizar un puerto serial norma RS-485.

En lo que se refiere al PLC, éste viene provisto de este tipo de puerto, pero no sucede lo mismo en el caso del computador, el que regularmente viene con puertos norma RS-232, por ende para hacer efectivo el enlace, en ciertos casos, será necesario utilizar una tarjeta convertidora de RS-232 a RS-485.

Las características generales que debe satisfacer esta tarjeta convertidora, de acuerdo a lo recomendado en la Ref.[5], son las siguientes:

- Mínimo 500VDC de aislamiento;
- Transmisión de datos hasta 1200m;
- Velocidades hasta 56000bps;
- Provisto de señales Tx, Rx, RTS y CTS;
- Opera con dos o cuatro hilos;
- Tolera el standar de pórtricos de comunicación DOS;
- I/O con direcciones e interrupciones seleccionables;
- Espacio reservado para resistor de línea terminal.

2.2.5.8.- PROTOCOLOS DE COMUNICACION

El escogimiento del standard RS-485, define en un principio las características eléctricas de los drivers y de la línea de interface, sin existir en ello especificación o recomendación alguna, para el uso de un tipo de protocolo en particular.

TELEMECANIQUE, ha desarrollado e integrado el modelo "OSI" en la arquitectura de la comunicación de sus autómatas programables de la serie "TSX17", para favorecer la intercomunicación con otros productos.

El TSX17-20 integra originalmente la posibilidad de comunicación a partir de una toma terminal (norma RS-485) asociada a un protocolo de comunicación propio, llamado "UNI-TE".

Para el caso de la aplicación presente, para hacer efectiva la comunicación entre el computador y el controlador programable, no se utiliza esta red y el protocolo "UNI-TE", más lo que se emplea son las funciones de bloques texto, existente en el PLC.

Los bloques textos permiten intercambiar mensajes codificados en ASCII, entre el programa (memoria de datos) y un periférico exterior (computador):

- ya sea en emisión: del PLC hacia el computador
- o bien en recepción: del computador hacia el PLC
- o bien en emisión/recepción

Más detalles de la parte de comunicaciones, lo abordaremos en el Capítulo III.

2.2.6.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

De acuerdo a la figura # 2.14, los componentes del sistema de control son los siguientes:

A continuación veamos a que corresponde cada uno:

1.- Controlador lógico programable, ha de tener una configuración ajustada al número de entradas - salidas digitales y/o análogas que involucra la solución del sistema de suministro y administración de energía eléctrica. Las especificaciones de este controlador de acuerdo a la Ref. [7], son las siguientes:

- Entradas digitales eléctricamente aisladas, tipo contacto
- Salidas digitales, tipo contacto de relé
- Interfaz de comunicación serial de la norma RS-485
- Capacidad para cartucho de memoria EPROM o EEPROM .
- Número de puntos I/O configurable, con terminales de tornillo en bloques removibles.

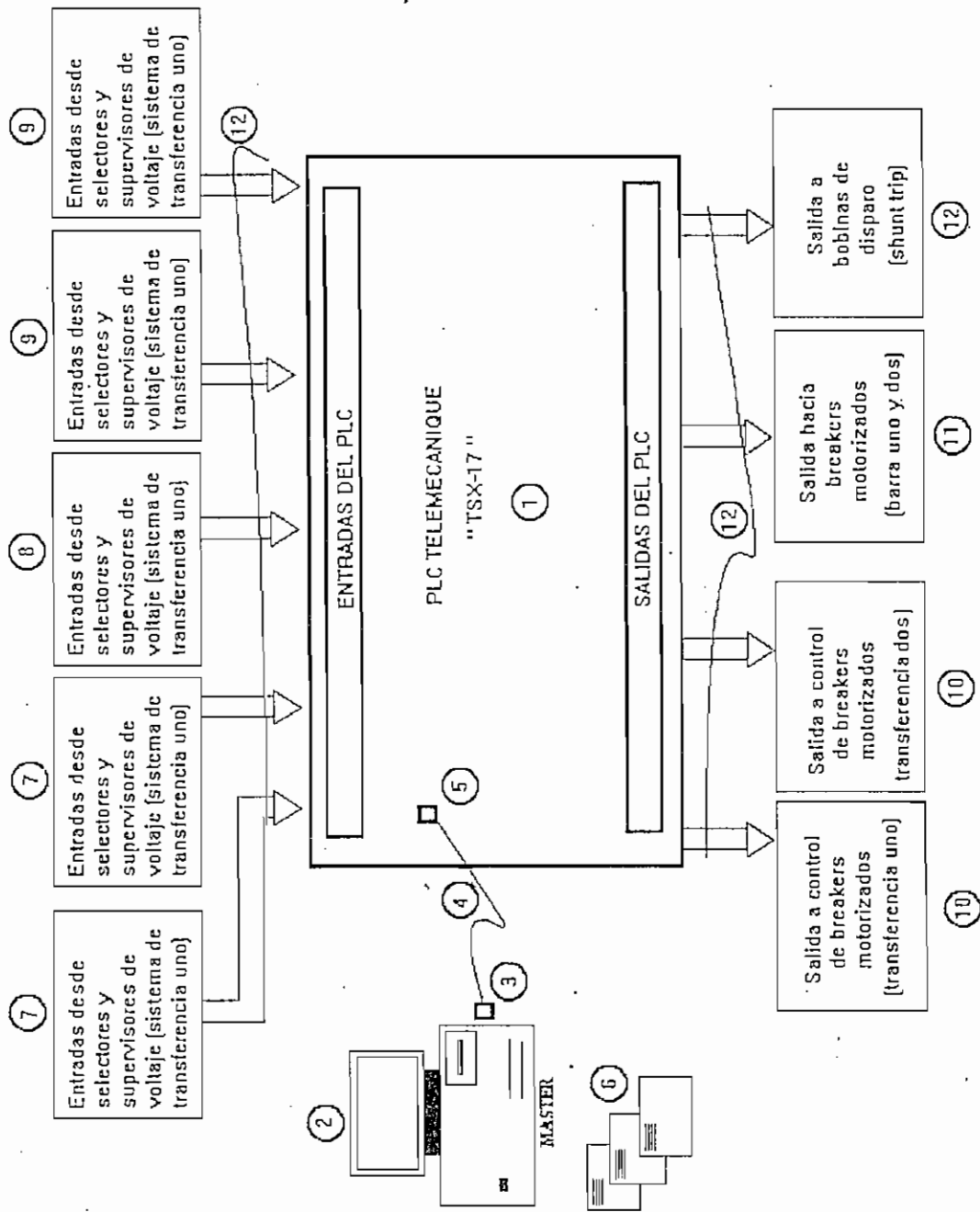


FIG. # 2.14

- Respaldo de energía eléctrica con autonomía de 1 hora para datos y 2 años para el programa, mediante el uso de batería interna .
- Reloj/calendario en tiempo real con resolución de segundos, minutos, horas, días, meses y años.
- Error en reloj menor a 4 segundos por día
- Fuente de poder cumple con el standard IEC 65A Ref.[11].

2.- Computador personal, debido a las altas prestaciones que se requiere de éste, así como el medio en él se verá inmerso, es una estación de trabajo tipo industrial, sus especificaciones generales son las siguientes:

- Cumplimiento de norma internacionales, tales como NEMA, ISO, UL, etc;
- Alto número de horas de vida, el cual se encuentra en correspondencia directa al índice medio entre fallas MTBF (Mean Time Between Failure);
- Amplio rango de voltaje de alimentación;

- Inmunidad al ruido e interferencias;
- Confiabilidad;
- Bajo consumo;

Adjuntamos el Anexo # 1, como referencia de las especificaciones que debe guardar la estación de trabajo tipo industrial adecuada para este tipo de aplicaciones, Ref [5].

3.- Convertidor RS-232 a RS-485.

4.- Cables de comunicación serial, provisto de enchufes de tipo trapezoidal, que evita un mal acoplamiento, adecuados conectores accesorios, especificación de acuerdo a lo indicado en el ítem tipo de cable y conector (ITEM 2.2.5.6.2).

5.- Puerto serial norma RS-485.

6.- Paquete de software para manejo y control de procesos e implementación de sistemas de tipo SCADA, posee drivers adecuados para el manejo del controlador programable, capacidad de manejo de comunicaciones a través de los pórtilos seriales del computador, manejo directo de memoria.

Compilador para generación de módulos RUN-TIME, librerías de procesamiento digital de señales analógicas, manejo de sistemas de adquisición de datos, capacidad de multi area y/o multiproceso, librerías matemáticas avanzadas y estadísticas.

En este caso en particular el paquete que se ajusta a estos requerimientos, es el LABVIEW de la NATIONAL INSTRUMENTS.

7.- Esquema de entradas al PLC, desde selectores y supervisores de voltaje correspondientes al sistema de transferencia automática, el esquema de la figura # 2.15, nos muestra los elementos y la manera el que se cablearán:

En nuestra aplicación, al ser dos sistema de transferencia, se tendrá dos esquemas de esta misma clase.

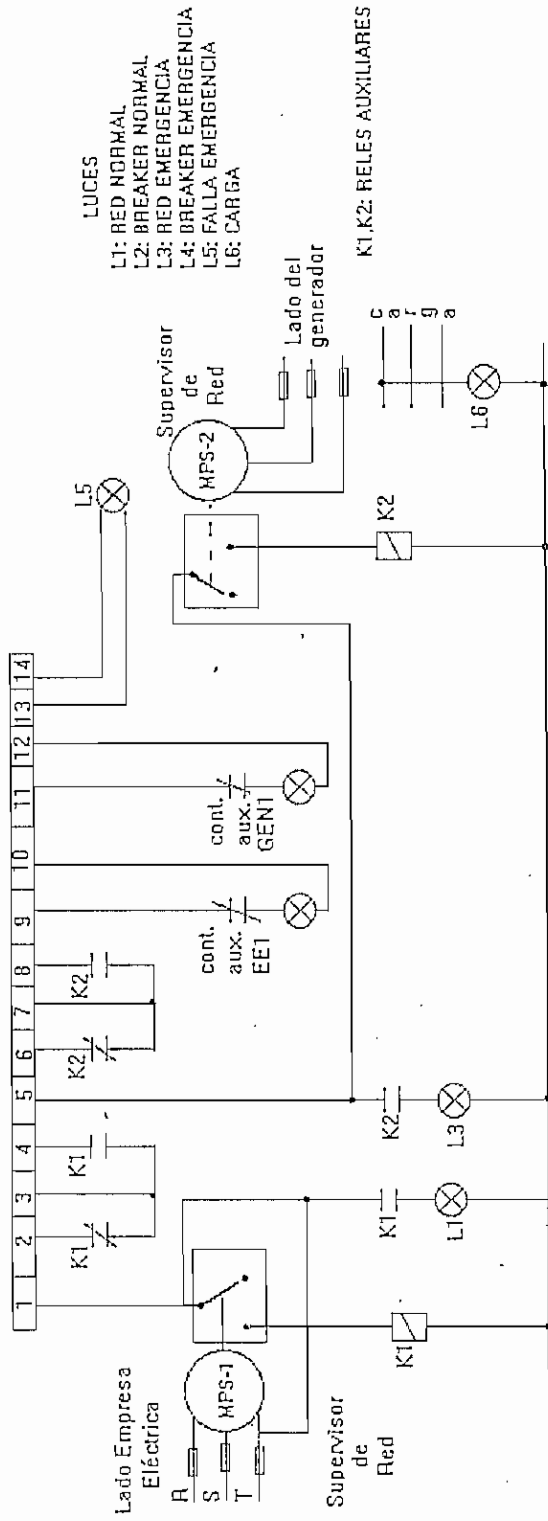
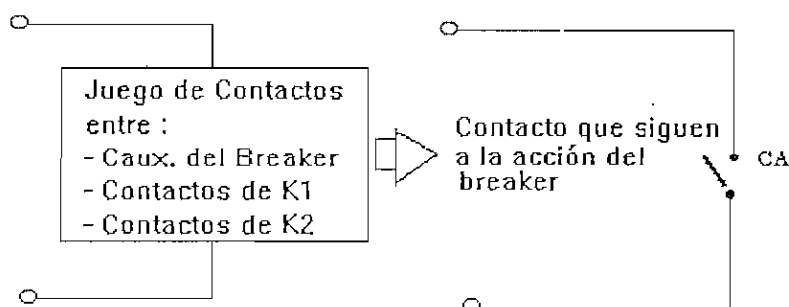
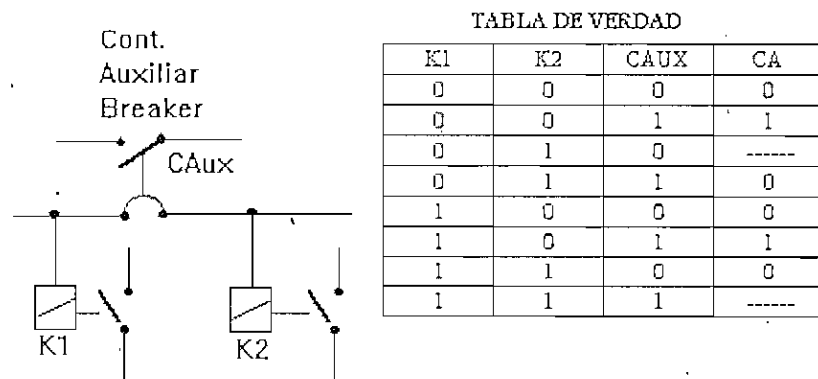


Fig. # 2.15

8.- Esquema de entradas al PLC, desde contactos auxiliares de los breakers, estos dependiendo la marca, en ciertos casos pueden o no seguir la acción de disparo del breaker.

Debido a que en la mayoría de los casos, los contactos auxiliares solo siguen a la acción normal del breaker, entonces es necesario que se efectúe un arreglo de contactos como los que se muestran en la figura # 2.16, lo cual posibilitará saber a ciencia cierta cuando el breaker se encuentra abierto o cerrado, aún en el caso de que éste se haya disparado.

El número de contactos auxiliares a monitorear para nuestra aplicación son veinte y tres.



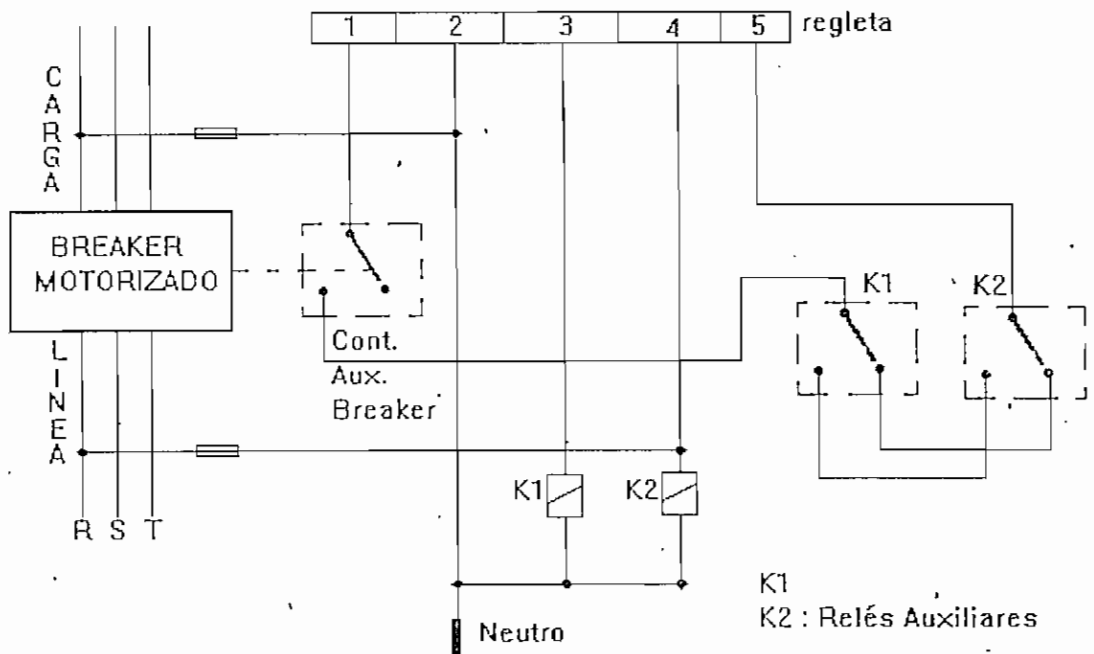


Fig. # 2.16

9.- Esquema de entradas al PLC, desde tres clases de sensores:

- Un sensor de bajo nivel de combustible;
- Un sensor de sobre temperatura del generador del grupo electrógeno;
- Un sensor de baja presión del motor del grupo electrógeno.

Cada uno de estos sensores incluirá un contacto seco normalmente abierto, el mismo que se cerrará al llegar a un valor preseleccionado, el esquema de estos elementos y su conexión lo vemos en la figura # 2.17.

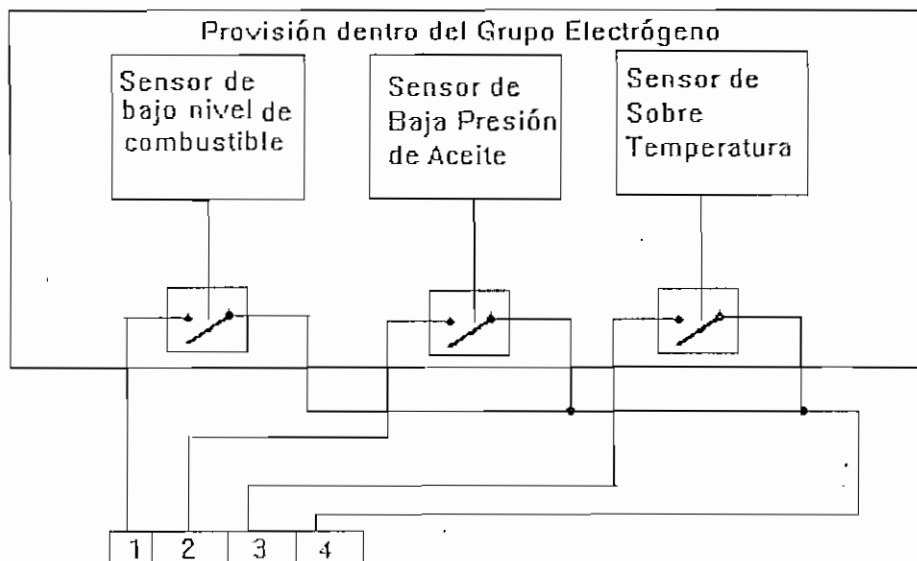
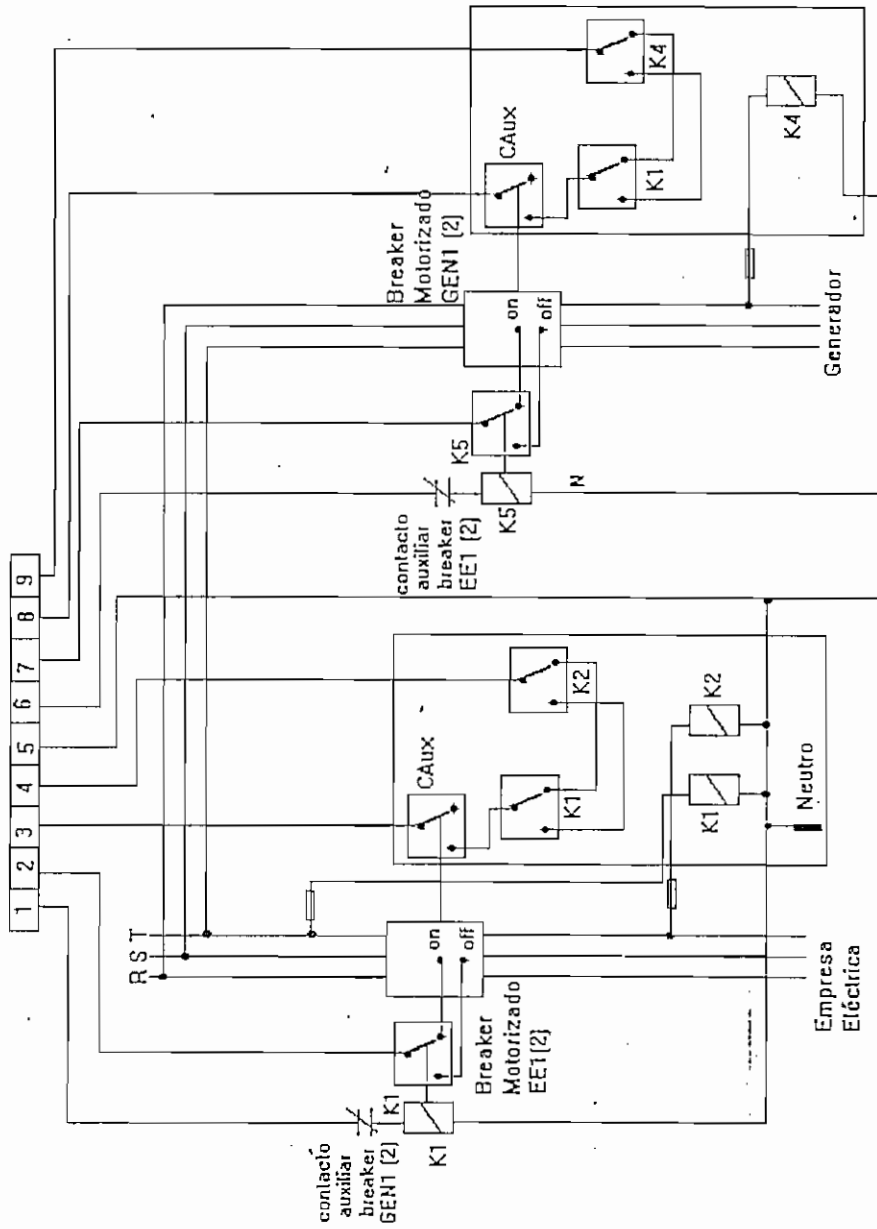


Fig. # 2.17

Es necesario recordar que este conjunto de sensores permitirán monitorear a un grupo electrógeno. En nuestra aplicación al ser dos, implica que tendremos dos esquemas de este tipo.

10.- Esquema de salidas del PLC, hacia los breakers motorizados, pertenecientes a una de los dos sistemas de transferencia, éste esquema lo vemos en la figura # 2.18.



K1,K2,K3,K4,K5 : Relés Auxiliares

Fig. # 2.18

11.- Esquema de salidas del PLC, hacia un breaker motorizado, el esquema respectivo lo vemos en la figura # 2.19. El número de breaker motorizados para la aplicación es veinte.

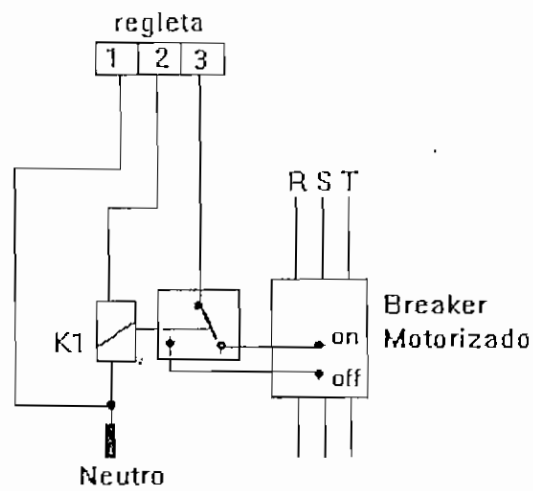


Fig. # 2.19

11.- Esquema de salidas del PLC, hacia una bobina shunt trip, figura # 2.20. El número de breaker que poseen shunt trip para la aplicación es cuatro.

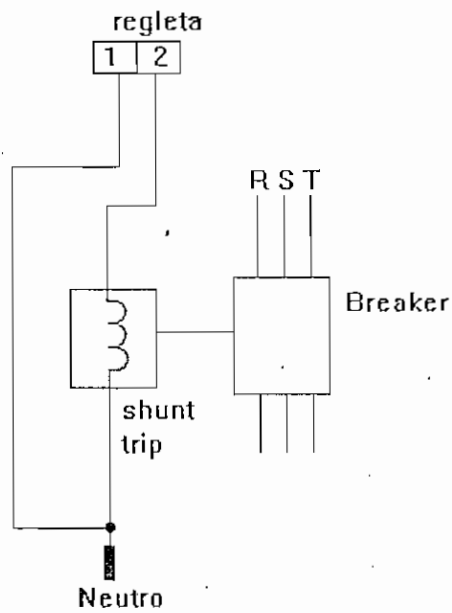


Fig. # 2.20

2.3.- PLANIFICACION DE EJECUCION DE LA SOLUCION

2.3.1.- GENERALIDADES.-

Ante todo, es necesario definir exactamente las funciones que tanto el controlador programable como la aplicación ha desarrollar en el software de supervisión, control y adquisición de datos, deben realizar, siendo éstas las siguientes:

2.3.2.- ESPECIFICACION DE FUNCIONES A DESEMPEÑAR POR EL PLC Y POR LA APLICACION HA DESARROLLAR EN EL SOFTWARE DE SUPERVISION, ADQUISICION Y CONTROL.

El controlador programable, que se utiliza para efectos de este proyecto, es un PLC TELEMECANIQUE TSX17, la programación de éste incluye lo siguiente:

- La totalidad, de la lógica propia de los dos tableros de transferencia de la carga entre la red y los generadores, así como también las acciones a ejecutar en situaciones de emergencia o eventuales y operaciones de prueba;

- Energización en vacío de las barras B1 y B2, si bien esto no es del todo cierto, debido a que la bomba de incendios está permanentemente conectada, pero no es menos cierto que condiciones normales, ésta se encuentra fuera de servicio.
- Toma de carga en cada generador en forma secuencial y de acuerdo a prioridades predeterminadas;
- Administración de la energía eléctrica en los tableros de distribución de acuerdo a un horario calendario previamente establecido por el cliente;
- Programación de operaciones a ejecutarse desde el computador.

En lo que se refiere a la aplicación ha desarrollar en el software de supervisión, control y adquisición de datos, ésta permite cumplir con los siguientes requerimientos:

- Visualizar en línea en la pantalla del computador el diagrama unifilar del sistema y el estado real de todos los elementos de maniobra .

- Elaborar reportes y estadísticas de cortes de energía, ejercitamientos semanales del sistema, reportes de alarmas, número de horas de funcionamiento del generador, niveles de los tanques de combustible, los cuales se almacenarán en el disco duro cada vez que se produzca un cambio de estado.

- Crear un menú de operaciones a desencadenarse desde el computador, con respuestas que el sistema debe ejecutar en condiciones de emergencia o eventuales y pruebas periódicas del sistema.

- Introducir horarios ha ser respetados en las dependencias del edificio, mediante archivos tipo ASCII.

- Posibilitar desde el computador la reprogramación de horarios del servicio eléctrico, en los diferentes tableros colocados a lo largo de todo el edificio, esto como producto de eventos especiales que puedan darse al interior del mismo.

Estas opciones del menú, podrán ser ejecutadas previo a un chequeo automático de las condiciones globales del sistema y una limitación de acceso a estas funciones vía "passwords".

- Monitorear el funcionamiento adecuado de los dos generadores, para lo cual se utiliza sensores que dan señales digitales tipo standard.

2.3.3.- ETAPAS DEL PROYECTO

Una vez claros respecto de las funciones que cada uno de los elementos, tanto de la parte de control como de potencia desempeñan, la idea de este punto es precisar las etapas que se sigan, para la culminación satisfactoria del diseño y montaje de la aplicación que nos atañe.

La primera etapa del diseño consiste en programar al PLC, para este propósito lo primero es definir el número de entradas-salidas que necesita el PLC tener, para cumplir con las funciones a él encargadas.

Esta labor es muy importante y debe ser realizada muy cuidadosamente, pues esto repercute directamente sobre la relación costo-beneficio del proyecto.

La programación del PLC, es independiente de la aplicación desarrollada en el software de supervisión, control y adquisición de datos, esto con la finalidad de asegurar que si en un momento dado llegase a fallar el computador o simplemente se de lugar a mantenimiento y ajuste del programa, el PLC pueda seguir manejándose solo, sin ningún problema.

La segunda tarea en este proceso, es desarrollar la aplicación en el software de supervisión, control y adquisición de datos. Para esto al igual que en el caso anterior se establece la programación necesaria para cumplir con los requerimientos descritos en el ítem anterior.

Una tercera etapa corresponde al establecimiento de las comunicaciones entre el PLC y el computador, para lo cual se efectúan pruebas para verificar el buen desempeño de dichas comunicaciones.

Una vez probado los programas tanto del controlador programable como de la aplicación desarrollada en el software, y la comunicación entre ellos, se procede a montar este sistema SCADA, para lo cual se utiliza un montaje experimental que permite simular parte del sistema eléctrico propuesto, en base a interruptores y lámparas de señalización montadas sobre una base de acrílico.

Un mímico del diagrama unifilar lo encontraremos en la pantalla del computador, teniendo la posibilidad de enviar señales digitales de entrada/salida desde el computador al PLC y viceversa. De esta forma se tendrá total capacidad de ejecutar simulaciones de corte de energía, transferencia, re-transferencia y pruebas en generadores.

Adicionalmente este montaje permite evaluar las características de funcionamiento, ventajas, desventajas y limitaciones del sistema concebido, esto con la finalidad de poder establecer conclusiones claras, precisas y concretas en cuanto a las bondades técnicas y económicas del sistema propuesto.

2.3.4.- REQUERIMIENTOS FISICOS

Un aspecto a ser tomado en consideración para la implementación real de este tipo de aplicaciones, son las condiciones ambientales en las cuales se desenvuelven.

Tal es el caso del controlador programable (PLC), el cual para efectos de hacer fácil el cableado y las operaciones de test y reparación del sistema, se lo ubica en el recinto destinado a la subestación, en el caso de edificios, este sitio se halla en los subsuelos, de por sí esta ubicación hace que la subestación sea propensa a toda clase de elementos contaminantes, situación que obliga al controlador programable (PLC) ha tener una construcción adecuada para soportar este tipo de ambientes.

En lo que se refiere a la estación de trabajo, esta se sitúa en un sitio que se lo denomina "Cuarto de Control", este nombre se debe, a que aquí se centralizará el control de todo los sistemas existentes en el edificio, sistemas tales como:

- Seguridad e Intrusión;
- Control de accesos;
- Circuito Cerrado de Televisión;
- Aire Acondicionado y Ventilación;
- Ascensores;
- Voz y Datos.

Debido a la importancia, como a lo delicado de ciertos equipos, este recinto debe guardar ciertas condiciones ambientales especiales, tales como son las siguientes:

- Ventilación continua del local;
- Mantenimiento del nivel de temperatura, 24grdC;
- Ausencia de polvo y otras elementos contaminantes;
- La distancia mínima de las rejillas de ventilación a cualquier obstáculo de 0,7m.

- El recinto dispondrá de extintores reglamentarios para instalaciones eléctricas;
- La iluminación eléctrica en la sala debe tener un nivel mínimo de 500lux;
- Es recomendable disponer de un sistema de detección y extinción de incendios;
- Se aconseja, la existencia de una mesa de trabajo para facilitar y acortar al máximo las reparaciones.

CAPITULO III

PROGRAMACION DEL AUTOMATA PROGRAMABLE

3.1.- CARACTERISTICAS

3.1.1.- DEFINICION

Revisando las referencias [8] y [9], existe varias definiciones respecto a lo que se considera un controlador programable (PLC), incluso de cierto modo llega a existir algunas diferencias entre ellas; esto hace difícil establecer una definición precisa y única, sin embargo se propone tomar como válida la definición existente en la Ref. [9], que dice:

“ Un controlador programable es un aparato electrónico de operación digital, que usa una memoria programable, para el almacenamiento interno de instrucciones para funciones específicas tales como: conteo, aritméticas, secuencias lógicas, temporización y conteo; controlando mediante módulos de entrada/salida analógicos o digitales, varios tipos de máquinas o procesos, su construcción ha de ser tal que puede soportar condiciones ambientales y de alimentación eléctrica extremas”.

En el Anexo 2, se encontrará información respecto a las características del PLC TELEMECANIQUE TSX17, Ref.[7].

3.1.2.- ESTRUCTURA DE UN AUTOMATISMO

De acuerdo a la Figura # 3.1, la estructura de un automatismo, sea realizada en base a equipos cableados o programados es la siguiente:

- 1.- Adquisición de datos: los sensores ubicados en la máquina, traducen magnitudes físicas de diversa naturaleza (corrimientos, acciones), transformándolas en señales eléctricas normalizadas y las transmiten a la unidad de tratamiento (relés o autómatas programables).
- 2.- Tratamiento de los datos: las informaciones de acción y control, con destino al mando de potencia y de diálogo Hombre-Máquina, se suministran, de dos modos:
 - Ya sea por relés y otros, que tratan los datos recibidos según la organización del cableado que los une.
 - o por un autómatas programables, que trata los datos recibidos según el programa escrito.

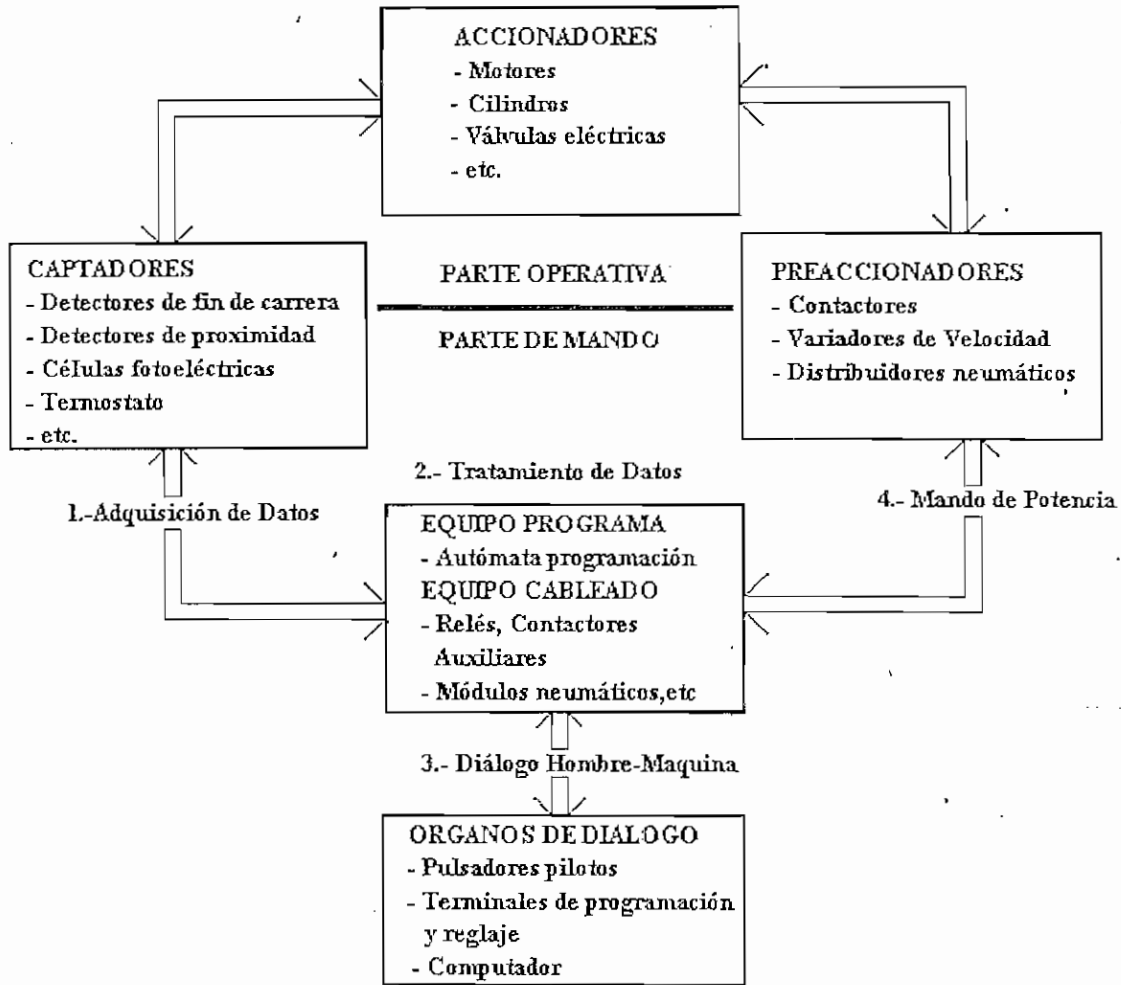


Fig # 3.1

3.- Diálogo Hombre-Máquina: Mediante los pulsadores, el hombre vigila y añade sus propios datos a los ya adquiridos.

Otros órganos de diálogo (terminal de programación y reglaje, teclado, computador), conectados al autómata programable, ofrecen posibilidades suplementarias al efectuarse el mantenimiento y los reglajes.

4.- Mando de Potencia: Los preaccionadores reciben desde la unidad de tratamiento, las señales de mando, las amplifican en potencia, para actuar sobre los accionadores.

3.1.3.-VENTAJAS DE LA UTILIZACION DEL CONTROLADOR PROGRAMABLE (PLC)

El autómata o controlador programable (PLC) ofrece, al sustituir a los relés para asegurar el funcionamiento de una máquina o de una instalación, las siguientes ventajas:

- Menos constituyentes:

La sustitución de relés ocasiona una ganancia de volumen, en dimensiones y una simplicidad de empleo, particularmente apreciados en las máquinas sencillas. La ausencia de piezas mecánicas en movimiento aumenta la fiabilidad del automatismo.

- Menos Cableado:

Las conexiones se reducen a la conexión de los captadores en las entradas (adquisición de los datos) y de los preaccionadores en las salidas (mando de potencia). Al efectuarse modificaciones y reglajes se facilita así el acceso a los diferentes órganos del automatismo.

- Mayor Comodidad:

El programa que sustituye el cableado, es un conjunto de gráficos que se puede introducir, modificar y activar fácilmente gracias al terminal de programación y de reglaje. Este programa se puede duplicar para las máquinas construídas en serie, ocasionando así una disminución de los costos.

- Más funcionalidades:

Para las máquinas especiales, las instalaciones complejas, los automatismos de la construcción, etc, el autómata programable ofrece las funciones de automatismos específicos integrados.

- Más informaciones:

El mantenimiento y la puesta a punto de un automatismo se facilitan por

- La visualización permanente del estado de las entradas y las salidas señaladas por los pilotos.
- El diálogo "Hombre-Máquina", asegurado por el constante enlace en tiempo real con el computador o gracias al modo conversacional de su terminal de programación y de reglaje.

3.1.4.- ESTRUCTURA DE UN AUTOMATA PROGRAMABLE

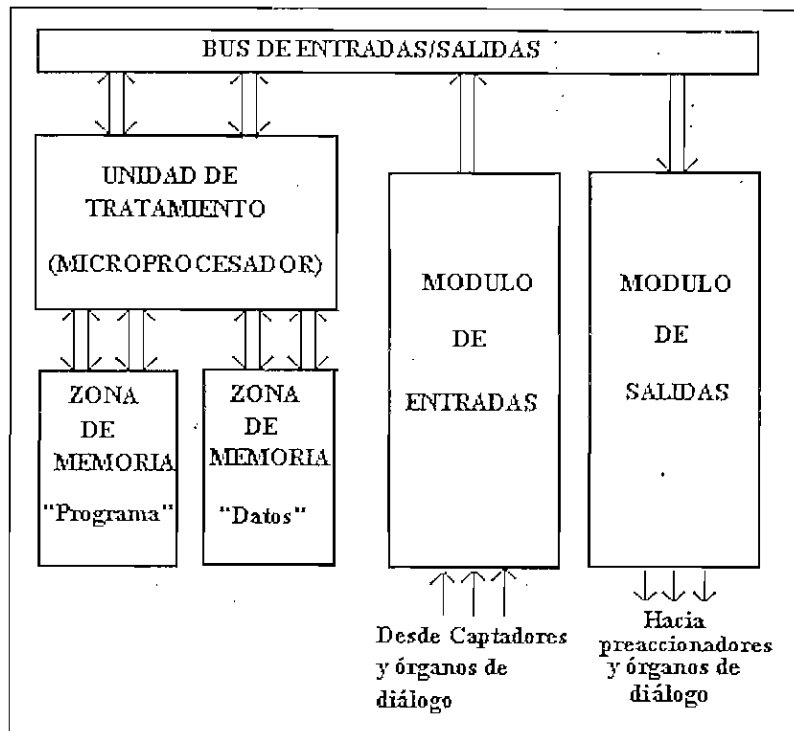


Fig. # 3.2

La figura # 3.2, ilustra la estructura interna simplificada de un autómata programable. Como se mira, éste se encuentra compuesto por un conjunto de módulos y cada uno de ellos asegura una función precisa.

Una descripción rápida y consisa de cada uno de ellos es la que se ve a continuación:

La parte de la memoria correspondiente a “programa”, es del tipo no volátil (EEPROM o EPROM), mientras que la memoria de “datos” es volátil (RAM), es por esto que para salvaguardar su contenido, es necesario mantenerla bajo tensión.

En lo que se refiere a la cantidad de memoria requerida para una aplicación, esto depende de dos factores:

- 1.- Longitud del programa y
- 2.- Número de entradas-salidas.

Para el cálculo de esta memoria, nos remitimos a una sugerencia establecida en la Ref.[8], que expresa lo siguiente: “ La cantidad de memoria se obtiene, multiplicando el número de instrucciones por el número de palabras usadas por cada instrucción”.

- **La Unidad de Tratamiento:** o microprocesador, es la parte "inteligente" del autómata programable. Ejecuta de modo continuo el programa en función de los datos contenidos en la memoria. El tiempo en que el microprocesador se demora en recorrer el programa completo, se denomina tiempo de escaneo o exploración (scan time), estos tiempos varían de acuerdo al tipo de procesador, tamaño de la memoria, y el número de entradas-salidas.

EL conjunto compuesto por la memoria y la unidad de tratamiento se llama **Unidad Central**.

- **El Módulo de Entradas:** convierte las señales eléctricas procedentes de los captosres y de los botones pulsadores en señales comprensibles por el PLC.

Luego, el microprocesador transfiere estas informaciones a la memoria de datos para memorizarlas.

- **El Módulo de Salidas:** transmite a los preaccionadores y a los órganos de diálogo las órdenes de mando y de señalización procedentes de la ejecución del programa. El microprocesador va a recoger estas órdenes en la memoria de datos y las transfiere al módulo de salidas donde se convierten en señales eléctricas.

El BUS de entradas-salidas, es el canal de comunicación entre la unidad central y los módulos de entrada-salidas.

3.1.5.- LENGUAJE DE PROGRAMACION

La potencia de un controlador programable, se ilustra no solo por el aspecto material (aplicación de componentes electrónicos de tecnología evolucionada), sino también por el aspecto del software, en el caso presente de nuestra aplicación, el controlador programable que se utilizará es un PLC TELEMECANIQUE TSX17, el cual está asociado a un lenguaje que se denomina PL7-2.

El PL7-2 es un lenguaje gráfico, constituido por esquemas de contactos, los cuales son una sucesión de “redes de contactos”, que transportan informaciones lógicas desde las entradas (provenientes de los captosres o sensores), hasta las salidas (mando de los preaccionadores).

El resultado depende de las funciones programadas (conjunto de instrucciones), las cuales establecen las operaciones sucesivas que el controlador programable debe ejecutar.

Como potencialidades del PLC TSX17 asociado al lenguaje PL7-2, se pueden establecer las siguientes, Ref. [10]:










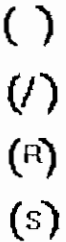
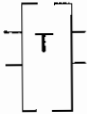
- Comunicación interautómatas;
- Función reloj -calendario;
- Entradas-salidas analógicas;
- Funciones de cálculos;

- Tratamiento en palabras;
- Entradas específicas al tratamiento rápido;
- Tratamiento rápido;
- Contaje rápido.

Las entradas-salidas del TSX17 se denominan “Todo o Nada”, ya que solamente pueden tomar dos estados (o niveles lógicos). En lo que se refiere al PL7-2, éste se encuentra constituido esencialmente por los siguientes tipos de símbolos:

- de prueba: lectura del estado de un bit en general (ejemplo: lectura del estado de un bit de entrada);
- de acción: transferir el resultado de una acción lógica a un bit (ejemplo: mando de una salida asociada a un órgano de mando);
- de bloques de funciones: funciones de automatismos integrados (ejemplo: temporizadores, contadores...);
- de bloques de operaciones: funciones de cálculo integradas (ejemplos: comparaciones, operaciones aritméticas, operaciones lógicas...).

En la tabla # 3.1, se observa un resumen respecto a estos símbolos gráficos, utilizados en los esquemas de contactos.

SIMBOLOS GRAFICOS DEL PL7-2		
SIMBOLOS GRAFICOS DE PRUEBA		Conexión horizontal: permite programar los elementos de serie
		Conexión vertical: permite programar los elementos en paralelo
		Contacto directo: prueba del estado del bit direccionado
		Contacto inverso: prueba del estado inverso del bit dirigido
SIMBOLOS GRAFICOS DE PRUEBA		Transferencia directa: transferencia de un resultado lógico al bit direccionado
		Transferencia inversa: transferencia de la inversión de un resultado lógico al bit direccionado
		"Enganche de la bobina": (SET) puesta a nivel lógico "1" del bit direccionado: El paso a "0" solo se puede efectuar por la "bobina de desenganche".
		"Desenganche de la bobina": (RESET) puesta a nivel lógico "0" del bit direccionado: El paso al "1" solo se puede efectuar por la "bobina de enganche".
		"Salto de programa": (JUMP) el mando de esta "bobina" (puesta en "1" del bit asociado), provoca la interrupción inmediata de la ejecución de la red en curso y una continuación del programa en la red designada por una etiqueta. La parte del programa comprendida entre la bobina "jump" y la red designada por la etiqueta (LABEL) no se ejecuta.
SIMBOLOS GRAFICOS DE PRUEBA		"Bobinas Salvaguardas": en caso de corte de tensión, los niveles lógicos de los bits direccionados se salvaguardan durante la primera revolución del ciclo.
		"Función Temporización": permite mandar, por retardo las acciones específicas.
	BLOQUES FUNCIONES	

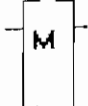
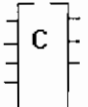
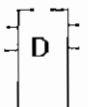
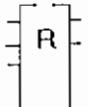
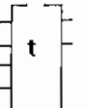






SIMBOLOS GRAFICOS DEL PL7-2		
BLOQUES FUNCIONES		"Función Monoestable": permite elaborar un impulso de una duración dada.
		"Función Contador": permite efectuar contajes o descontajes de acontecimientos o impulsos.
		"Función Programador Cíclico": su funcionamiento es similar al programador de levas: cambia de paso en función de acontecimientos externos o internos al TSX17-20.
BLOQUES FUNCIONES		"Función Registro": es un conjunto de "palabras" de 16 bits que permiten almacenar las informaciones: - en fila de espera: primero en entrar, primero en salir (FIFO). - en pila: último en entrar, primero en salir (LIFO).
		"Función Comunicación": permite los intercambios de bloques de textos.
BLOQUES OPERATORIOS		"Operaciones de comparaciones": mayor que, menor que, mayor o igual, menor o igual que, diferente a, igual a.
		"Operaciones aritméticas": +, -, x, /, REM.
		"Operaciones lógicas": Y, O, O exclusivo.
		"Operaciones de Conversiones": BCD a Binario, Binario a BCD, Binario a ASCII y ASCII a Binario.
		"Corrimiento": circular a derecha a izquierda.
	"Transferencia": de cadenas de bits o de cuadros de "palabras".	

TABLA # 3.1

Para efectos de la programación del autómata programable, se utiliza un computador personal, al cual previamente se lo carga con el software del lenguaje PL7-2 versión 5.0 que TELEMECANIQUE ofrece para estos casos.

Utilizando el computador personal, se tiene dos formas de trabajar con el PLC:

- 1.- “Modo desconectado” : bajo este modo, la realización del programa se efectúa en la memoria del computador, una vez finalizado, el programa se transfiere al PLC.

- 2.- “Modo conectado” : esto implica trabajar directamente en la memoria del PLC.

A continuación, se enumera una lista de funciones que el software hace factible:

- 1.- Ingreso y modificación del programa;

- 2.- Almacenamiento del programa en disco duro;

- 3.- Operaciones de transferencia entre el terminal y el PLC;

- 4.- Encontrar y reemplazar un item;

5.- Aplicación documentada e impresa (título de la página, información general, cableado, mnemonicos, comentarios del programa, referencias cruzadas);

6.- Almacenamiento de la documentación en disco duro.

Adicionalmente bajo el esquema de “modo conectado”, existe características adicionales como las siguientes:

1.- Programación en modo conectado;

2.- Depuración del programa;

3.- Ajuste de parámetros.

Un diagrama de bloques, resumiendo las funciones que posee este programa, se lo observa en la Tabla # 3.2.

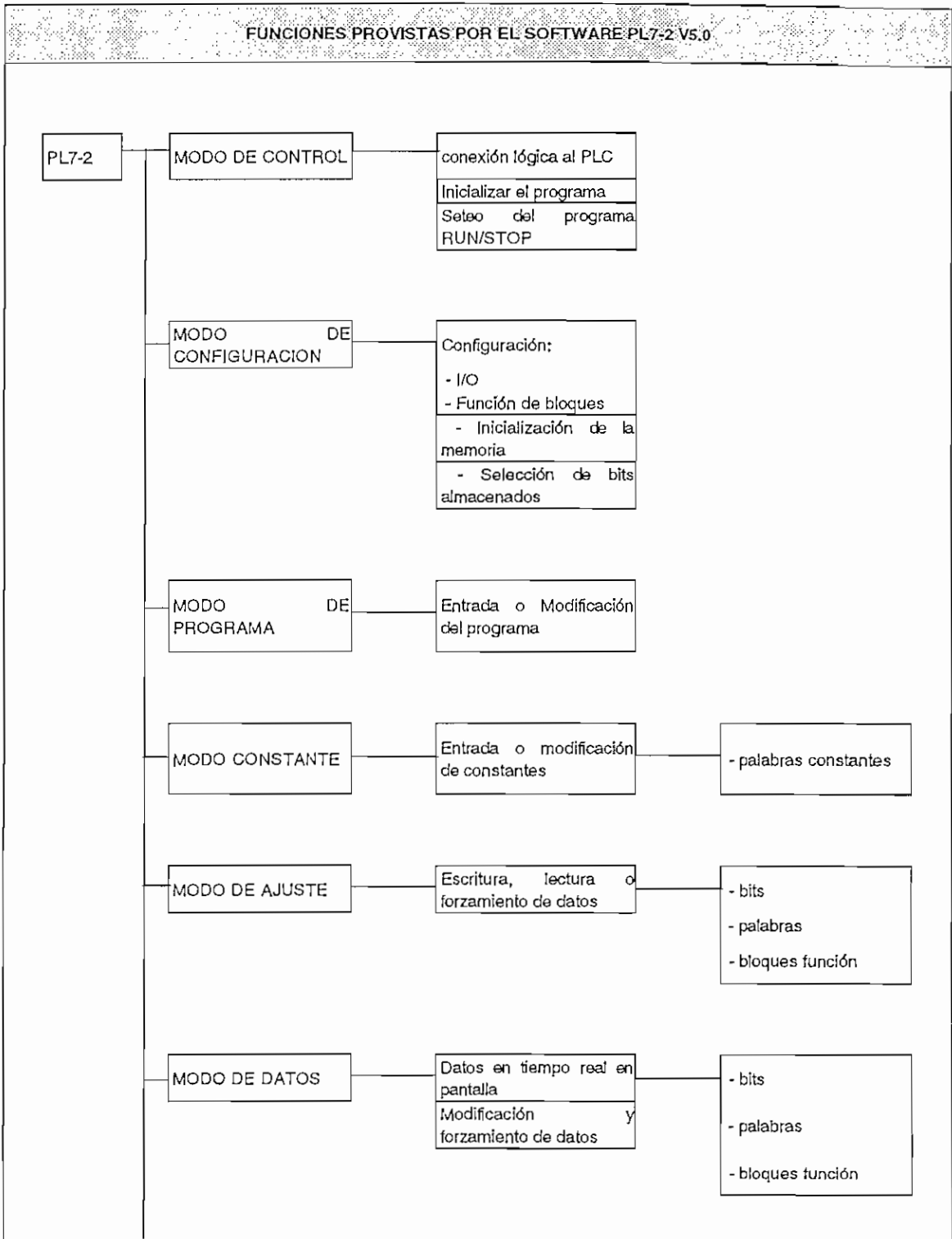


Tabla # 3.2

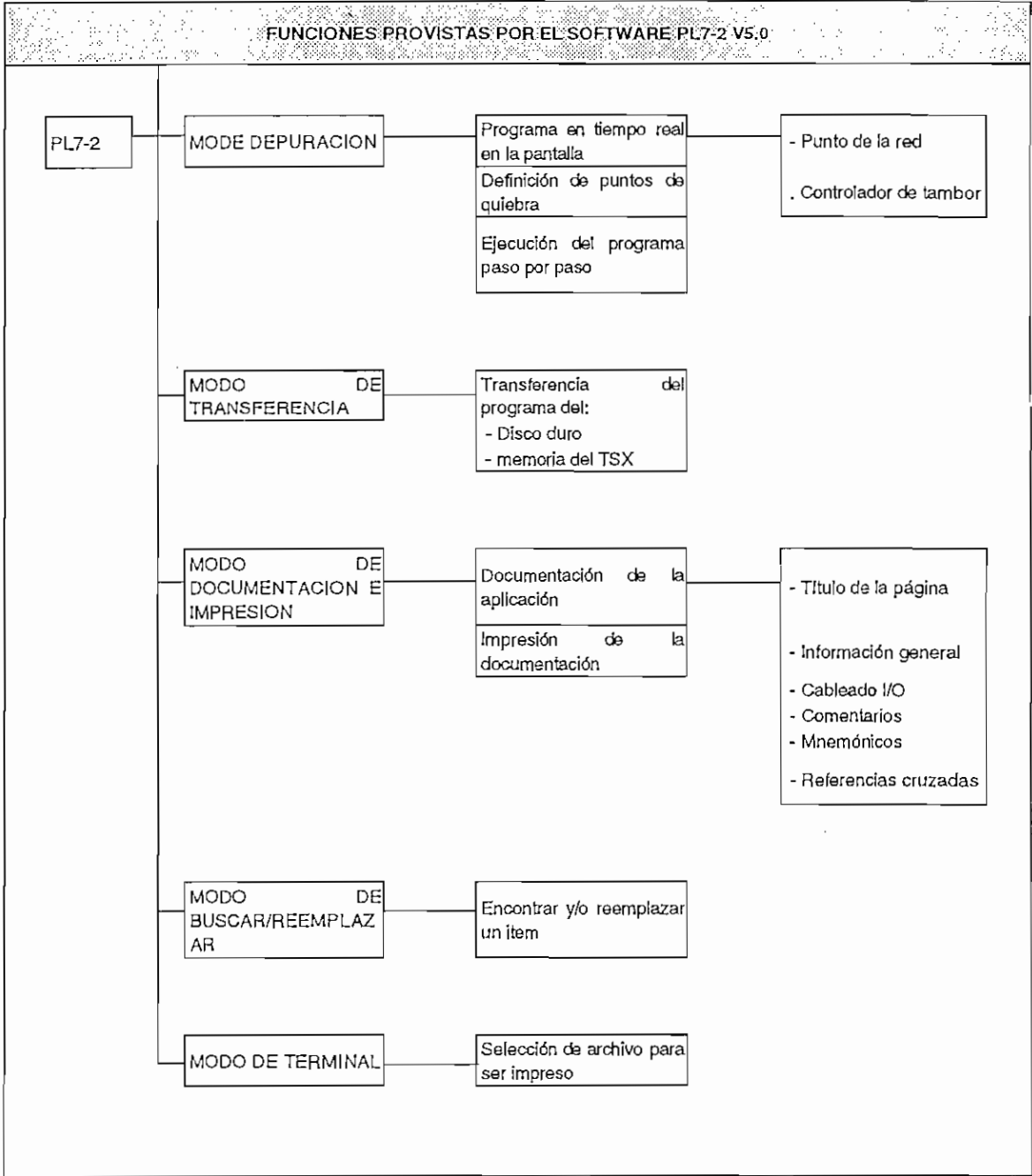


Tabla # 3.2

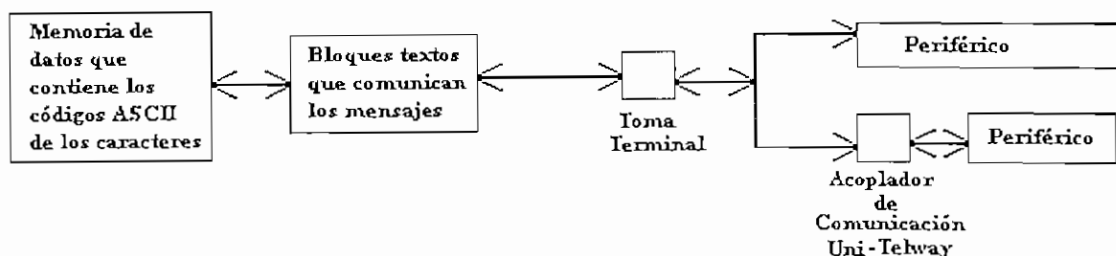
3.1.6.- COMUNICACION PLC (AUTOMATA PROGRAMABLE) vs. PC (COMPUTADOR PERSONAL)

En los ítems anteriores de este capítulo se han tratado aspectos un tanto generales de los PLCs, ahora corresponde empezar a especificar ciertas cosas, una de ellas es la comunicación PLC-Computador.

Tal como se lo dijo en el Capítulo II ítem 2.2.5.8, se va a utilizar las funciones bloque texto existentes en el PLC, estas permitirán un intercambio de mensajes codificados en ASCII, entre el programa (memoria de datos) del PLC y el computador.

Entendiéndose como un mensaje, a un conjunto de caracteres alfanuméricos contenidos en una tabla de palabras, cada uno de los cuales es codificado en 8 bits. El código utilizable se denomina: ASCII (American Standard Code Information Interchange), y el mismo es compatible con la noción de octetos (8 bits). Ejemplo: el código ASCII de la letra "A", expresado en hexadecimal, es "H41".

El TSX17-20 dispone de 8 bloques textos, dirigidos por TXT0 y TXT7.



Estos bloques textos pueden ser de dos tipos:

- 1.- Terminal (TER): intercambios entre el TSX17-20 y un periférico a través de la toma terminal
- 2.- Acoplador (CPL): intercambios entre el TSX17-20 y otro autómata programable, a través de la toma terminal y con la ayuda de un protocolo de comunicación especializado (Uni-Telway).

Los 8 bloques de textos se pueden activar simultáneamente en edición y/o recepción. Las solicitudes se toman en cuenta en su orden de llegada y se administran en una fila de espera. El TSX17-20 ejecuta un intercambio de un bloque texto por ciclo.

El código ASCII, además de los caracteres alfanuméricos, permiten codificar los caracteres de “control”, tales como:

- * “Carriage Return”: CR (código ASCII=H’0D’): retorno al comienzo de la línea.
- * “Line Feed”: LF (Código ASCII=H’0A’): salto a la línea
- * “Espacio”: SP (Código ASCII=H’20’): espacio entre dos caracteres.

3.1.6.1.- FUNCION BLOQUE TEXTO

La tabla # 3.3, agrupa las instrucciones gráficas que se utilizan para programar un bloque texto.

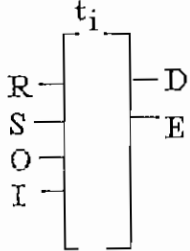
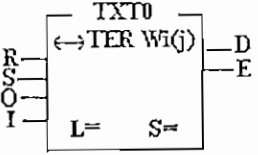
	<p>Entrada R: (Reset) “inhibición”, la puesta a “1” de esta entrada impide la toma en consideración de la entrada S. La puesta a “1” de esta entrada durante un intercambio, ocasiona su interrupción y posiciona los bits TXTi, D y TXTi,E, en el estado 1. El código de error está contenido en la palabra estado: TXTi,S.</p> <p>Entrada S: (Start) “Comienzo”, en el frente ascendente provoca el lanzamiento del intercambio definido por las entradas I y O, si la salida D está a “1” y la entrada R está a “0”.</p> <p>Entrada O: (Out) “emisión”, la puesta al estado “1” de esta entrada posiciona el bloque texto en emisión (1).</p> <p>Entrada I: (In) “recepción”, la puesta al estado “1” de esta entrada posiciona el bloque texto en recepción</p> <p>Salida D: (Done) “intercambio terminado”, el bit asociado: Txti,D indica que el mensaje se ha emitido y/o recibido. Si el bit TXTi, está a “0”, el bit TXTi,D indica que el intercambio se ha terminado pero el mismo es erróneo.</p> <p>Salida E: (Error) “error de intercambio”, el bit asociado: TXTi,E está a “1” si el intercambio no se ha terminado. El tipo de error se indica por la palabra estado: TXTi,S.</p>
	<p>Parámetro L: Longitud de la tabla de emisión, en cantidad de caracteres.</p> <p>Parámetro S: La palabra asociada: estado TXTi,S contiene la cantidad de caracteres recibidos si el bit de salida E (intercambio erróneo) está a “0”. Si el bit de salida E está a “1”, la palabra TXTi,S contiene el código de error que se ha producido durante el intercambio. Esta palabra no se puede escribir por programa.</p> <p>Código de error de estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - TXTi,S=1: intercambio anulado por RESET - TXTi,S=2: error longitud de tabla - TXTi,S=3: mensaje rechazado - TXTi,S=7: error de conversión - TXTi,S=11: tipo de bloque texto no administrado <p>TER: Bloque texto utilizado en modo terminal</p> <p>CPL: Bloque texto utilizado en modo ACOPLADOR</p> <p>Wi(j): Definición de la tabla de recepción: dirección del comienzo: Wi y cantidad de caracteres: j</p>

Tabla # 3.3

3.1.6.2.-COMO DEFINIR UNA TABLA DE DATOS

Para recibir un mensaje por medio de un bloque texto, es necesario definir la tabla de palabras W_i en la que el mismo se salvaguardará: dirección del comienzo de la tabla y cantidad de octetos. Esta tabla se denomina **tabla de recepción**. El mismo solo puede contener 30 octetos a la vez (mensaje a recibir menor o igual a 30 caracteres).

Para emitir un mensaje por medio de un bloque texto, es necesario indicar la tabla de palabras que contiene este mensaje (dirección de comienzo y longitud). La misma se denomina **tabla de emisión**. Esta tabla:

- solo puede contener 30 octetos a la vez (mensaje a emitir menor o igual a 30 caracteres).
- debe estar obligatoriamente a continuación de la tabla de recepción.

Ejemplo $W8(12)$ y $L=10$ significa:

- Tabla de recepción $W8$ a $W12$ (10 caracteres, por lo tanto 5 palabras),

3.1.6.3.- COMO ORDENAR LOS CARACTERES EN UNA TABLA

En el caso de la recepción del mensaje: “MARCHA” por ejemplo, los caracteres se ordenarán en la tabla de recepción como se ve en el cuadro

rango F	rango 0	
A	M	palabra W_i
C	R	palabra W_{i+1}
A	H	palabra W_{i+2}

Para emitir el mensaje: “DATO =”, por ejemplo, los caracteres se deben ordenar en la tabla de emisión como lo indica la tabla siguiente. Cuando el computador visualiza el mensaje, los caracteres se ordenan en un orden legible.

rango F	rango 0	
A	D	palabra W_i
O	T	palabra W_{i+1}
=	espacio	palabra W_{i+2}

3.1.6.4.- EMISION Y RECEPCION DE MENSAJES

3.1.6.4.1.- EMISION:

Al estar la entrada “Reset” en el estado “0” y la entrada “OUT”:O en el estado “1”, la aparición de un frente ascendente en la entrada “Comienzo”: S provoca la emisión de L caracteres que constituyen el mensaje.

Tan pronto finaliza la emisión, el bit $TXT_{i,D}$ asociado a la salida D, vuelve a pasar a "1". La puesta a "1" de la entrada "RESET" provoca el bloqueo del intercambio en curso, la puesta a "1" del bit $TXT_{i,D}$ y del bit $TXT_{i,E}$.

Si el bloque se utiliza únicamente en emisión, la tabla de emisión puede estar constituida por palabras constantes.

3.1.6.4.2.- RECEPCION:

Al estar la entrada "Reset" en el estado "0" y la entrada "IN": I en el estado "1", la aparición de un frente ascendente en la entrada "Comienzo": S posiciona el bloque en espera de recepción de un mensaje.

Los caracteres recibidos solo se ordenan en la tabla de recepción cuando el TSX17-20 recibe el código de fin de recepción: caracter de control "CR", (retorno de carro). Ejemplo un mensaje enviado por el terminal (bloque texto en recepción) se debe validar por medio de la tecla "ENTER". Esta instrucción constituye en este caso el código de fin de recepción.

Los caracteres recibidos se pueden enviar en eco en la línea si la unión se ha configurado en posición ECO.

El bit $TXT_{i,D}$ asociado con la salida D vuelve a pasar a "1" al final de la recepción. La puesta a "1" de la entrada "RESET" provoca el bloqueo del intercambio en curso, la puesta a "1" del bit $TXT_{i,D}$ y del bit $TXT_{i,E}$.

3.1.6.4.3.- EMISION-RECEPCION:

Al estar la entrada “RESET” en el estado “0” y la entrada “OUT”:O y la entrada “IN”: I en el estado “1”, la aparición de un frente ascendente en la entrada “Comienzo”:S posiciona el bloque texto en emisión. Una vez emitido el mensaje, el bloque se posiciona entonces en espera de recepción. Entonces el funcionamiento es idéntico al de recepción.

R=0	S=1	I=1	O=0	Recepción
R=0	S=1	I=0	O=1	Emisión
R=0	S=1	I=1	O=1	Emisión seguida de recepción
R=1	S=0/1	I=0/1	O=0/1	No hay posibilidad de intercambio en curso

3.2.- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

3.2.1.- DESCRIPCION DEL SISTEMA

De acuerdo al diagrama de montaje fig.# 5.2, pag. # 153, es claro que el sistema consta de dos transferencias automáticas, cada una de ellas posee tres selectores, uno de dos posiciones y los otros dos restantes de una sola.

El programa ha elaborar en el PLC, será diseñado de tal forma que sus salidas permitan controlar lo siguiente :

- estado de los breakers correspondientes al suministro de energía desde el lado de la empresa eléctrica

- estado de los breakers correspondientes al suministro de energía desde el lado de los generadores
- estado del breaker de unión entre barras
- estado del breaker Br2, correspondiente al alimentador del tablero TLS1. Aquí es necesario recalcar que no se ha podido controlar un número mayor de cargas, debido al número limitado de salidas del PLC (12 en total).

Cada generador tiene tres indicadores, el primero corresponde a la señal de aviso de falla eléctrica o mecánica, enviada desde el generador ; el segundo simula el funcionamiento de un supervisor de red y el tercero muestra cuando una señal de parada es enviada al generador.

El supervisor de red de la energía proveniente de la Empresa Eléctrica, es simulado con un selector de una posición. Adicionalmente existen otros dos switches, los cuales simulan emergencia y nivel bajo de combustible, respectivamente.

Otros seis selectores de una posición, simulan los contactos auxiliares de los breakers motorizados.

A continuación describamos como el sistema funcionará bajo las diferentes circunstancias a las cuales se verá sometido.

3.2.1.1.- ESTADO DE EMERGENCIA

Este estado considera tres situaciones, las cuales son :

- estado de los breakers correspondientes al suministro de energía desde el lado de los generadores
- estado del breaker de unión entre barras
- estado del breaker Br2, correspondiente al alimentador del tablero TLS1. Aquí es necesario recalcar que no se ha podido controlar un número mayor de cargas, debido al número limitado de salidas del PLC (12 en total).

Cada generador tiene tres indicadores, el primero corresponde a la señal de aviso de falla eléctrica o mecánica, enviada desde el generador ; el segundo simula el funcionamiento de un supervisor de red y el tercero muestra cuando una señal de parada es enviada al generador.

El supervisor de red de la energía proveniente de la Empresa Eléctrica, es simulado con un selector de una posición. Adicionalmente existen otros dos switches, los cuales simulan emergencia y nivel bajo de combustible, respectivamente.

Otros seis selectores de una posición, simulan los contactos auxiliares de los breakers motorizados.

A continuación describamos como el sistema funcionará bajo las diferentes circunstancias a las cuales se verá sometido.

3.2.1.1.- ESTADO DE EMERGENCIA

Este estado considera tres situaciones, las cuales son :

3.2.1.1.1.- FALLA EMPRESA ELECTRICA

Considerando de que al arrancar el sistema, la energía proveniente de la empresa eléctrica es normal, el programa iniciará cerrando los breakers EE1, EE2 y Br2, luego dejará transcurrir un pequeño lapso de tiempo y cerrará Bb12. Es menester recalcar que el breaker Br2 actuará siempre y cuando se encuentre habilitado de acuerdo al horario establecido o se encuentre en forzado.

Esta es la condición normal del sistema y allí se mantendrá indefinidamente mientras no cambie las condiciones actuales.

Al simular falla en la empresa eléctrica, los breakers EE1, EE2, Bb12 y Br2 se abrirán inmediatamente, mientras que el arranque de los generadores se retardará por un intervalo de tiempo con el fin de confirmar la falla. Si dentro del lapso de tiempo retorna la energía, entonces se volverán a cerrar EE1, EE2, Bb12 y Br2, pero si por el contrario, la falla de la empresa eléctrica persiste, los dos generadores arrancarán, el número de intentos son 3, existiendo entre uno y otro 5 segundos.

Una vez que los generadores han arrancando, el programa deja transcurrir un intervalo de tiempo antes de ejecutar alguna otra acción, tiempo que es utilizado para su calentamiento, cuando estos se encuentran ya listos para ser transferidos, entonces se han de cerrar los breakers GEN-01 y GEN-02, luego de lo cual se cierra Br2.

En este estado. analicemos algunas eventualidades que pueden darse:

Falla en el generador uno.- Con el fin de evitar cualquier daño mayor, al producirse falla, se enviará en forma inmediata la señal de parada, Br2 se abrirá y se dejará transcurrir un cierto tiempo, luego de lo cual se cerrarán simultáneamente Bb12 y Br2, con lo cual el generador dos se mantendrá suministrando energía tanto a la barra uno como a la dos.

Falla en el generador dos.- Al igual que en el caso anterior si el generador dos falla, el programa manda a apagarlo inmediatamente, luego se dejará pasar un tiempo y se procederá al cierre de Bb12, con lo cual el generador uno alimentará a las dos barras.

Tanto en esta condición como en la anterior, si el generador es reparado, se volverá a repetir la secuencia de arranque para este equipo.

Retorno de la energía normal.- Al cesar la falla en la red de la empresa eléctrica, el programa deja transcurrir un intervalo de tiempo antes de mandar abrir a GEN-01 y GEN-02 y a cerrar EE-01, EE-02 y Bb12. Esto con la intención de confirmar el despeje de la falla, en lo que respecta a Br2 este se mantendrá cerrado, asegurando que la retransferencia sea lo más rápida posible.

Una vez efectuada la retransferencia, los generadores se mantendrán funcionando en vacío, esto hasta que se enfríen, una vez transcurrido ese tiempo, se enviará la señal de parada a estos, la misma que debe ser contestada mediante los supervisores de red de los generadores.

3.2.1.1.2.- SITUACION DE EMERGENCIA

Cuando se genera una situación de emergencia, son tres las cosas que se deben dar:

- Desconexión del suministro desde el lado de la empresa eléctrica
- Desconexión de todas las cargas y
- Alimentación al tablero de bombas, desde cualquiera de los dos generadores.

Pasemos a describir lo que sucede cuando se presenta una señal de emergencia, bajo dos situaciones diferentes :

Sistema en estado normal.- Se llama estado normal, aquel en el cual la cargas son alimentadas con energía de la empresa eléctrica, bajo estas condiciones al generarse una señal de emergencia se produce lo siguiente:

- Se abren los breakers correspondientes al suministro de energía proveniente de la empresa eléctrica
- Se desconectan todas las cargas
- Se manda a arrancar al generador uno, si este arranca satisfactoriamente, se cerrarán GEN-01 y Bb12. Por lo contrario, si el generador uno falla, se intenta con el generador dos, si este funciona correctamente, se procederá a cerrar el breaker GEN-02.

Falla empresa eléctrica.- En este caso depende de que si los dos generadores se encuentran suministrando de energía a las cargas.

Supongamos que los dos están funcionando adecuadamente, en este caso, al darse señal de emergencia se produce lo siguiente:

- Se abren las cargas
- Se abre GEN-02
- Se manda a apagar el generador dos.

Ahora supongamos que el generador uno esta en malas condiciones, y solo el generador dos esta en condiciones óptimas, en este caso se mandará abrir las cargas y se mantendrá cerrado GEN-02.

3.2.1.1.3.- BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE

Esta señal inhibe cualquier tentativa de arranque en cualquiera de los dos generadores, tanto en test o en auto. Se exceptúa el caso de emergencia.

3.2.1.1.2.- ESTADO DE TEST

Al tener dos transferencias automáticas, si queremos efectuar un test sobre cualquiera de los dos generadores, bastará con colocar el switch # 1 de la TTA-01/02, en posición de prueba, para que se desencadene las secuencias de test previstas.

Es necesario recalcar, que basta que una de las dos transferencias se encuentren en test para que se inhabilita el funcionamiento automático de todo el sistema, creemos que el sistema debe funcionar así, en aras a precautelar la seguridad del personal que efectúa labores de mantenimiento en los generadores.

El sistema estando en test, generará automáticamente una señal de parada sobre el generador solo si existe de por medio una alarma de bajo nivel de combustible.

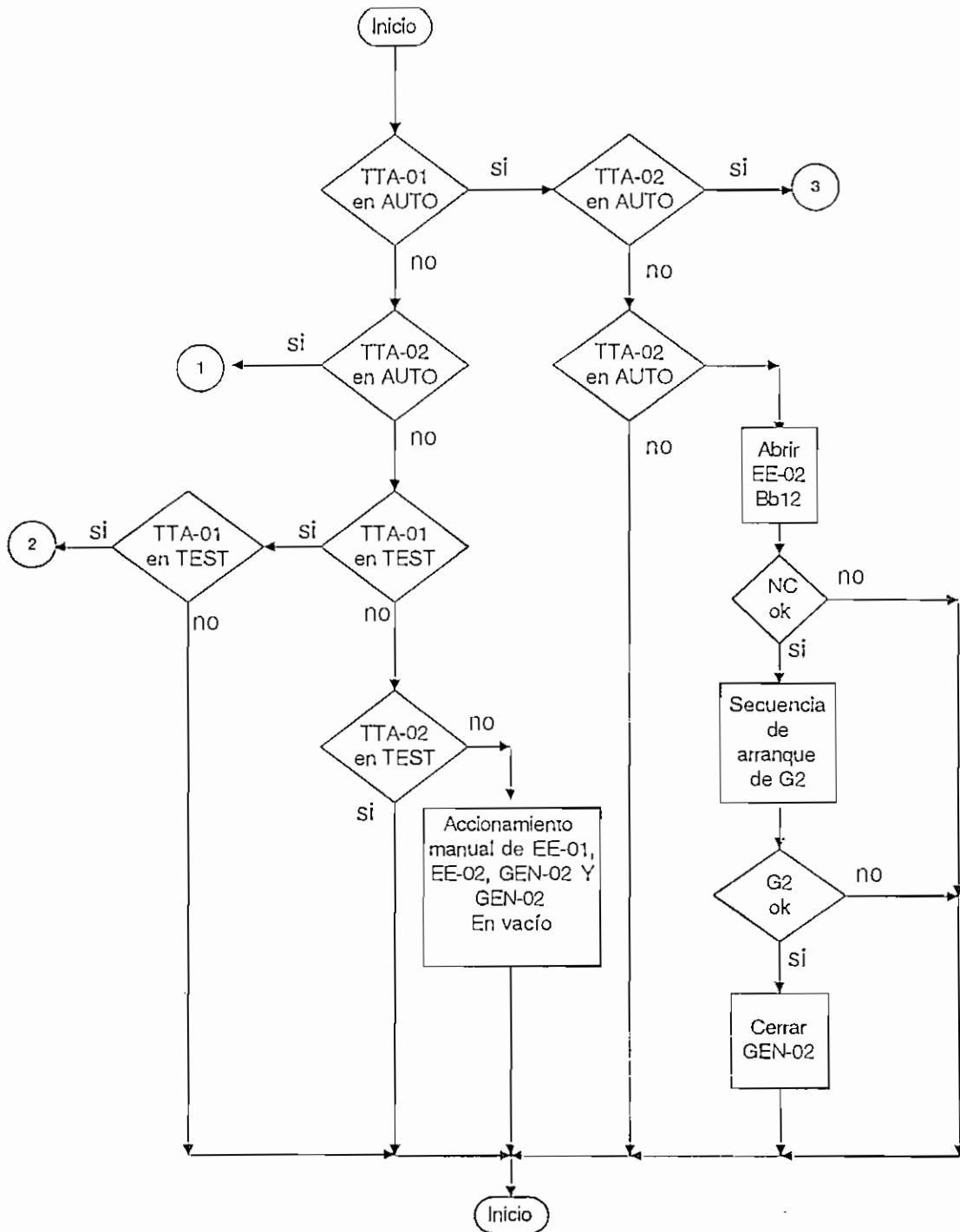
La finalización del test, se produce al retornar al switch # 1 a la posición manual, aquí habrá que esperar a que el equipo se apaga antes de retornar a la posición de auto. Se puede dar el casos de que sin embargo de mantener el switch en esta posición, el programa no envíe señal de apagado al generador, esto se debe a que el sistema mantiene una falla a nivel de la red de la empresa eléctrica o existe de por medio una situación de emergencia. En tal caso será necesario mover al switch a la posición auto para que se generen las secuencias respectivas.

3.2.1.3.- ESTADO MANUAL

Si se necesita hacer mantenimiento a uno de los generadores, basta ubicar el switch # 1 de la TTA-01/02, en la posición manual.

El posicionamiento en manual de una de las dos transferencias, no afecta al sistema que se encuentra en estado normal. Pero toda la acción automática de las transferencias se vera inhabilitada. Esto al igual que para el caso de los test, es por cuestiones de seguridad del personal que realizará el mantenimiento al equipo.

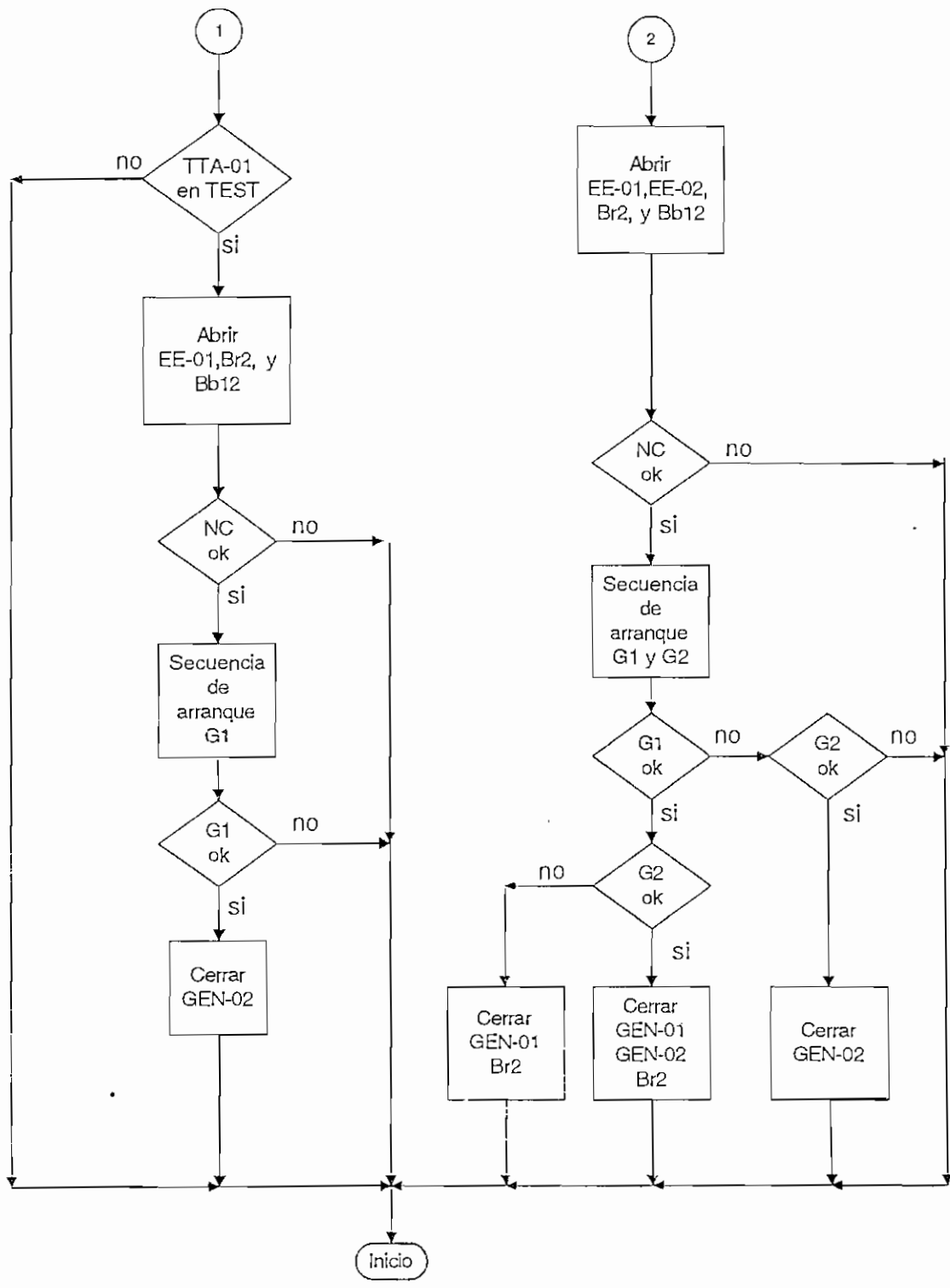
Con las dos transferencias en manual, se puede probar el funcionamiento de los breakers GEN-01, GEN-02, EE-01 y EE-02.

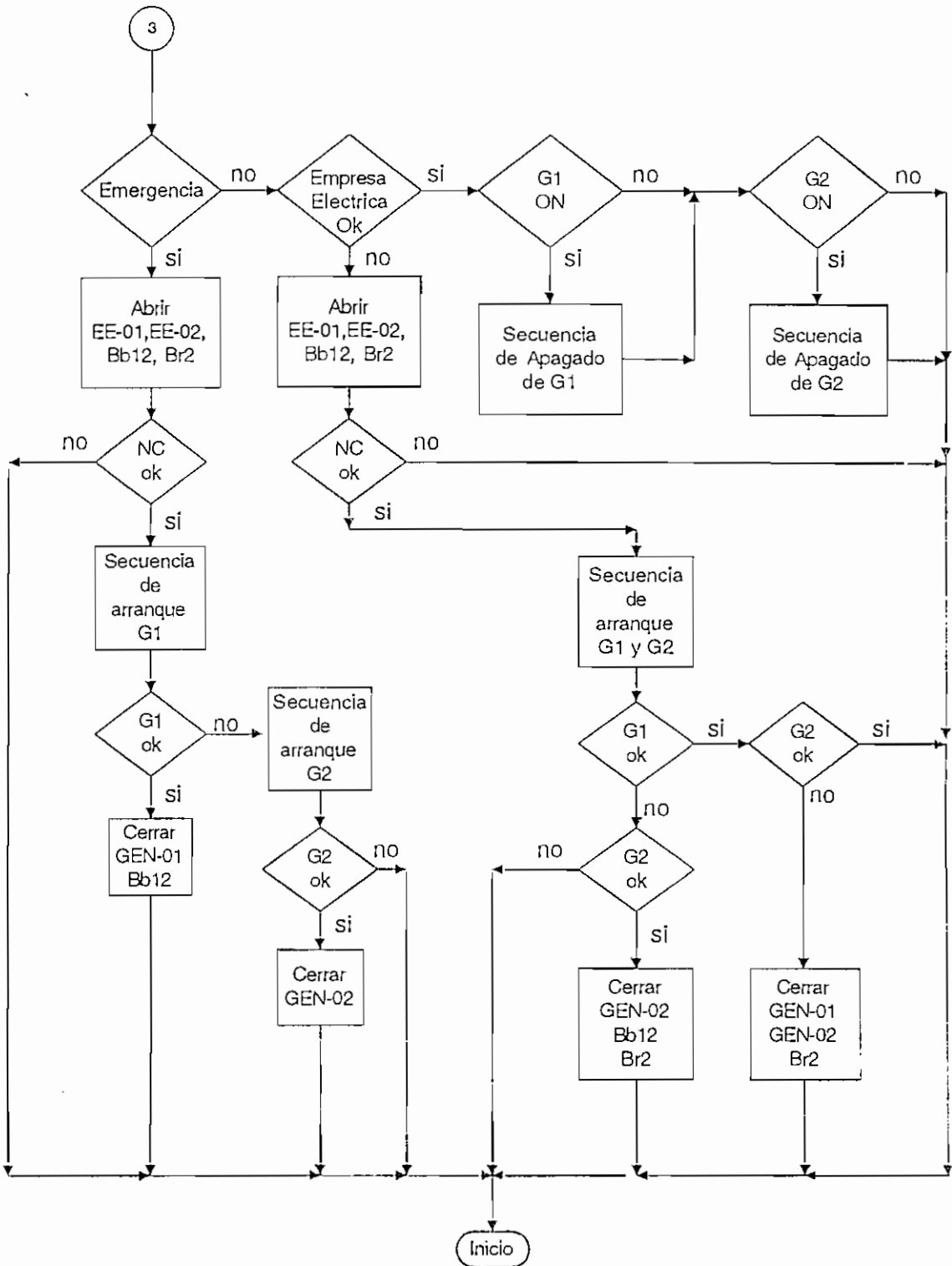


NC = Nivel de Combustible

TTA-01 = Transferencia automática uno

TTA-02 = Transferencia automática dos





3.3.- EJECUCION DE LA PROGRAMACION

Una vez claros en cuanto al funcionamiento de todos los equipos que conforman la aplicación, así como de los requerimientos operativos del sistema, entonces se puede empezar a ejecutar la programación. Para cumplir satisfactoriamente dicha finalidad existe una serie de pasos que se tiene que ir ejecutando:

3.3.1.-DETERMINACION DEL NUMERO DE ENTRADAS-SALIDAS

En este ítem, se definirá exactamente el número de entradas que la aplicación necesita. En función de esto se podrá definir, el arreglo del autómata más adecuado; es decir el número de extensiones que se necesitarán, ello de acuerdo a lo que TELEMECANIQUE ofrece en el mercado.

Las tablas # 3.4 y tabla # 3.5, muestran las entradas - salidas necesarias, respectivamente:

NUMERO DE ENTRADAS NECESARIAS

#	DESCRIPCION
1	Botón de emergencia
2	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-BOM/INC)
3	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LS1)
4	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-S1)
5	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-ASC1)
6	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN1)
7	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN2)
8	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-1)
9	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-2)
10	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-BOM)
11	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-ASC2)
12	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-VENT)
13	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN3)
14	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN4)
15	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-3)
16	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-4)
17	Contacto auxiliar breaker de protección en baja tensión (BP)
18	Contacto auxiliar breaker del generador uno (Gen1) ubicado en (T-TA1)
19	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE1) ubicado en (T-TA1)
20	Contacto auxiliar breaker del generador dos (Gen2) ubicado en (T-TA2)

Tabla # 3.4

NUMERO DE ENTRADAS NECESARIAS

continuación...

#	DESCRIPCION
21	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE2) ubicado en (T-TA2)
22	Contacto auxiliar breaker de protección de la barra uno (Bb-1)
23	Contacto auxiliar breaker de protección de la barra dos (Bb-2)
24	Contacto auxiliar breaker de unión entre barras (Bb1-2)
25	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto
26	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba
27	Selector de una posición Sw2, breaker GEN1 (ON-OFF)
28	Selector de una posición Sw3, breaker EE1 (ON-OFF)
29	Señal de falla GEN2
30	Señal del supervisor de voltaje desde el lado de la empresa eléctrica
31	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del generador uno
32	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto
33	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba
34	Selector de una posición Sw2, breaker GEN2 (ON-OFF)
35	Selector de una posición Sw3, breaker EE2 (ON-OFF)
36	Señal de falla GEN2
37	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del generador dos
38	Señal de entrada, sensor de bajo nivel de combustible
39	Señal de entrada, sensor de sobre temperatura del generador uno
40	Señal de entrada, sensor de bajo presión de aceite en el motor del grupo uno
41	Señal de entrada, sensor de sobre temperatura del generador dos
42	Señal de entrada, sensor de bajo presión de aceite en el motor del grupo dos

Tabla # 3.4

NUMERO DE SALIDAS NECESARIAS

#	DESCRIPCION
1	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LS1)
2	Motor breaker del alimentador al tablero (T-S1)
3	Motor breaker del alimentador al tablero (T-ASCI)
4	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN1)
5	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN2)
6	Motor breaker del alimentador al tablero (T-BOM)
7	Motor breaker del alimentador al tablero (T-ASC2)
8	Motor breaker del alimentador al tablero (T-VENT)
9	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN3)
10	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN4)
11	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR1)
12	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR2)
13	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR3)
14	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR4)
15	Motor breaker Gen1, generador uno
16	Motor breaker EE1, empresa eléctrica
17	Arranque del generador uno
18	Parada del generador uno
19	Falla del generador uno
20	Motor breaker Gen2, generador dos
21	Motor breaker EE2, empresa eléctrica
22	Arranque del generador dos
23	Parada del generador dos
24	Falla del generador dos
25	Motor breaker Bb1-2, unión entre barras

Tabla # 3.5

3.3.2.- TAMAÑO DEL AUTÓMATA PROGRAMABLE

El tamaño de un autómata programable depende directamente del número de entradas-salidas, así como de la naturaleza de las mismas (digitales, analógicas, etc).

En ciertos casos, esa combinación del número y naturaleza de entradas-salidas, implica que el autómata programable necesite varios módulos, en ese caso uno de ellos se denominará base y los demás extensiones.

El módulo base. se lo conoce así, ya que controla a todas las extensiones, debido a dos circunstancias :

- 1.- Posee el programa de control y
- 2.- Esta intercomunicado con todas ellas.

Aquí aparece un detalle que debe ser considerado a la hora de definir algún tipo de arreglo, se refiere al número máximo de extensiones que un autómata programable puede controlar. Para el caso del PLC TSX17 de TELEMECANIQUE ese número es tres.

Para la aplicación presente, el número de entradas es 42 y el de salidas es 25, en función de estas cantidades y de la información respecto a lo que TELEMECANIQUE tiene, Anexo 3, Ref. [11], se puede establecer que el arreglo más adecuado es:

ARREGLO DEL AUTOMATA PROGRAMABLE					
	Alimentación	Numero de E/S	# Entradas	# Salidas	Referencia
Base	110...240VAC	34	22E a 110VAC	12 S. relé	TSX17 3428
Extensión uno	110...240VAC		22E a 110VAC	12 S. relé	TSXDMF344A
Extensión dos				6 S. relé	TSXDSF635
TOTAL			44	30	

3.3.3.- DISTRIBUCION DE ENTRADAS-SALIDAS

Una vez definido el arreglo del autómata programable, se procede a la distribución de entradas-salidas en los diferentes módulos, cabe recordar que el direccionamiento de entradas-salidas, para cuando se posee una serie de módulos es de la siguiente forma:

Una entrada o salida se la expresa como $(X_{a,b})$, donde

- $X = I$ o $X = O$, dependiendo si es entrada o salida, respectivamente;
- $a =$ Número del módulo, para la base se utiliza el número 0, 1 para la primera extensión y 2 para la segunda;
- $b =$ Posición en el módulo propiamente dicho.

En el caso de la aplicación presente, tenemos un PLC base y tres extensiones, de tal forma que las entradas-salidas, en ellos se distribuirán, entre los siguientes límites:

ENTRADAS			
	DESDE	HASTA	TOTAL
MODULO BASE	1 0,0	1 0,21	22
EXTENSION UNO	1 1,0	1 1,21	22
EXTENSION DOS	-----	-----	0
			44

SALIDAS			
	DESDE	HASTA	TOTAL
MODULO BASE	0 0,0	0 0,11	12
EXTENSION UNO	0 1,0	0 1,11	12
EXTENSION DOS	0 2,0	0 2,5	6
			30

La tabla # 3.6 y tabla # 3.7, ilustran la distribución final de entradas-salidas, para esta aplicación.

ASIGNACION DE ENTRADAS EN EL CONTROLADOR PROGRAMABLE :		
Entrada	Descripción	Referencia
BASE		
I 0,0	Botón de emergencia	
TRANSFERENCIA AUTOMATICA UNO		
I 0,1	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto	
I 0,2	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba	
I 0,3	Selector de una posición Sw2, breaker GEN1 (ON-OFF)	
I 0,4	Selector de una posición Sw3, breaker EE1 (ON-OFF)	
I 0,5	Señal de falla GEN1	
I 0,6	Señal del supervisor de voltaje desde el lado de la empresa eléctrica	
I 0,7	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del generador uno	
TRANSFERENCIA AUTOMATICA DOS		
I 0,8	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto	
I 0,9	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba	
I 0,10	Selector de una posición Sw2, breaker GEN2 (ON-OFF)	
I 0,11	Selector de una posición Sw3, breaker EE2 (ON-OFF)	
I 0,12	Señal de falla GEN2	
I 0,13	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del generador dos	
CONTACTOS AUXILIARES		
I 0,14	Contacto auxiliar breaker del generador uno (Gen1) ubicado en (T-TA1)	
I 0,15	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE1) ubicado en (T-TA1)	
I 0,16	Contacto auxiliar breaker del generador dos (Gen2) ubicado en (T-TA2)	
I 0,17	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE2) ubicado en (T-TA2)	
I 0,18	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LS1)	
I 0,19	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-BOM)	
I 0,20	Contacto auxiliar breaker de unión entre barras (Bb1-2)	
MONITOREO GENERADOR UNO		
I 0,21	Señal de entrada, sensor de bajo nivel de combustible	

ASIGNACION DE ENTRADAS EN EL CONTROLADOR PROGRAMABLE :		
Entrada	Descripción	Referencia
EXTENSION UNO		
MONITOREO GENERADOR UNO		
I 1,0	Señal de entrada, sensor de sobre temperatura del generador uno	
I 1,1	Señal de entrada, sensor de bajo presión de aceite en el motor del grupo uno	
MONITOREO GENERADOR DOS		
I 1,2	Señal de entrada, sensor de sobre temperatura del generador dos	
I 1,3	Señal de entrada, sensor de bajo presión de aceite en el motor del grupo dos	
CONTACTOS AUXILIARES		
I 1,4	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-BOM/INC)	
I 1,5	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-S1)	
I 1,6	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-ASC1)	
I 1,7	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN1)	
I 1,8	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN21)	
I 1,9	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-1)	
I 1,10	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-2)	
I 1,11	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-ASC2)	
I 1,12	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-VENT)	
I 1,13	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN3)	
I 1,14	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LTN4)	
I 1,15	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-3)	
I 1,16	Contacto auxiliar breaker del alimentador al (UPS-4)	
I 1,17	Contacto auxiliar breaker de protección de la barra uno (Bb-1)	
I 1,18	Contacto auxiliar breaker de protección de la barra dos (Bb-2)	
I 1,19	Contacto auxiliar breaker de protección en baja tensión (BP)	
I 1,20	Reserva	
I 1,21	Reserva	

Tabla # 3.6

ASIGNACION DE SALIDAS EN EL CONTROLADOR PROGRAMABLE :		
SALIDA	COMENTARIO	REFER.
B A S E		
TRANSFERENCIA AUTOMATICA UNO		
O 0,0	Motor breaker Gen1, generador uno	
O 0,1	Motor breaker EE1, empresa eléctrica	
O 0,2	Arranque del generador uno	
O 0,3	Parada del generador uno	
O 0,4	Falla del generador uno	
TRANSFERENCIA AUTOMATICA DOS		
O 0,5	Motor breaker Gen2, generador dos	
O 0,6	Motor breaker EE2, empresa eléctrica	
O 0,7	Arranque del generador uno	
O 0,8	Parada del generador dos	
O 0,9	Falla del generador dos	
O 0,10	Motor breaker Bb1-2, unión entre barras	
O 0,11	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LS1)	
E X T E N S I O N - U N O		
O 1,0	Motor breaker del alimentador al tablero (T-S1)	
O 1,1	Motor breaker del alimentador al tablero (T-ASC1)	
O 1,2	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN1)	
O 1,3	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN2)	
O 1,4	Motor breaker del alimentador al tablero (T-BOM)	
O 1,5	Motor breaker del alimentador al tablero (T-ASC2)	
O 1,6	Motor breaker del alimentador al tablero (T-VENT)	
O 1,7	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN3)	
O 1,8	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LTN4)	
O 1,9	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR1)	
O 1,10	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR2)	
O 1,11	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR3)	
E X T E N S I O N - D O S		
O 2,0	Shunt trip breaker del alimentador al tablero (T-TR4)	
O 2,1	Reserva	
O 2,2	Reserva	
O 2,3	Reserva	
O 2,4	Reserva	
O 2,5	Reserva	

Tabla # 3.7

3.3.4.- PROGRAMACION

3.3.4.1.- RESUMEN DE ENTRADAS-SALIDAS

De acuerdo a la figura # 3.3, y desde un punto de vista de los componentes del sistema, enlistemos las entradas-salidas a considerarse para la programación.

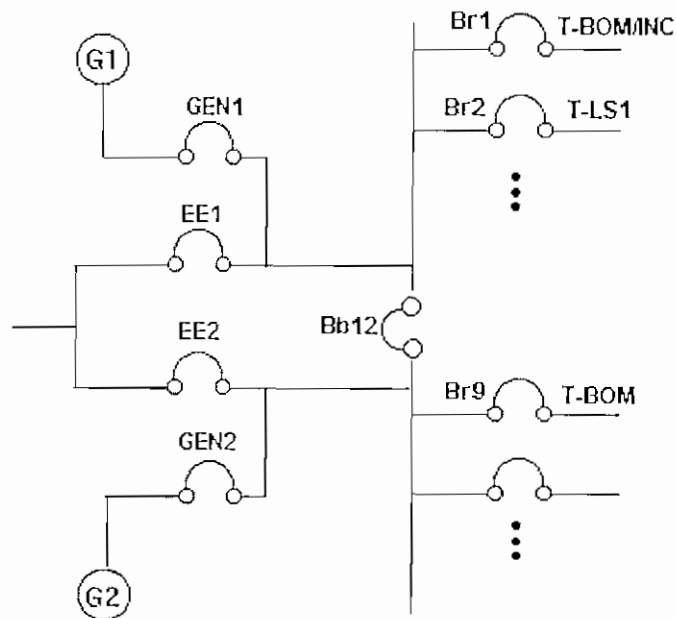


Fig. # 3.3

SALIDAS:

Breakers

- 1.- Br2, Breaker del alimentador al T-LS1 (O0,11)
- 2.- EE1, Breaker suministro empresa eléctrica (O0,1)
- 3.- EE2, Breaker suministro empresa eléctrica (O0,6)
- 4.- GEN1, Breaker suministro generador uno (O0,0)
- 5.- GEN2, Breaker suministro generador dos (O0,5)
- 6.- Bb12, Breaker unión barras uno-dos (O0,10)

Generador Uno

7.- Arranque (O0,2)

8.- Parada (O0,3)

9.- Falla (O0,4)

Generador Dos

10.- Arranque (O0,7)

11.- Parada (O0,8)

12.- Falla (O0,9)

ENTRADAS:

1.- Emergencia (I0,0)

Transferencia Uno

2.- Posición Automático (I0,1)

3.- Posición Prueba (I0,2)

4.- Posición de cierre del breaker GEN1 (I0,3)

5.- Posición de cierre del breaker EE1 (I0,4)

Generador Uno

6.- Supervisor generador uno (I0,7)

7.- Falla generador uno (I0,5)

8.- Supervisor empresa eléctrica (I0,6)

Transferencia Dos

9.- Posición Automático (I0,8)

10.- Posición Prueba (I0,9)

11.- Posición de cierre del breaker GEN1 (I0,10)

12.- Posición de cierre del breaker EE1 (I0,11)

Generador Dos

- 13.- Supervisor generador dos (I0,13)
- 14.- Falla generador dos (I0,12)
- 15.- Sensor de bajo nivel de combustible (I0,21)

Contactos Auxiliares

- 16.- Br2, Contacto auxiliar del breaker del alimentador al T-LS1 (I0,18).
- 17.- Br9, Contacto auxiliar del breaker del alimentador al T-BOM (I0,19)
- 18.- EE1, Contacto auxiliar del breaker del suministro empresa eléctrica (I0,15)
- 19.- EE2, Contacto auxiliar del breaker del suministro empresa eléctrica (I0,17)
- 20.- GEN1, Contacto auxiliar del breaker del suministro generador uno (I0,14)
- 21.- GEN2, Contacto auxiliar del breaker del suministro generador dos (I0,16)
- 22.- Bb12, Contacto auxiliar del breaker unión barras uno-dos (I0,20)

3.3.4.2.- CONDICIONES DE ENTRADA-SALIDA

La intención en este ítem es establecer cuales son las condiciones tanto a la entrada como a la salida que se darán en el proceso, y en función de lo cual se establecerá la programación correspondiente.

3.3.4.2.1.- CONDICIONES A LA ENTRADA

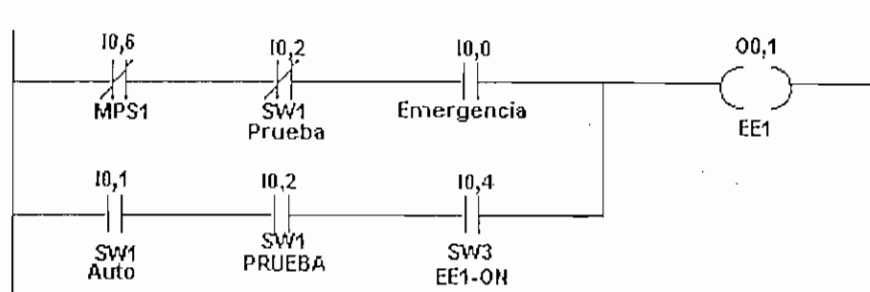
- 1.- Empresa Eléctrica Ok
- 2.- Generador uno apagado o encendido
- 3.- Generador uno frío o caliente
- 4.- Generador dos apagado o encendido
- 5.- Generador dos frío o caliente
- 6.- Posición switch uno, transferencia automática uno
(automático/prueba/manual)
- 7.- Posición switch dos, transferencia automática uno, estado del
breaker GEN1 (ON/OFF)
- 8.- Posición switch tres, transferencia automática uno, estado del
breaker EE1 (ON/OFF)
- 9.- Posición switch uno, transferencia automática dos
(automático/prueba/manual)
- 10.- Posición switch dos, transferencia automática dos, estado del
breaker GEN2 (ON/OFF)
- 11.- Posición switch tres, transferencia automática dos, estado del
breaker EE2 (ON/OFF)
- 12.- Estado del breaker GEN1
- 13.- Estado del breaker GEN2
- 14.- Estado del breaker EE1
- 15.- Estado del breaker EE2
- 16.- Estado del breaker Bb12
- 17.- Estado del breaker Br2
- 18.- Estado del breaker Br9

3.3.4.2.2.- CONDICIONES A LA SALIDA

1.- Estado Breaker EE1

Condiciones:

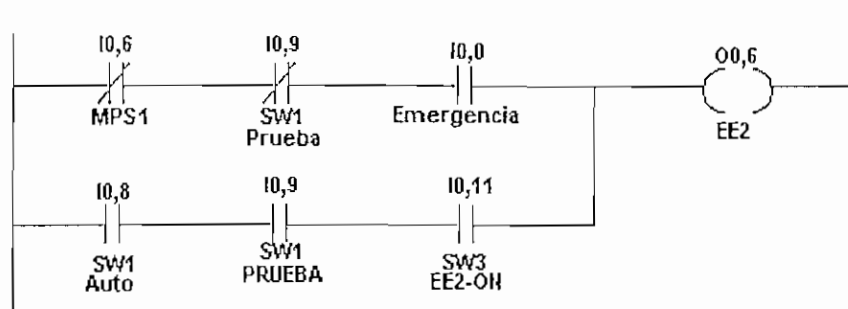
- a.- Debe existir suministro de energía de la red normal
- b.- No debe existir emergencia
- c.- Posición switch uno, transferencia automática uno, en prueba
- d.- Posición switch tres, transferencia automática uno, estado del breaker EE1 en ON



2.- Estado Breaker EE2

Condiciones:

- a.- Debe existir suministro de energía de la red normal
- b.- No debe existir emergencia
- c.- Posición switch uno, transferencia automática dos, en prueba
- d.- Posición switch tres, transferencia automática dos, estado del breaker EE2 en ON



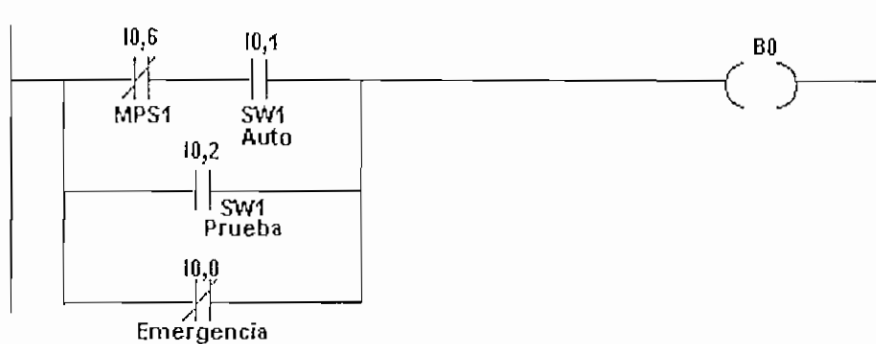
3.- Encender Generador Uno

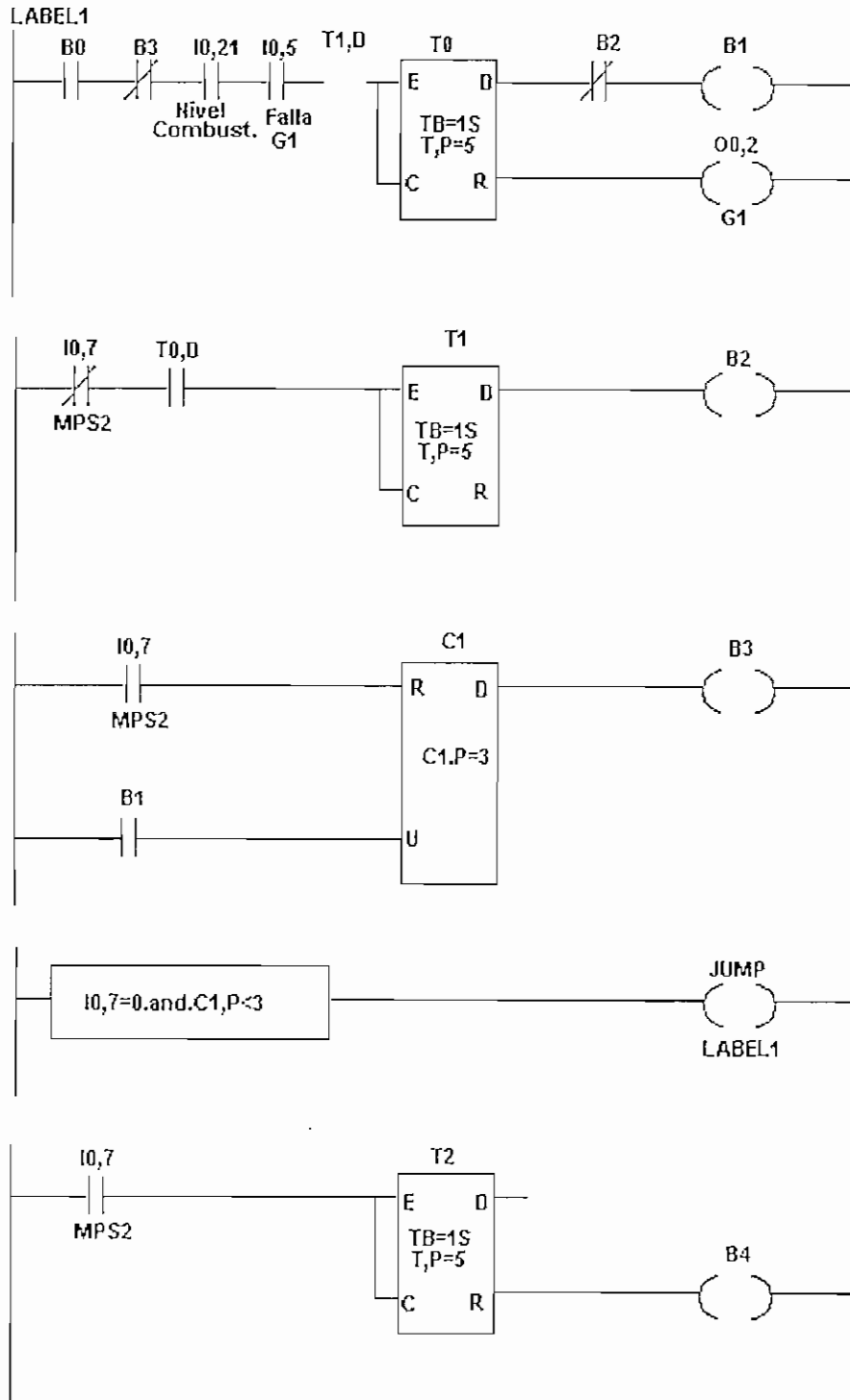
Condiciones:

- a.- Debe existir falla en el suministro normal de energía
- b- Posición switch uno, transferencia automática uno, en auto
- c- Posición switch uno, transferencia automática uno, en prueba
- d.- Estado de emergencia

Permisivos

- a.- Nivel de combustible
- b.- Estado de falla del generador uno





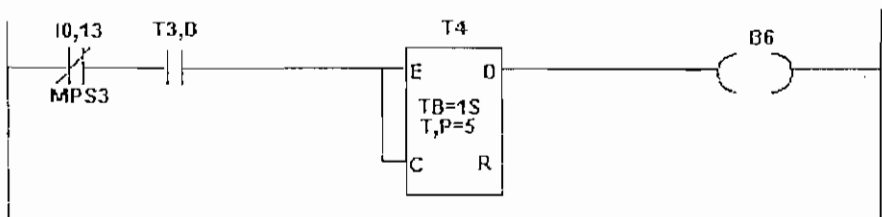
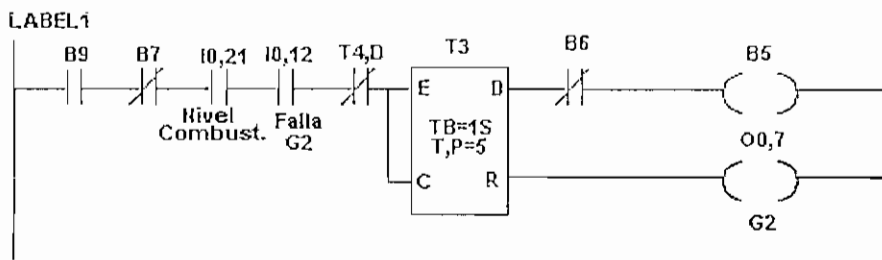
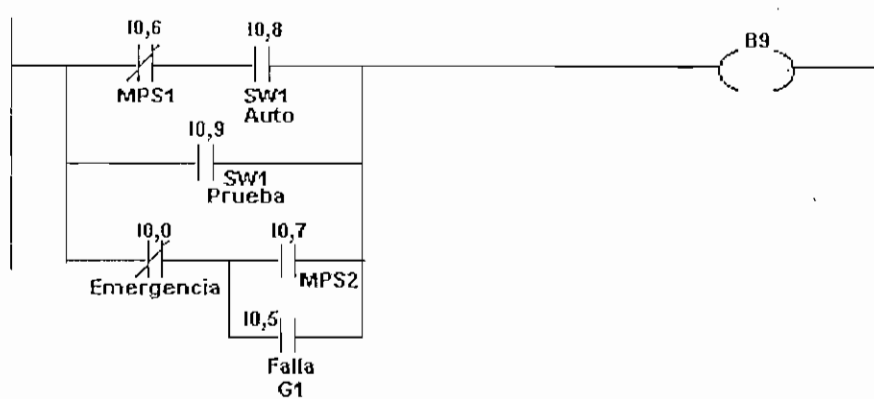
4.- Encender Generador Dos

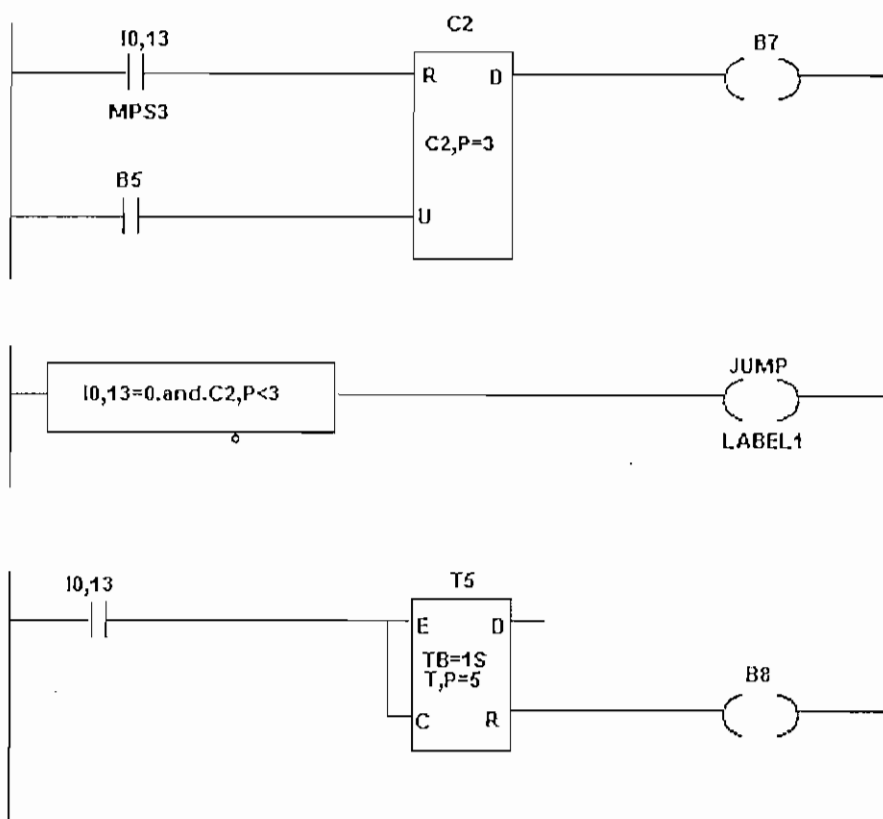
Condiciones:

- a.- Debe existir falla en el suministro normal de energía
- b- Posición switch uno, transferencia automática dos, en auto
- c.- Posición switch uno, transferencia automática uno, en prueba
- d.- Estado de emergencia y que haya fallado generador uno

Permisivos

- a.- Nivel de combustible
- b.- Estado de falla del generador dos



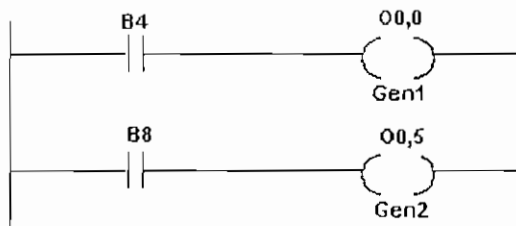


5.- Estado breaker GEN1 y GEN2

Para establecer el estado de estos dos breakers, veamos la siguiente tabla de verdad.

G1	G2	GEN1	GEN2
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	1

De acuerdo a esto tenemos el siguiente esquema de contactos.



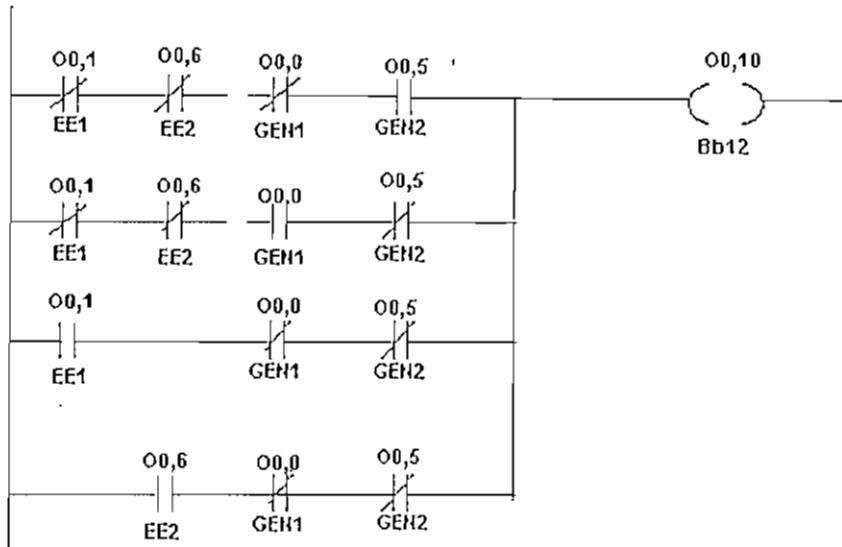
6- Estado breaker Bb12

Las condiciones de este breaker dependen del estado de algunos breakers y lo cual se muestra en la siguiente tabla de verdad.

EE1	EE2	GEN1	GEN2	Bb12
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

$$Bb12 = EE1 \cdot EE2 \cdot GEN1 \cdot GEN2 + EE1 \cdot EE2 \cdot GEN1 \cdot \overline{GEN2} + EE1 \cdot \overline{EE2} \cdot GEN1 \cdot GEN2 + \overline{EE1} \cdot EE2 \cdot GEN1 \cdot GEN2$$

El ladder correspondiente será:

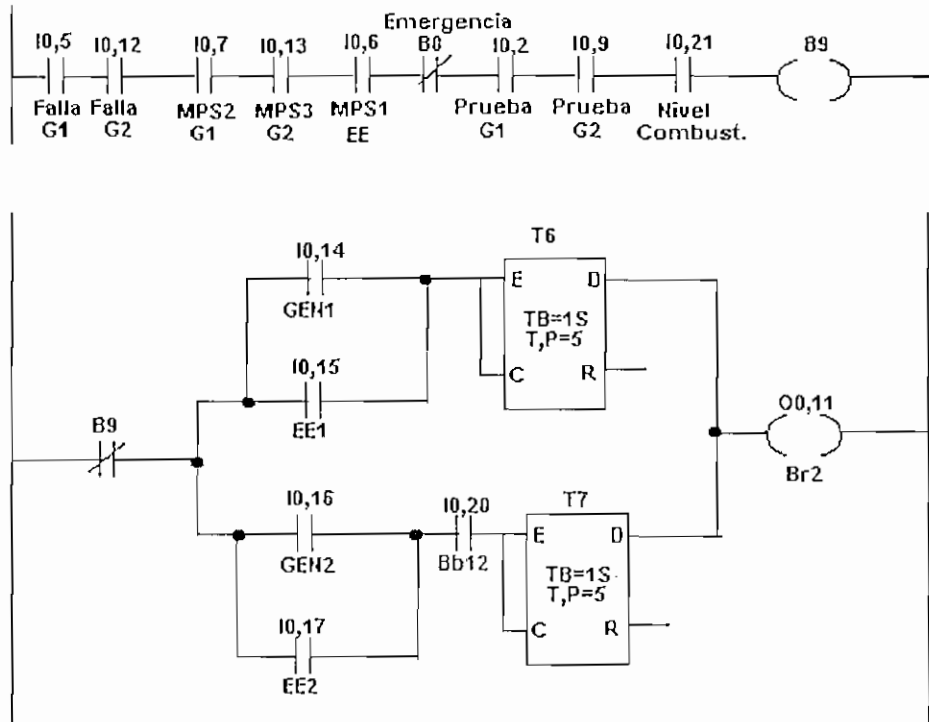


7- Estado del breaker Br2

Este se ha de apagar cuando:

- a.- Existe prueba en uno de los dos generadores
- b.- Existe falla en el sistema normal de energía
- c.- Existe emergencia
- d.- Falla en el generador uno
- e.- Falla en el generador dos
- f.- Falla en el MPS2
- g.- Falla en el MPS3

El ladder para esta parte del programa será :



3.3.5.- COMUNICACIONES PLC-PC

Para establecer un canal digital entre estos dos, se ha de establecer primero cuales son los datos a intercambiar entre ellos, para luego definir un protocolo de comunicaciones.

3.3.5.1.- DATOS A INTERCAMBIAR PLC-PC

En primera instancia veamos los datos a intercambiar desde el PLC al computador :

- 1.- Estado de las entradas
- 2.- Estado de las salidas
- 3.- Horarios

Mientras que los datos a intercambiar desde el computadora al PLC, son :

- 1.- Forzado test generadores
- 2.- Seteo horarios
- 3.- Envío de orden de emergencia

En función de estos establezcamos el protocolo más idóneo.

3.3.5.2.- PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

La siguiente tabla define un protocolo de comunicaciones entre PLC - PC. El mismo que de alguna forma intenta asociar el contenido de la palabra a intercambiar con la función a desempeñar. Teniendo como base, que las comunicaciones PLC - PC, se establecerán mediante el manejo de palabras contenidas en bloques textos pertenecientes al PLC.

ITEM	DESCRIPCION DE LA FUNCION	PALABRA A INTERCAMBIAR	
		PLC a PC	PC a PLC
1	Secuencia de emergencia	-----	EM
2	Prueba generador uno	-----	T1
3	Prueba generador dos	-----	T2
4	Estado de entradas	INP	-----
5	Estado de salidas	OUT	-----
6	Horario uno breaker Br2	-----	H1
7	Horario dos breaker Br2	-----	H2
8	Forzado breaker Br2	-----	S1
9	Horario uno Test generador uno	-----	S2
10	Horario dos Test generador uno	-----	D1
11	Horario tres Test generador uno	-----	D2
11	Horario cuatro Test generador uno	-----	T1
9	Horario uno Test generador dos	-----	T2
10	Horario dos Test generador dos	-----	U1
11	Horario tres Test generador dos	-----	U2

3.3.5.3.- PROGRAMACION DE FUNCIONES DEFINIDAS POR EL PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

En el anexo 5, se adjunta el listado completo del programa elaborado en el PLC, por tal motivo es que nos referiremos a breves rasgos de la forma en que se programarán estas funciones.

1.- Secuencia de emergencia

En el programa del PLC, al existir emergencia se activa la entrada I0,0 , en paralelo colocaremos un bit interno el cual se activará al transferirse desde el PC al PLC una palabra llamada EM, con lo cual se desencadenará desde el computador toda la secuencia de emergencia prevista.

2.- Prueba Generador Uno

Estableceremos un bit interno (Bx), el cual irá en paralelo con la entrada del switch 1, posición prueba, transferencia automática uno, cuando exista un transferencia desde el PC al PLC de una palabra llamada T1, este bit se pondrá en 1, y se podrá dar paso a la sesión de test del generador uno.

3.- Prueba Generador Dos

Se lo hará con la misma filosofía que para el caso anterior, la palabra utilizada en este caso es T2.

4.- Control de horarios de breakers

En cuanto al horario del breaker Br2, se podrán programar dos horarios, los cuales son:

Horario	Breaker Br2
Horario # 1	Lunes a Viernes 8:00-12:00
Horario # 2	Lunes a Viernes 14:00 - 18:00

En caso de que el sistema se encuentre fuera de horas de horario, se podrá forzar a este breaker, transmitiendo desde el computador el adecuado carácter (ver protocolo).

5.- Consulta status de entradas/salidas

Para esto se utilizará primero una transferencia de entradas y salidas a palabras, luego se utilizará un bloque texto, con lo cual estas se transferirán al computador, esta acción se llevará a cabo cada cierto intervalo de tiempo.

6.- Seteo y consultas de horarios

Son tres los horarios a programar, dos que guardan relación con la puesta en marcha de las transferencias automáticas y el restante con el funcionamiento del breaker Br2.

Al referirnos a las transferencias automáticas, para cada una de ellas se tendrá la posibilidad de escoger 4 horarios, que en resumen son como siguen:

Horarios	Transferencia Uno	Transferencia Dos
Horario # uno	Sábado 9:00 - 9:30	Sábado 10:00 - 10:30
Horario # dos	Sábado 15:00 - 15:30	Sábado 16:00 - 16:30
Horario # tres	Domingo 9:00 - 9:30	Domingo 10:00 - 10:30
Horario # 4	Domingo 15:00- 15:30	Domingo 16:00 - 16:30

7.- Horas de funcionamiento

Para efectos de establecer el número de horas de funcionamiento de los generadores, se utilizará la aplicación ha desarrollar en el labview.

CAPITULO IV

PROGRAMACION DEL SOFTWARE DE SUPERVISION, CONTROL Y ADQUISICION DATOS

4.1.- CARACTERISTICAS

Estos ítem nos introducirá a los elementos y terminología que se usará al crear y ejecutar programas de monitoreo gráfico, supervisión y control, en el LABVIEW FOR WINDOWS de NATIONAL INSTRUMENTS

4.1.1.- DEFINICION

El LABVIEW es un programa para la supervisión, control y adquisición de datos, su metodología de programación es una innovación a la forma clásica de programar, pues en lugar de escribir programas basados en texto, aquí se construye en base a elementos de programación gráficos llamados instrumentos virtuales, de tal suerte que el ejecutar un programa con este software, consiste en ir ensamblando estos.

Los instrumentos virtuales, adquieren datos de tarjetas de adquisición de datos o instrumentos programables, y luego los analizan, procesan y presentan de la forma que se especifique.

Las características principales de este tipo de programa es el análisis en tiempo real, registro de datos, multiarea y velocidad del código compilado Ref.[12].

4.1.2.- INSTRUMENTO VIRTUAL

Un instrumento virtual es el elemento de programación para éste tipo de software, este consiste de lo siguiente:

- Panel de frontal

- Diagrama de bloques

- Icono/conector

4.1.2.1.- PANEL FRONTAL

Es el interface con el usuario, éste sirve de interface interactiva para suministrar entradas y observar salidas del sistema de instrumentación. El software ofrece una variedad de controles e indicadores que hacen que crear un panel sea tan seucillo como dibujar. Mediante este panel se pueden ejecutar acciones de control: pulsando un interruptor, cambiando una escala, girando una perilla o introduciendo un valor desde el teclado. El panel responde inmediatamente generando una respuesta en tiempo real del sistema.

4.1.2.2.- DIAGRAMA DE BLOQUES

El diagrama de bloques, es la fuente del código VI, se construye muy fácilmente evitando los detalles sintácticos de la programación convencional, seleccionando los bloques funcionales en las paletas del menú Functions.

Estos bloques incluyen funciones aritméticas sencillas, VIs de adquisición y análisis avanzado, funciones de redes, y funciones de entrada/salida de ficheros que almacenen o recuperen datos en formatos de hojas de cálculo, ASCII y binarios. Los bloques funcionales se unen mediante cables.

En el panel frontal, hablamos que tanto controles como indicadores tienen su terminal en el diagrama de bloques.

La ventana del diagrama contiene iconos que representan funciones. Los datos pasan a través de los cables que unen los iconos con los terminales, el tipo de datos determina el patrón de cable, por ejemplo las líneas finas indican datos numéricos escalares , y las líneas más gruesas indican datos numéricos en un arreglo o datos agrupados.

4.1.2.3.- ICONO/CONECTOR

El icono/conector representa un VI en el diagrama de bloques de otro VI. Este es un conjunto de terminales que corresponden a los controles e indicadores del subVI.

El icono puede tener una representación pictórica de acuerdo de acuerdo al propósito del mismo, o puede tener una descripción textual del VI y sus terminales.

Este es el elemento de llamada a la rutina, cada VI tiene un icono/conector por default, que es un cuadro blanco, el que se coloca en la esquina superior derecha.

4.1.3.- PROGRAMACION DEL FLUJO DE DATOS

Los iconos, las estructuras y los subVIs se denominan “Nodos”. Cada nodo empieza a operar solamente cuando los datos están disponibles en todas sus entradas. A su vez el nodo genera datos para todas su salidas cuando finaliza su ejecución, el flujo de datos controla este modo de ejecución.

La programación basada en el flujo de datos lo libera de la arquitectura lineal de los lenguajes basados en texto.

Se puede crear diagramas con múltiples líneas de datos y operaciones simultáneas, porque el orden de ejecución, esta dado por el flujo de datos entre nodos y no por líneas secuenciales de texto. El programa ejecuta nodos independientes.

4.1.4.- ESTRUCTURAS DE PROGRAMACION

A pesar que el flujo de datos es provechoso para operaciones simultáneas, a menudo se necesita garantizar un orden específico de ejecución.

El software como sistema completo de programación, ofrece estructuras de programación tales como lazos condicionales y de repetición, y declaraciones de casos para operaciones secuenciales, repetitivas o ramificaciones.

Estas aparecen como marcos gráficos que encierran a los iconos que estos controlan.

4.1.5.- LA ESTRUCTURA DE SECUENCIA

Ella permite ejecutar los múltiples subdiagramas dentro de su borde en un orden específico según su valor numérico.

Se usa esta estructura, para ordenar la ejecución de nodos que se deben ejecutar en orden, con el condicionante de que no pasen datos entre ellos.

4.1.6.- COMPILADOR GRAFICO

En muchas aplicaciones la velocidad de ejecución es crítica. Este software es el único sistema gráfico de programación con un compilador que genera código optimizado. Las velocidades de ejecución son semejantes a las de los programas compilados en "C". Se puede aumentar la productividad con la programación gráfica sin sacrificar la velocidad de ejecución.

4.1.7.- MODULARIDAD Y JERARQUIA

LabView es modular por diseño nosotros podemos usar VIs como SVIs en los diagramas de bloques de otros VIs. Podemos separar funcionalmente un programa en SVIs, y probar interactivamente cada uno de ellos, y usarlos inmediatamente como nodos para construir progresivamente capas sofisticadas de VIs. A través de la jerarquía modular se puede diseñar, modificar, intercambiar, y también combinar VIs para satisfacer nuevas necesidades en la aplicaciones.

En el Anexo # 4 Ref.[12], se encontrará un demo, el cual explica como utilizar el LABVIEW FOR WINDOWS.

4.2.- ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

4.2.1.- DESCRIPCION DE FUNCIONES

En esta etapa se procederá a especificar concretamente las funciones que el computador a través del desarrollo de la aplicación en el LABVIEW FOR WINDOWS debe ejecutar, esto esta en total concordancia con lo que se expresó en el capítulo 2:

1.- Visualizar en línea en la pantalla del computador el diagrama unifilar del sistema y el estado real de todos los elementos de maniobra .

2.- Elaborar reportes y estadísticas de:

- Estado de entradas salidas;
- Reportes de alarmas;
- Número de horas de funcionamiento del generador;

El computador chequeará los valores de todos estos parámetros, en el caso de que exista una variación en cualquiera de ellos, entonces se almacenarán en el disco duro tanto los valores anteriores como los actuales.

3.- Crear un menú de contenga las siguientes operaciones a desencadenarse desde el computador :

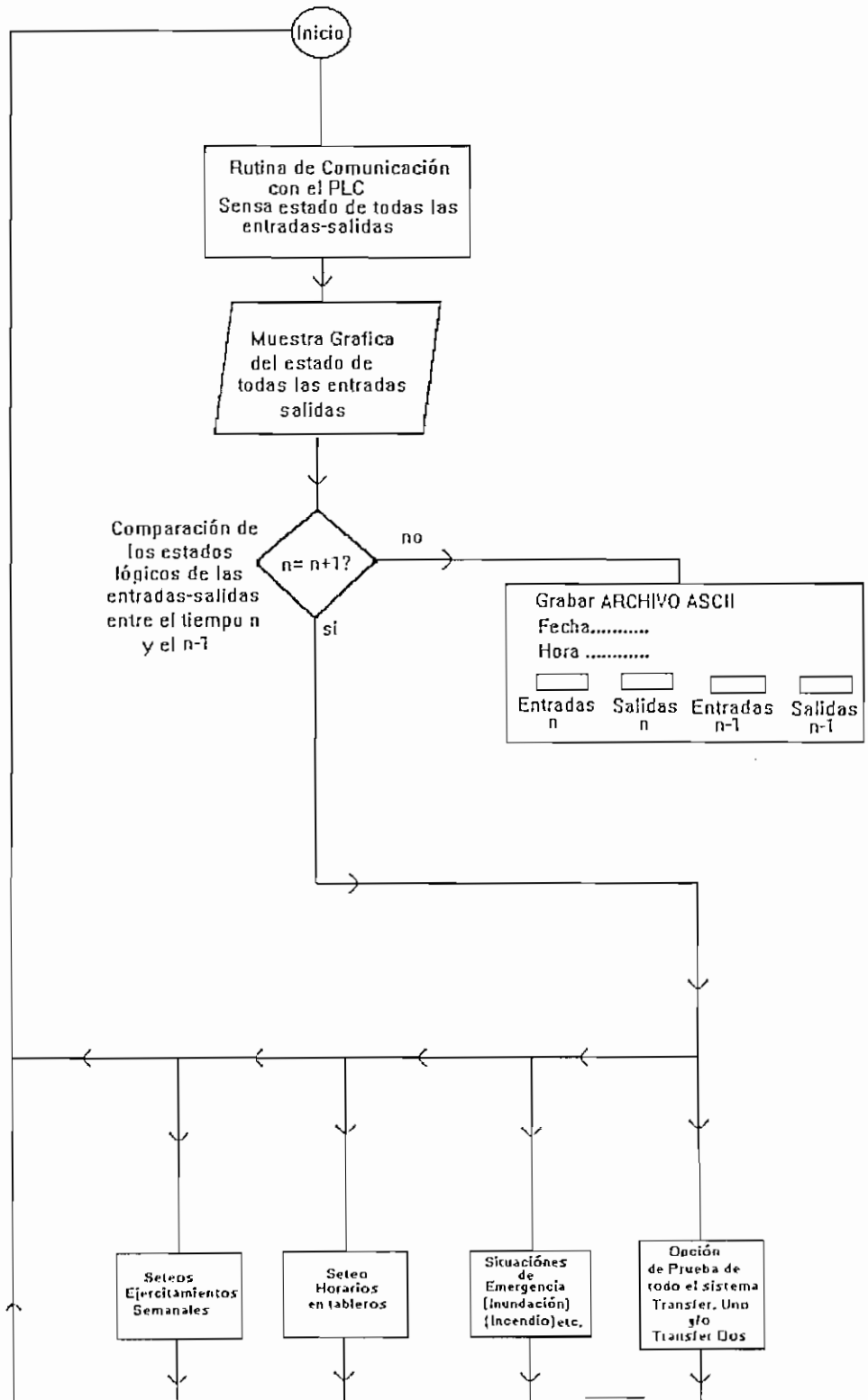
- Prueba de uno o los dos generadores a la vez;
- Energización-desenergización de cargas;
- Respuesta del sistema en estado de emergencia.

Todas estas son situaciones frente a las cuales el sistema debe saber a ciencia cierta como actuar, ellas podrán ser ejecutadas previo a un chequeo automático de las condiciones globales del sistema y una limitación de acceso vía "passwords".

- 4.- Introducir horarios para ejercitamientos semanales tanto en el generador uno como en el dos, mediante la introducción de un archivo tipo ASCII.
- 5.- Permitir desde el computador la programación de horarios del servicio eléctrico en el alimentador correspondiente al tablero TLS1, como resultado de eventos especiales que pudiesen llegar a darse.

4.2.2.- DIAGRAMA DE BLOQUES

En la figura # 4.1, vemos el diagrama de bloques del programa a elaborar en el LABVIEW FOR WINDOWS.



4.3.- EJECUCION DE LA PROGRAMACION

Cuando se ejecuta la programación de un sistema SCADA, como primer paso se hace necesario definir pantallas.

Antes de entrar a esa definición, se ha de proceder a comentar muy rápidamente como las pantallas pueden trabajar entre ellas.

4.3.1.- MODO DE TRABAJAR ENTRE PANTALLAS

Cuando existen varias pantallas, estas pueden intercambiar datos de dos maneras:

1.- En este primer caso, se debe iniciar definiendo a una de las pantallas como principal, hecho esto, se establecerán las variables que se deben intercambiar, a las mismas que en el programa se les declarará obligatoriamente como variables locales. Con esto se conseguirá que estas variables pueden ser recogidas en cualquiera de las otras pantallas.

2.- La segunda modalidad es que las pantallas trabajen en forma completamente independientemente, con la consideración de que si va a existir intercambio de variables entre pantallas, dichas variables deben ser declaradas en el programa como variables globales.

Particularmente en la aplicación que nos atañe, las pantallas trabajarán bajo el primer esquema descrito en este ítem.

4.3.2.- DEFINICION DE PANTALLAS

En el programa de Monitoreo, Control y Adquisición de Datos ha desarrollar se tendrá cuatro pantallas:

4.3.2.1.- PANTALLA DE PRESENTACION (Pantalla #1)

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

TESIS DE GRADO

DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA PARA EL SUMINISTRO
Y ADMINISTRACION DE ENERGIA ELECTRICA EN UN EDIFICIO

PANTALLA PRINCIPAL

PROGRAMACION HORARIOS

TEST GENERADOR UNO

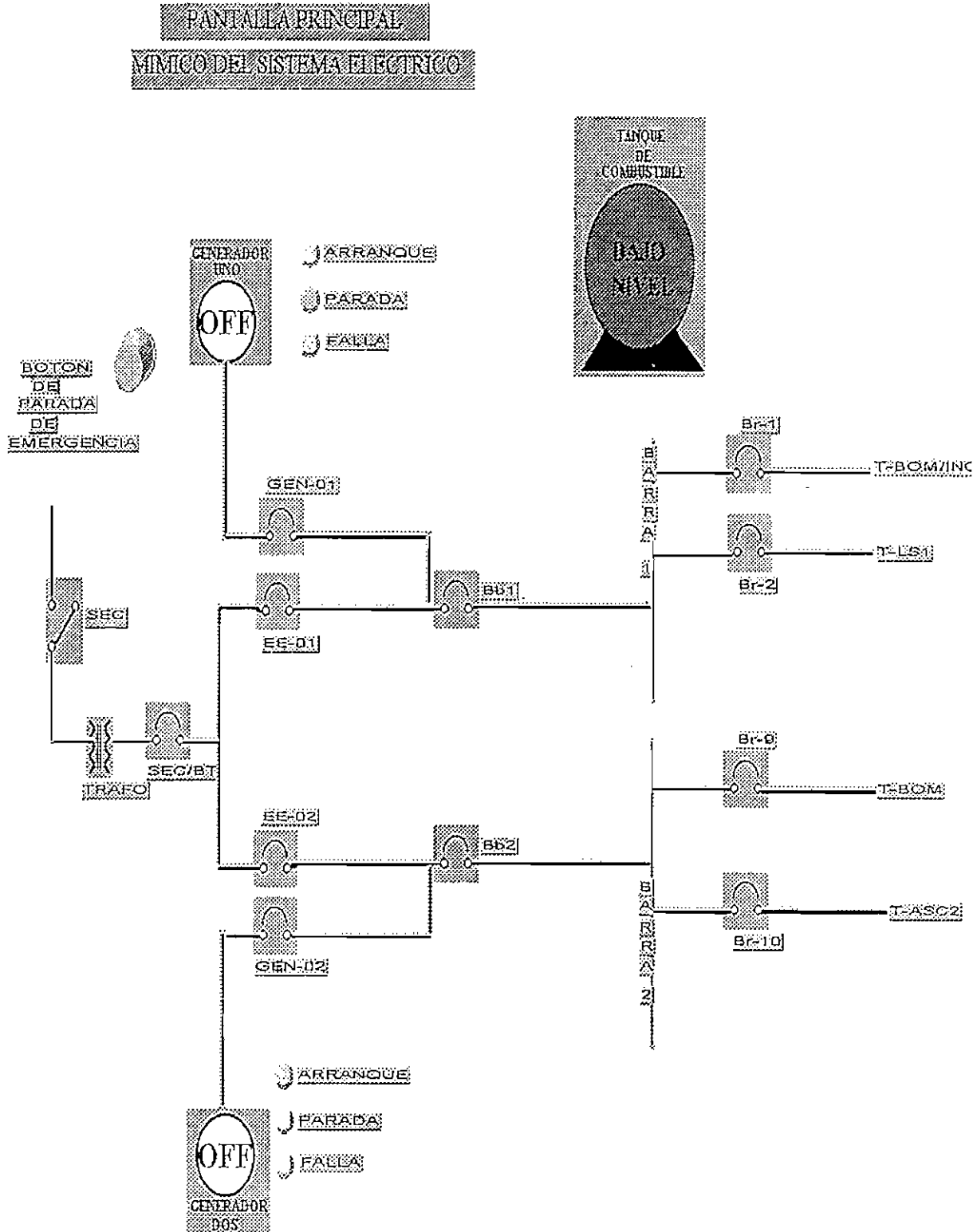
TEST GENERADOR DOS

SALIR

Esta es una pantalla introductoria en función de la cual se puede navegar dentro de la aplicación.

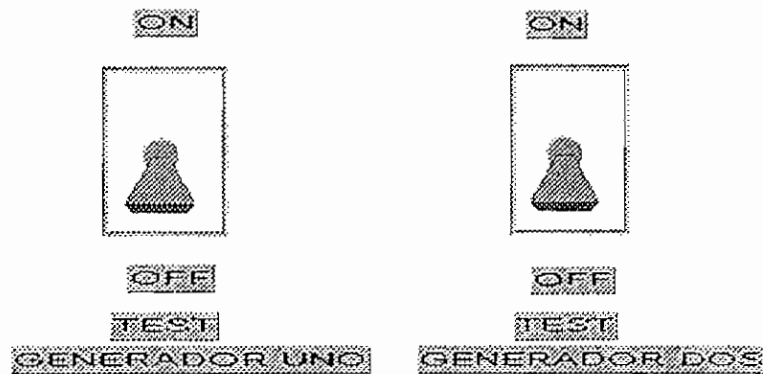
Contiene cinco botones, dependiendo cual de ellos se presione, el programa nos conducirá a una de las cuatro pantallas siguientes o en último término afuera de la aplicación.

4.3.2.2.- PANTALLA PRINCIPAL (Pantalla #2)



Esta pantalla refleja el estado de todos los elementos del sistema. Adicionalmente, al hacer un click en el botón parada de emergencia, se puede dar paso a la secuencia de emergencia prevista, esto en el caso de que llegase a dar alguna situación catastrófica.

4.3.2.3.- PANTALLA TEST GENERADORES (Pantalla #3)

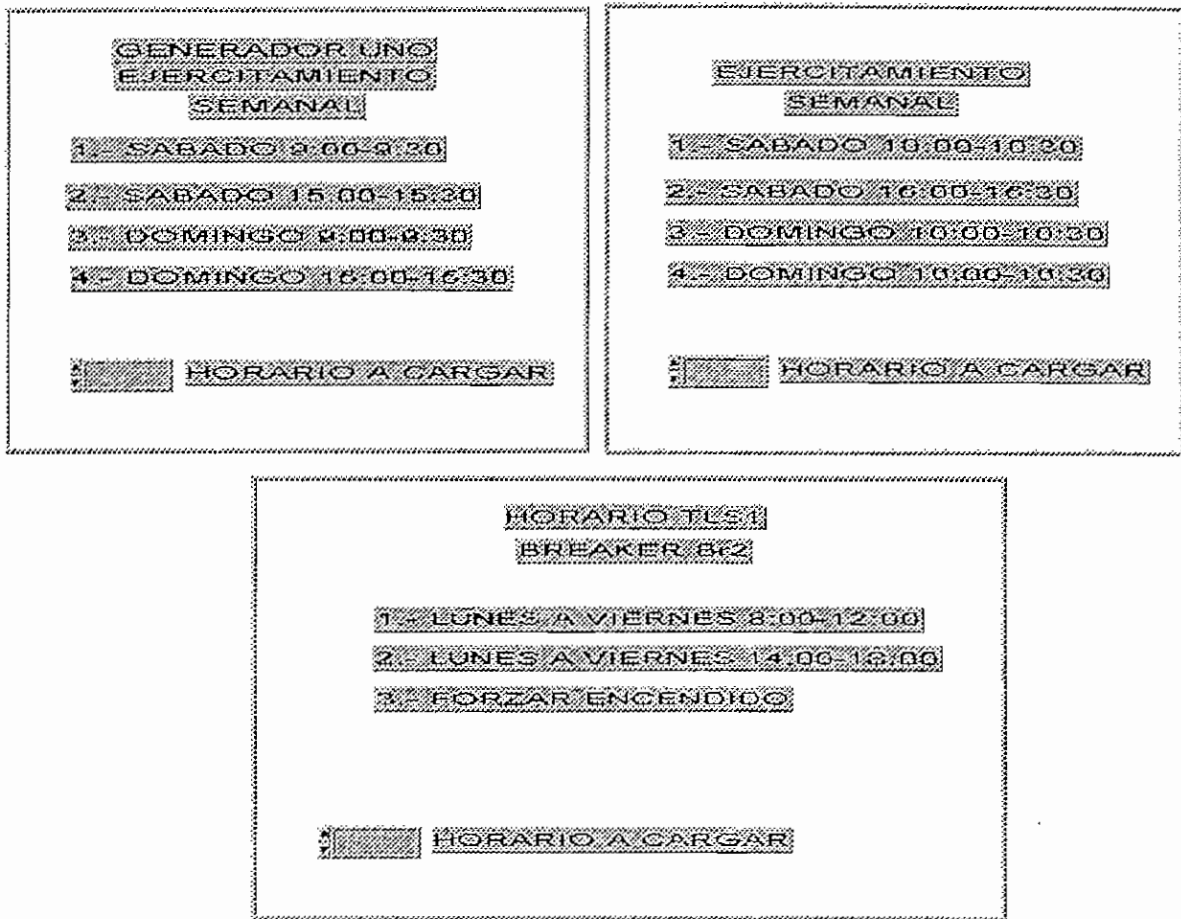


Al hacer un click en la pantalla de presentación, en TEST GENERADORES, se presentará una pantalla en la cual existen dos switch (uno por generador). Cuando este switch se encuentre hacia arriba en la posición TEST ON, se iniciará la secuencia de prueba, la cual incluye transferencia de carga.

De esta forma y dependiendo de si ambos switch o uno solo se puso en la posición de test, se puede dar paso a una prueba en ambos generadores o en uno solo de ellos respectivamente.

4.3.2.4.- PANTALLA PROGRAMACION HORARIOS (Pantalla #4)

Al hacer un click en PROGRAMACION HORARIOS dentro de la pantalla de presentación, aparecerá una pantalla desde la cual se



podrá setear los horarios del tablero TLS1, como el horario de los ejercicios semanales de los generadores.

4.3.2.5.- REPORTE

Aprovechando la característica de DDE (Dynamic Data Exchange) existente entre los programas hechos para ambiente windows, se utilizará un archivo en excel el cual mediante una tabla se mostrará un reporte con los siguientes datos:

- Estados de las entradas
- Estado de las salidas
- Numero de horas de funcionamiento del generador uno
- Numero de horas de funcionamiento del generador dos

ESTADO DE LAS ENTRADAS		
INPUT	DESCRIPCION	ESTADO
I 0,0	Señal de RUN/STOP del PLC, Botón de emergencia	
	TRANSFERENCIA AUTOMATICA UNO	
I 0,1	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto	
I 0,2	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba	
I 0,3	Selector de una posición Sw2, estado breaker del GEN1 (ON-OFF)	
I 0,4	Selector de una posición Sw3, estado breaker del GEN1 y EE1 (ON-ON)	
I 0,5	Señal de falla GEN1	
I 0,6	Señal del supervisor de voltaje desde el lado de la empresa eléctrica	
I 0,7	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del generador uno	
	TRANSFERENCIA AUTOMATICA DOS	
I 0,8	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto	
I 0,9	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba	
I 0,10	Selector de una posición Sw2, estado breaker del GEN2 (ON-OFF)	
I 0,11	Selector de una posición Sw3, estado breaker GEN2 y EE2 (ON-ON)	
I 0,12	Señal de falla GEN2	
I 0,13	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del guerdador dos	
	CONTACTOS AUXILIARES	
I 0,14	Contacto auxiliar breaker del generador uno (Gen1) ubicado en (T-TA1)	
I 0,15	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE1) ubicado en (T-TA1)	
I 0,16	Contacto auxiliar breaker del generador dos (Gen2) ubicado en (T-TA2)	
I 0,17	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE2) ubicado en (T-TA2)	
I 0,18	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LS1)	
I 0,19	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-BOM)	
I 0,20	Contacto auxiliar breaker de unión entre barras (Bb1-2)	
	MONITOREO GENERADOR UNO	
I 0,21	Señal de entrada, sensor de bajo nivel de combustible	

ESTADO DE SALIDAS		
OUTPUT	DESCRIPCION	ESTADO
	TRANSFERENCIA AUTOMATICA UNO	
O 0,0	Motor breaker Gen1, generador uno	
O 0,1	Motor breaker EE1, empresa eléctrica	
O 0,2	Arranque del generador uno	
O 0,3	Parada del generador uno	
O 0,4	Falla del generador uno	

ESTADO DE SALIDAS		
OUTPUT	DESCRIPCION	ESTADO
	TRANSFERENCIA AUTOMATICA DOS	
O 0,5	Motor breaker Gen2, generador dos	
O 0,6	Motor breaker BE2, empresa eléctrica	
O 0,7	Arranque del generador uno	
O 0,8	Parada del generador dos	
O 0,9	Falla del generador dos	
O 0,10	Motor breaker Bb1-2, unión entre barras	
O 0,11	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LS1)	

DESCRIPCION	VALOR
Número de horas de funcionamiento generador uno	
Número de horas de funcionamiento generador dos	
Número de cortes de energía	

CAPITULO V
MONTAJE , PRUEBAS Y EVALUACION TECNICA
ECONOMICA DEL DISEÑO

5.1.- GENERALIDADES

Este capítulo intenta hacer una evaluación a nivel económico como a nivel técnico del sistema de control propuesto, para ello se efectuará un montaje experimental en el cual se efectuarán una serie de pruebas.

5.2.- MONTAJE EXPERIMENTAL

5.2.1.- ENTRADAS-SALIDAS A CONSIDERAR

De acuerdo a lo dimensionado en el capítulo II, el tamaño del autómatas programable adecuado para resolver el problema de suministro y administración de energía eléctrica en el edificio presente es el siguiente:

ARREGLO DEL AUTOMATA PROGRAMABLE					
	Alimentación	Numero de E/S	# Entradas	# Salidas	Referencia
Base	110...240VAC	34	22E a 110VAC	12 S. relé	TSX17 3428
Extensión uno	110...240VAC		22E a 110VAC	12 S. relé	TSXDMP344A
Extensión dos				6 S. relé	TSXDSP635
TOTAL			44	30	

Es decir una base y dos extensiones, para fines del montaje experimental se utilizará únicamente la base del autómata programable, el cual posee 22 entradas y 12 salidas. De tal forma las entradas-salidas que se consideran, son las siguientes:

ENTRADAS A CONSIDERAR EN EL MONTAJE EXPERIMENTAL		
B A S E		
#	INPUT	DESCRIPCION
1	I 0,0	Botón de emergencia
TRANSFERENCIA AUTOMATICA UNO		
2	I 0,1	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto
3	I 0,2	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba
4	I 0,3	Selector de una posición Sw2, estado breaker GEN1 (ON-OFF)
5	I 0,4	Selector de una posición Sw3, estado breaker EE1 (ON-OFF)
6	I 0,5	Señal de falla GEN1
7	I 0,6	Señal del supervisor de voltaje desde el lado de la empresa eléctrica
8	I 0,7	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del generador uno
TRANSFERENCIA AUTOMATICA DOS		
9	I 0,8	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición auto
10	I 0,9	Selector de tres posiciones Sw1 (auto,manual,prueba), posición prueba
11	I 0,10	Selector de una posición Sw2, estado breaker del GEN2 (ON-OFF)
12	I 0,11	Selector de una posición Sw3, estado breaker EE2 (ON-OFF)
13	I 0,12	Señal de falla GEN2
14	I 0,13	Señal del supervisor de voltaje desde el lado del generador dos
CONTACTOS AUXILIARES		
15	I 0,14	Contacto auxiliar breaker del generador uno (GEN1) ubicado en (T-TA1)
16	I 0,15	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE1) ubicado en (T-TA1)
17	I 0,16	Contacto auxiliar breaker del generador dos (GEN2) ubicado en (T-TA2)
18	I 0,17	Contacto auxiliar breaker empresa eléctrica (EE2) ubicado en (T-TA2)
19	I 0,18	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-LS1)
20	I 0,19	Contacto auxiliar breaker del alimentador al tablero (T-BOM)
21	I 0,20	Contacto auxiliar breaker de unión entre barras (Bb1-2)
MONITOREO GENERADOR UNO		
22	I 0,21	Señal de entrada, sensor de bajo nivel de combustible

SALIDAS A CONSIDERAR EN EL MONTAJE EXPERIMENTAL		
B A S E		
#	OUTPUT	DESCRIPCION
TRANSFERENCIA AUTOMATICA UNO		
1	O 0,0	Motor breaker Gen1, generador uno
2	O 0,1	Motor breaker EE1, empresa eléctrica
3	O 0,2	Arranque del generador uno
4	O 0,3	Parada del generador uno
5	O 0,4	Falla del generador uno
TRANSFERENCIA AUTOMATICA DOS		
6	O 0,5	Motor breaker Gen2, generador dos
7	O 0,6	Motor breaker EE2, empresa eléctrica
8	O 0,7	Arranque del generador uno
9	O 0,8	Parada del generador dos
10	O 0,9	Falla del generador dos
11	O 0,10	Motor breaker Bb1-2, unión entre barras
12	O 0,11	Motor breaker del alimentador al tablero (T-LS1)

5.2.2.- DIAGRAMA DEL MONTAJE

En la figura # 5.1, se observa los elementos del montaje experimental.

De acuerdo a ésta, revisemos a que corresponde cada ítem:

- 1.- Estructura de montaje
- 2.- Borneras , adecuada para cable 22AWG
- 3.- PLC. autómatas programables
- 4.- Elementos de sujeción para cables
- 5.- Mfímico del diagrama unifilar (figura # 5.2)
 - 5.1.- Contacto tipo SPDT
 - 5.2.- Contacto tipo SPTT
 - 5.3.- Pulsador (botón de emergencia)
 - 5.4.- Luces piloto

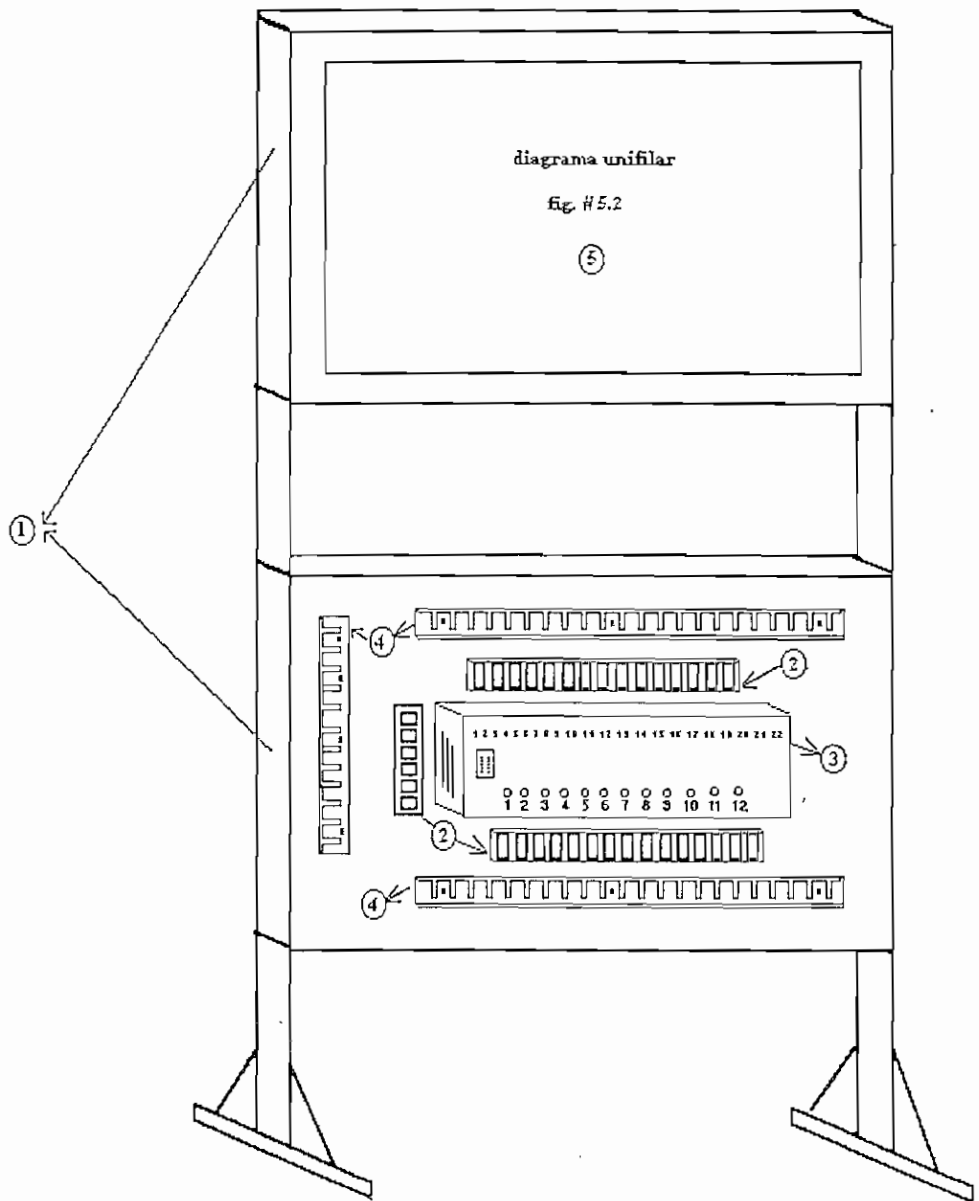


Fig. # 5.1

TESIS DE GRADO : DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA...

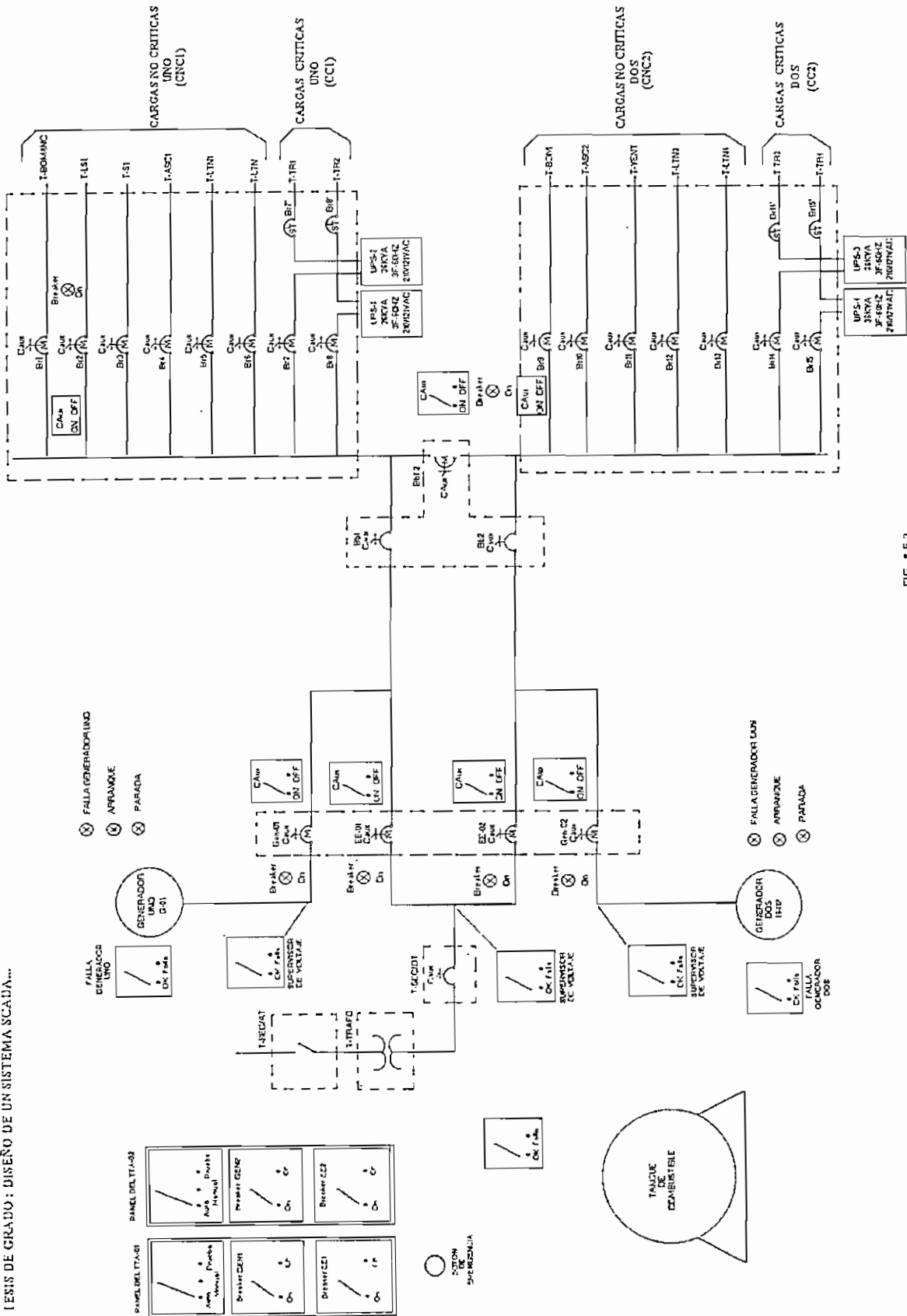


FIG # 5.2

5.3.- PRUEBAS Y RESULTADOS

5.3.1.- MEDIANTE EL MANEJO DE SWITCHES FISICOS DEL MONTAJE

5.3.1.1.- ARRANQUE DEL SISTEMA

Existe una consideración inicial, la cual es que todos los breakers se encuentren abiertos, de esta forma cuando se da el arranque, con el supervisor de la energía proveniente de la empresa eléctrica en ok, se mira que los breakers EE1, EE2 y Br2 se cierran inmediatamente, mientras que el breaker Bb12, se cierra después de cierto tiempo.

5.3.1.2.- PARADA DE EMERGENCIA

Estando el sistema trabajando con energía proveniente de la empresa eléctrica, al presionar el botón de emergencia, todos los breakers se abren, al mismo tiempo arranca el generador uno, existen tres intentos de arranque, si dentro de estos tres intentos arranca satisfactoriamente, se observa que los breakers GEN1 y Bb12 se cierran, permitiendo así suministrar de energía al tablero de bombas. Puede ocurrir que una vez finalizado los tres intentos, no arranca el generador uno. en este caso arranca el generador dos, al igual que para el generador uno, existen tres intentos para arrancarlo. si éste arranca correctamente, se procede a cerrar el breaker GEN2. con lo cual se alimenta al tablero de bombas.

Como posibilidad remota, pero no imposible, se puede dar que ninguno de los dos generadores arranque, en este caso el programa se abstiene de seguir haciendo algún intento y mantiene a toda la carga desconectada.

Otro caso que puede darse es que el aviso de emergencia se haga presente cuando el sistema se encuentra funcionando con energía proveniente de los generadores, en este caso se manda a abrir a Br2 y GEN-02 y a cerrar Bb12, transcurrido cierto intervalo de tiempo, el programa ordena apagado de generador dos.

5.3.1.3.- CORTE DE ENERGIA

Estando el sistema trabajando con energía de la empresa eléctrica, al simular una falla en este sistema, el programa desencadena la siguiente secuencia:

Primero manda abrir a los breakers, deja transcurrir un lapso de tiempo, para confirmar la falla, si esta persiste, el programa ordena el arranque de los dos generadores, si estos dos arrancan sin ningún inconveniente, entonces se los calienta, una vez ya listos, se cierran GEN1, Br2 y GEN2.

Podrá darse el caso de que uno de los generadores no arranque o no funcione adecuadamente, bajo esta situación. el generador restante suministra de energía a las cargas ubicadas en las dos barras.

5.3.1.4.- BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE

Esta situación de falla inhibe el arranque de cualquiera de los dos generadores, sea cual fuere la situación que requiera de su funcionamiento, excepto en caso de emergencia.

En el caso de presentarse señal de bajo nivel de combustible, al estar los generadores en funcionamiento, se ve que el programa enciende la señal de falla en los dos generadores y manda a apagar inmediatamente a estos.

5.3.1.5.- TEST GENERADOR UNO

Se puede efectuar test en cualquiera de las dos transferencias, recordando eso sí, que basta que una de las transferencias se ponga en test para que se inhabilite el funcionamiento automático del sistema.

Para el caso del generador uno al poner el switch uno de la TTA-01 en prueba, el programa manda abrir EE1, Bb12 y Br2, luego inicia la secuencia de arranque del generador uno, si éste arranca correctamente, entonces se lo calienta, una vez listo, se cierra GEN-01 y Br2.

Finaliza el test, reponiendo el switch a la posición manual.

5.3.1.6.-TEST GENERADOR DOS

Al igual que para el caso anterior, se puede efectuar test en el generador dos con solo mover el switch uno de la TTA-02 a la posición prueba, el programa abre EE2 y Bb12 e inicia el arranque del generador dos, lo calienta, una vez ya listo, cierra GEN-02.

Finaliza el test, reponiendo el switch a la posición manual.

5.3.1.7.-MANUAL

La condición de manual, se establece al posicionar a los switch # 1 de cada una de las transferencias en la posición manual, esta opción permite probar los breakers motorizados EE-01, EE-02, GEN-01 Y GEN-02 en vacío.

5.3.2- DESDE COMPUTADOR

5.3.2.1.-MONITOREO Y ADQUISICION DE DATOS

Esta prueba persigue constatar, si los estados de los diferentes breakers y alarmas, son mostrados en la pantalla principal. Efectivamente al someterle al montaje a las pruebas anteriores se ve como los elementos que posee el mímico en el computador van cambiando, es decir existe un monitoreo continuo a lo largo de todo el proceso.

5.3.2.2.- TEST GENERADOR UNO Y/O DOS

Al entrar en la pantalla correspondiente, se ve que es muy fácil hacer test sea en el generador uno o en el dos o en ambos. Basta con posicionar a los switch en TEST ON, y se desencadena las secuencias vistas anteriormente.

5.3.2.3.- PARADA DE EMERGENCIA

Esta prueba consiste en ver si al hacer un click sobre el botón de parada de emergencia dentro de la pantalla principal, se desencadena la secuencia prevista para este caso, pues como se pudo apreciar sucede ello.

5.3.2.4.- SETEO DE HORARIOS

La prueba consiste en setear los horarios tanto de los ejercitadores semanales como del horario de funcionamiento de la carga TLS1; observando que es lo que sucede cuando esas fechas y horas se cumple. En el caso de los ejercitadores, al llegar la fecha seteada, se produce arranque y transferencia en el generador uno y dos, mientras que el Br2 breaker del alimentador al tablero TLS1, se ve que se mantiene encendido dentro del lapso estipulado, fuera del cual este se abre.

5.3.2.5.- REPORTE

Para mirar los reportes es necesario trasladarnos a una hoja de excel, hecha para tal efecto, en concordancia con lo dicho en el capítulo 4. Basta que uno solo de los parámetros varíe, para que se graben dos archivos en forma simultánea, uno con lo datos anteriores al cambio y el otro con lo datos actuales. Esta tarea se ejecutará mientras se encuentre en funcionamiento la aplicación.

5.4.- EVALUACION ECONOMICA

Se lo hará considerando dos sistemas. El primero un sistema de control que no incluirá supervisión, control y adquisición de datos (Sistema de Control I).

Y un segundo que si incluirá supervisión, control y adquisición de datos (Sistema de Control II), éste evidentemente corresponde al sistema propuesto en este diseño.

Evaluemos el costo de estos dos sistemas .

5.4.1.- COSTO DEL SISTEMA DE CONTROL I

Son dos los costos a considerar, el primero un costo del equipo y software, y el segundo un costo de la programación y puesta en marcha.

5.4.1.1.- COSTO DEL EQUIPO Y SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL I

Ítem	Cant.	Descripción	P.Total
101	1	<p>Sistema mediante controlador programable TELEMECANIQUE con las siguientes características generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 43 entradas aisladas digitales tipo relé 0-120VAC - 29 salidas digitales tipo relé 0-120VAC - Logiciel con reloj calendario en tiempo real, con resolución de seg., mín., horas, día, mes y año. - Interface de comunicación standar RS485 para comunicación. - Incluye software de programación PL7-2 <p>El sistema esta compuesto de :</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) Autómata Programable TSX17 3428 (1) Bloque de Extensión TSX DMF344A (1) Bloque de Extensión TSX DSF635 (1) Batería de Litio TSX 17ACC1 (1) Conector fin de línea TSX 17ACC10 (1) Logiciel TSX P1720FD2 (1) Módulo de conexión TSX 17ACC5 (3) Cable de conexión TSX CBB009 (1) Software de desarrollo de aplicaciones en PL7-2, mediante PC. 	8.500.000
102	3	<p>Tres supervisores de voltaje, tipo MPS 8430 SquareD. Con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bajo voltaje - Falla de fase - Inversión de secuencia 	1.200.000
		TOTAL EQUIPOS Y SOTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL I	9.700.000

5.4.1.2.- COSTO DE LA PROGRAMACION Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL I

ítem	Cant.	Descripción	P.Unit.
101	1	Configuración de un PLC, de 43 entradas digitales tipo relé y 36 salidas digitales tipo contacto.	3.500.000
102	1	Pruebas en planta y arranque del sistema de control de PLC.	1.500.000
		TOTAL PROGRAMACION Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL I	5.000.000

5.4.2.- COSTO DEL SISTEMA DE CONTROL II

Al igual que se hizo para la valoración económica del Sistema de Control II, para éste se considerará los dos tipos de costos vistos.

5.4.2.1.- COSTO DEL EQUIPO Y SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL II

ítem	Cant.	Descripción	P.Unit.
101		Igual al ítem 101 del sistema de control I.	8.500000
102		Igual al ítem 102 del sistema de control I.	1.200.000

ítem	Cant.	Descripción	P.Unit.
103	1	Paquete de Software para manejo y control de procesos e implementación de sistemas SCADA, LABVIEW versión 3.1.1, con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> - Manejo directo de memoria - Compilador para generación de módulos RUN-time - Librerías de procesamiento digital de señales analógicas - Manejo de sistemas de adquisición de datos - Capacidad de multiarea y/o multiproceso - Librerías matemáticas avanzadas y estadísticas. 	5.400.000
		TOTAL EQUIPOS Y SOTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL I	15.100.000

5.4.2.2.- COSTO DE LA PROGRAMACION Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL II

ítem	Cant.	Descripción	P.Unit.
101	1	Configuración de un PLC, de 43 entradas digitales tipo relé y 36 salidas digitales tipo contacto.	1.850.000
102	1	Configuración del sistema supervisorio.	5.000.000
103	1	Pruebas en planta y arranque del sistema de control de PLC y sistema supervisorio.	1.500.000
		TOTAL PROGRAMACION Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL I	8.350.000

5.4.- EVALUACION TECNICA

El montaje experimental construido, al ser un automatismo realizado en base a un equipo programable (PLC), goza de características como son :

- Facilidad para efectuar cambios

- Comunicación abierta con otros equipos

- Almacenamiento de gran cantidad de datos

- Adaptación a las tareas más diversas y complejas

Adicionalmente, al utilizar en este sistema o en cualquier otro, los llamados instrumentos virtuales para supervisar, controlar y adquirir datos, se produce una modificación drástica en la manera de construir sistemas de control e instrumentación. Esto genera cambios a nivel de test, de medida y de procesos de monitoreo y control.

Esto debido a que todos estos procesos al asociarse con el manejo de los llamados instrumentos virtuales, trae consigo una serie de características importantes como son:

- Instrumentos definidos por el usuario

- Sistemas orientados a la conectividad con redes, periféricos y aplicaciones

- Bajo costo, son reusables

- Máxima economía de escala

- Costos bajos de mantenimiento y desarrollo

Con todas estas cualidades y mirando lo que esta sucediendo alrededor, podemos afirmar sin equivocarnos, que esta tecnología es la que se esta imponiendo y la que tiende a desarrollarse con mayor rapidez.

En conclusión cuando se va a desarrollar un proyecto, será necesario evaluar situaciones tanto actuales como a futuro. Actuales como la confiabilidad, la flexibilidad, el tamaño del sistema. En cambio consideraciones a futuro como el crecimiento posterior , la necesidad de comunicación con otros instrumentos, etc; que en definitiva serán los condiciones que definan el sistema a utilizar.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- CONCLUSIONES

1.- Creemos firmemente que el objetivo al llevar a cabo este trabajo se ha cumplido, pues mediante éste, se ha mostrado cuales son los pasos que se deben seguir en la elaboración de un diseño de un sistema SCADA. Y mucho más importante que esto, es quizás, se ha dejado la puerta abierta para que se puedan elaborar tesis bajo las nuevas tendencias actuales, que son la utilización de autómatas programables combinados con programas de supervisión, control y adquisición de datos.

2.- Debido a lo alto de los costos que representa el implementar sistemas de este tipo, es que se hace necesario evaluar muy minuciosamente las condiciones tanto actuales como a futuro, a las cuales se verá sometido el sistema.

Condiciones actuales como son: la confiabilidad, la flexibilidad, el tamaño del sistema.

En cambio a futuro como son: el crecimiento posterior . la necesidad de comunicación con otros instrumentos. etc.

En función de esta análisis, es que se puede establecer de una forma certera si esta clase de sistema convendría o no considerarlo.

3.- El aprovechamiento de los bajos costos, combinado con poder de las computadoras y estaciones de trabajo actuales, hacen que se vayan abriendo nuevos caminos a la instrumentación.

Es así que se van generando alternativas muy actuales para sistemas de control automático, las cuales aparte de la utilización de controladores programables ocupan instrumentos virtuales, los mismos que tienen como característica primordial el ser contruidos por el propio cliente, es decir son hechos a su medida.

6.2.- RECOMENDACIONES

1.- Es importante, como en todas las profesiones estar al día, así que sería interesante en la facultad, promover el aprendizaje de estas nuevas y poderosas herramientas existentes dentro del campo de la ingeniería.

2.- A nivel de transferencias convencionales o standard existen ciertas situaciones, que por considerarles muy improbables de suceder se dejan de tomar en cuenta, tales como:

- Falla transitoria de la red normal o del generador;
- Retorno de la energía de la red normal mientras se calienta el generador;
- Falla en el generador, una vez que termina de calentarse;
- Arranques exitosos del motor del grupo, pero acompañados de cero generación.

Si analizamos rápidamente este último caso, se ve que resulta por demás peligroso por lo siguiente:

Estando el sistema en condiciones normales de funcionamiento, el PLC ordena el arranque del grupo, dependiendo de la señal que le entrega el relé supervisor de voltaje del lado de la red normal, en este caso específico; el motor ha arrancado perfectamente, pero es el generador el que no genera por algún problema en el sistema eléctrico.

Bajo estas circunstancias el supervisor de voltaje del lado del generador, al no encontrar señal de voltaje alguna, emitirá una señal de no arranque del grupo al PLC, por lo que éste, volverá a ordenar el arranque. Produciéndose daños en el motor de arranque.

Se estima que una forma de evitar esta situación, es intercalar en el circuito de control del motor de arranque del grupo, un contacto normalmente cerrado proveniente del trompo del motor de aceite. Este contacto se mantendrá cerrado, mientras la presión de aceite sea menor a un valor dado, el cual solo se superará en el caso de que el motor este en marcha. Una vez que este contacto se abra, no será posible volver actuar sobre el motor de arranque.

En los grupos electrógenos recientes, ya se dispone de una protección llamada "OVER CRANK", la que evita operar sobre el motor de arranque si el motor del grupo se encuentra en marcha.

De allí nuestra recomendación en el sentido de que estas observaciones sean consideradas necesariamente, al momento de realizar una aplicación real.

REFERENCIAS

Ref.[1].- NFPA; "NATIONAL ELECTRICAL CODE NEC"; Quincy; USA; 1995.

Ref.[2].- Square D; "CATALOGO PRODUCTOS DIGEST"; USA; 1993.

Ref.[3].- Square-D; "CATALOGO DE CORTACIRCUITOS TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA"; USA; 1993.

Ref.[4].- National Semiconductor; INTERFACE DATA TRANSMISSION DATABOOK" ; California-USA; 1994.

Ref.[5].- Advantech; TOTAL SOLUTION FOR PC BASED INDUSTRIAL AND LAB AUTOMATION; USA; 1995.

Ref.[6].- Advantech; ADAM 4000 DATA ACQUISITION MODULES USER'S MANUAL; Taiwan; 1994.

Ref.[7].- GROUPE SCHNEIDER; "CATALOGO DEL MICRO-PLC TSX17"; Francia; 1993.

Ref.[8].- Cifuentes Juan; "ANALISIS TECNICO ECONOMICO Y POSIBILIDADES DE APLICACION DE LOS CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES "; EPN; Quito-Ecuador; Nov. 1993.

Ref.[9].- Ortega Edgar; "SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE CARGA Y SINCRONIZACION PARA LA ESTACION COTOPAXI UTILIZANDO UN CONTROLADOR PROGRAMABLE "; EPN; Quito-Ecuador; Nov. 1993.

Ref.[10].- Telemecanique; "PL7-2 INICIACION A LA PRACTICA DEL TSX-17"; Francia; 1991.

Ref.[11].- GROUPE SCHNEIDER; "CATALOGO ABREVIADO DE TODOS LOS AUTOMATISMOS Y SUS SOLUCION"; Francia; 1993.

Ref.[12].- National Instruments; "LABVIEW PARA WINDOWS DEMO"; USA; 1992.

REFERENCIAS CRUZADAS

REFERENCIA		TESIS	
Número	Página	Página	Descripción
# 1	# (230/72)	# 16	Bomba de incendio
# 2	# (10/3) # (2/2)	# 19 # 26	Diagrama breaker motorizado MPS supervisor de red
# 3	# (8) # (6)	# 20 # 21	Manejo de contactos breaker motorizado Microinterruptor de alarma
# 4	# (8/5) # (8/8) # (8/186)	# 41 # 42 # 51	Transmisión desbalanceada Transmisión balanceada Tipo de cable
# 5	# (3-17) # (3-21) # (3-18) # (1/14)	# 45 # 51 # 53 # 58	Características del standar RS485 Distribución de pines DB-25 Características tarjeta convertidora RS-232 a RS-485 Especificaciones estación industrial
# 6	# (25) # (32)	# 46 # 48	Discontinuidades en la línea de transmisión Valor de la resistencia
# 7	# (10) # (10)	# 55 # 75	Características del controlador Características del controlador
# 8	# (36) # (38)	# 75	Definición de PLC
# 9	# (9)	# 75	Definición de PLC
# 10	# (13)	# 83	Potencialidades del PL7-2
# 11	# (4/16)	# 111	Elementos Telemecanique disponibles en el mercado
# 12	# (1/6)	# 134	Características del programa de instrumentación

BIBLIOGRAFIA

- NFPA; "NATIONAL ELECTRICAL CODE NEC"; Quincy; USA; 1995.
- Square D; "CATALOGO PRODUCTOS DIGEST"; USA; 1993.
- Square-D; "CATALOGO DE CORTACIRCUITOS TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA"; USA; 1993.
- National Semiconductor; "INTERFACE DATA TRANSMISSION DATABOOK" ; California-USA; 1994.
- Advantech; "TOTAL SOLUTION FOR PC BASED INDUSTRIAL AND LAB AUTOMATION"; USA; 1995.
- Advantech; "ADAM 4000 DATA ACQUISITION MODULES USER'S MANUAL"; Taiwan; 1994.
- GROUPE SCHNEIDER; "CATALOGO DEL MICRO-PLC TSX17"; Francia; 1993.
- Cifuentes Juan; "ANALISIS TECNICO ECONOMICO Y POSIBILIDADES DE APLICACION DE LOS CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES "; EPN; Quito-Ecuador; Nov. 1993.

- Ortega Edgar; "SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE CARGA Y SINCRONIZACION PARA LA ESTACION COTOPAXI UTILIZANDO UN CONTROLADOR PROGRAMABLE "; EPN; Quito-Ecuador; Nov. 1993.

- Telemecanique; "PL7-2 INICIACION A LA PRACTICA DEL TSX-17"; Francia; 1991.

- GROUPE SCHNEIDER; "CATALOGO ABREVIADO DE TODOS LOS AUTOMATISMOS Y SUS SOLUCION"; Francia; 1993.

- National Instruments; "LABVIEW PARA WINDOWS DEMO": USA; 1992.

ANEXO 1

ANEXO # 1

ESPECIFICACIONES MINIMAS DE UNA ESTACION DE TRABAJO DE TIPO INDUSTRIAL

- Estación manual acorde a la norma NEMA 4(IP56) y NEMA 12(IP52)

- Panel frontal a prueba de polvo y agua

- Panel adecuado para montaje en un rack industrial de norma EIA RS-310C 19"

- Backplane pasivo con 6 slots ISA

- Monitor de alta resolución (1024x768pixels) de 14"

- Teclados frontales tipo Membrana

- Puerta de cobertura para acceso al disk drive

- Conector frontal y posterior para teclado

- Dos ventiladores para evacuación de calor

- Pantalla protegida contra impactos con cobertor en Lexan

TESIS : DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA...

- Fuente de poder tipo switching auto-regulada de 150W mínimo
- Una unidad de diskette de 1.44Mb
- Rango del voltaje de entrada AC: 90 a 132 V
- Dos ventiladores con filtro removible
- Teclado de membrana frontal con 27 teclas de ingreso y 12 de funciones

ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO

- Tarjeta de CPU tipo " All in one", con 1,44Mb en ROM disk
- Procesador 486DX2-66Mhz, AMI BIOS
- Controlador de floppy disk y de disco duro tipo IDE incorporado
- Dos pórtricos seriales norma EIA/TIA-232 y EIA/TIA-485 respectivamente
- Un pórtrico paralelo bi-direccional
- Watch dog timer programable

- Chip de reloj calendario en tiempo real, con batería de litio de 10 años de respaldo
- Canales de DMA 7
- Niveles de interrupción 15

ESPECIFICACIONES DEL DISCO DURO

- Compatible con controlador IDE
- Formato 3,5"
- Velocidad de transferencia de datos 1,25Mb/sec
- Parqueo automático de cabezas
- Corrección automática de errores y reintentos
- Capacidad mínima 345Mb mínimo, 15ms

ESPECIFICACIONES DEL MONITOR

- SVGA
- CRT tamaño 14"
- Dot pitch: 0,28mm
- Video Signal: 0,7Vpp/75Ohms
- Display color: Unlimited
- Resolución: 1024x768
- High frequency: 30.38KHZ
- V frequency: 56-92KHZ
- Alimentación AC: 100-260V autoranging, 50-65Hz, 60watts

ANEXO 2

TSX 17 micro-PLC

Combination and installation rules

Combination rules

Configurations must conform to the table below :

- TSX 17-10 and TSX 17-20 micro-PLCs used with PL7-1 language can be extended by 2 discrete extension blocks or modules (it is possible to mix different blocks and modules).
- TSX 17-20 micro-PLCs used with PL7-2 language can be extended by 3 discrete extension, analogue or communication blocks or modules and 1 UNI-TELWAY adaptor module (it is possible to mix different blocks and modules).

PLC base	Language	Max. no. of extensions (1)	Discrete I/O extension blocks			Extension modules				UNI-TELWAY module
			TSX DMF 242A 342A 344A	400	401	TSX DTF 400 TSX DEF 804/812	TSX DSF 604/612	635	TSX SCG 11*1 TSX AEG 411*	
TSX 170 2028	PL7-1	0								
TSX 170 2002		2								
TSX 171 2028		2								
TSX 171 3428	PL7-1	2								
TSX 171 2002		2								
TSX 171 4002		2								
TSX 172 2028	PL7-1	2								
TSX 172 2044		3							(2)	(3)
TSX 172 2012	PL7-1	2								
	PL7-2	3								(3)
TSX 172 3428	PL7-1	2								
TSX 172 3444		3								
TSX 17B 1428 (5)		3					(4)		(2)	(3)
TSX 172 4012	PL7-1	2								
	PL7-2	3								(3)

- Combination possible
 Combination not possible
- (1) Excluding TSX 17 ACC5 UNI-TELWAY adaptor module
 (2) The 24 V sensor power supply provided by the PLC base or an extension block can only supply one extension module. An external 24 V power supply must be provided when several extension modules are used
 (3) One module per PLC base
 (4) The maximum number of TSX DSF 635 modules is 2
 (5) The TSX 17B 1428 micro-PLC is used with PL7-2 language.

Installation rules

Starting from the PLC base (address 0) discrete or analogue modules or blocks can be added in any order. The last extension block or module must be fitted with a TSX 17 ACC10 end of line adaptor.

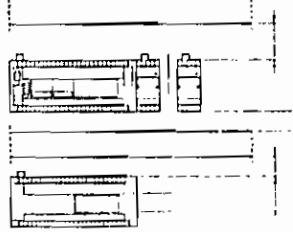
Extension blocks

Address block n is connected to address block or module n-1 using a 0.32, 0.90 or 1.6 m. cable. The total length of all cabling must not exceed 2.20 m.

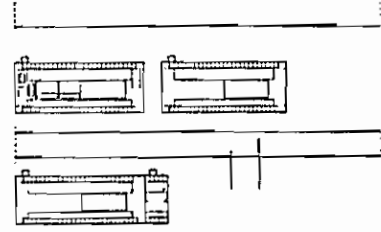
Analogue and communication discrete extension modules

Address block n is connected to address block or address module n-1 using a cable which is incorporated into the module. Address module n is therefore always located to the right of address block or module n-1.

TSX 17-20 micro-PLC examples of layout (in PL7-2 language)



TSX CBD 003 connecting cable, length 0.32 m.
 TSX CBD 009 connecting cable, length 0.90 m.



Cable built into extension module.
 TSX 17 ACC 10 end of line adaptor.

TSX 17 micro-PLC

Characteristics

Power supply characteristics

PLC bases	Alternating 110...240 V TSX 170••/171••/172••	Direct 24 V TSX 170••/171••	Direct 24 V TSX 172••
Extension blocks and modules	TSX DMF 242A/3••A	TSX DMF 400	TSX DMF 401
Power supply voltage	Rated \sim 110...240 V Limit \sim 90...264 V	\equiv 24 V \equiv 19.2...30 V (1)	\equiv 24 V \equiv 19.2...30 V (1)
Frequency	Rated 50/60 Hz Limit 47...63 Hz	—	—
Power required	PLC 42 VA Extension 31 VA	21 W 5 W	28 W 3 W
Protected sensor power supply	\equiv 24 V/0.25 A	—	—
Primary/ground isolation	1500 V rms/50 Hz	None	1500 V rms/50 Hz
Conforms to standard IEC 65A	Yes	Yes	Yes

Input characteristics (2)

PLC bases	Isolated Inputs \equiv 24 V TSX 170••/171••/172••	Non-Isolated Inputs \equiv 24 V TSX 170••/171••	Inputs \sim 110 V TSX 172••	Isolated Inputs \equiv 24 V TSX DEF 812
Extension blocks and modules	TSX DMF 242A/342A/401	TSX DMF 400	TSX DMF 344A/DEF 804	—
Type of Inputs	Isolated	Non-Isolated	Isolated	Isolated
Rated Voltage	\equiv 24 V	\equiv 24 V	\sim 110 V (47...63 Hz)	\equiv 24 V
Input Current values	7 mA	7 mA	15 mA	15 mA
Sensor power supply	\equiv 19.2...30 V (1)	\equiv 19.2...30 V (1)	\sim 88...132 V	\equiv 19.2...30 V (1)
Logic	Positive	Positive	—	Positive
Display of each Input	PLC side	PLC side	PLC side	PLC side
Sensors commoned	To + 24 V of sensor power supply (3)	To + 24 V of power supply	—	To + 24 V of power supply
Limit At state 1	Voltage \geq 11 V Current \geq 2.5 mA for U = 11 V	\geq 11 V \geq 2.5 mA for U = 11 V	\geq 74 V \geq 6 mA for U = 74 V	\geq 11 V \geq 6 mA
Input values At state 0	Voltage \leq 5 V Current \leq 1.4 mA	\leq 5 V \leq 1.4 mA	\leq 20 V \leq 4 mA	\leq 5 V \leq 3 mA
Input Impedance	32...37 k Ω	32...37 k Ω	5.8...9.5 k Ω	1.5...1.7 k Ω
Response From state 0 to state 1	4.5...12 ms	4.5...12 ms	5...33 ms	6...18 ms
times From state 1 to state 0	4.5...12 ms	4.5...12 ms	11...50 ms	4...13 ms
Power dissipation per point at 1	0.17 W	0.17 W	0.2 W	0.35 W
External Line resistance	\leq 500 Ω	\leq 500 Ω	\leq 1 k Ω	\leq 500 Ω
Isolation Between inputs and bus	\geq 10 M Ω to \equiv 500 V	None	Leakage capacity \leq 100 nF	\geq 10 M Ω to \equiv 500 V
Type	Opto-coupler	—	Opto-coupler	Opto-coupler
Conforms to standard IEC 65A (secretariat) 68	Class 1	Class 1	Class 2	Class 2
Compatible with Telemecanique 2- and 3- wire sensors	Yes	Yes	2 a.c. wires \sim 110 V	Yes

Characteristics of event-triggered and fast counter inputs (2)

Inputs	Event-triggered	Fast counter
Rated Voltage	\equiv 24 V	\equiv 24 V
Current	15 mA	15 mA
Limit At state 1	Voltage \geq 11 V Current \geq 6 mA for U = 11 V	\geq 11 V \geq 6 mA for U = 11 V
Input values At state 0	Voltage \leq 5 V Current \leq 3 mA	\leq 5 V \leq 3 mA
Immunity Change from state 0 to 1	0.15...1 ms	Maximum frequency permitted
Change from state 1 to 0	0.3...1 ms	2 kHz
Isolation Between inputs and bus	\geq 10 M Ω to \equiv 500 V	—
Type	Opto-coupler	—
Conforms to standard IEC 65A	Class 2	Class 2
Compatible with Telemecanique 2- and 3- wire sensors	Yes	Yes

(1) Ripple included

(2) Input characteristics are given for a load rate of 60 % (number of inputs simultaneously at state 1 in relation to total number of inputs)

(3) Except TSX DMF 401 sensors commoned to +24 V of power supply.

TSX 17 micro-PLC

Characteristics

Characteristics of relay outputs (1)

PLC bases	TSX 170 2028, TSX 171 2028/3428, TSX 172 2028/2044/3428/3444	
Extension blocks and modules	TSX DMF 242A/342A/344A, TSX DSF 635	
Type of outputs	Relay, 1 N/O contact per channel	
Alternating current loads	Voltage	\sim 24 ... 240 V
	Permitted power for AC-11 operation	9 VA with $48 \text{ V} \leq U \leq 240 \text{ V}$ for 10×10^6 operating cycles 25 VA with $24 \text{ V} \leq U \leq 48 \text{ V}$ for 0.2×10^6 operating cycles 50 VA with $110 \text{ V} \leq U \leq 240 \text{ V}$ for 1×10^6 operating cycles
	Direct current loads	24 V
	Permitted power for DC-11 operation	10 W with $U = 24 \text{ V}$ for 1×10^6 operating cycles
Display of each output	PLC side	
Thermal current	3 A	
Leakage current at state 0	$\leq 1 \text{ mA}$ to 220 V-50 Hz	
Response times	At activation	$\leq 10 \text{ ms}$
	At deactivation	$\leq 20 \text{ ms}$
Isolation	Between outputs	1500 V rms - 50/60 Hz
	Between outputs and bus	1500 V rms - 50/60 Hz
Type	Relay	
Built-in protection	Against inductive overvoltages in \sim	MOV (ZNO) RC suppressor on each output
External protection	Against short-circuits and overloads	1 quick blow fuse of less than 3A on each output
Recommended	Against inductive overvoltages in \sim	Flywheel diode across load
Compatible with TSX 17 PLC inputs, \sim 24 V	Yes	

Characteristics of transistor outputs (1)

PLC bases	TSX 170 2002, TSX 171 2002, TSX 171 4002	TSX 172 2012, TSX 172 4012
Extension blocks and modules	TSX DMF 400	TSX DMF 401, TSX DSF 612
Type of outputs	Transistors, non protected	
Direct current loads	Nominal voltage	\sim 24 V
	Nominal current	2 A (2) 1 A (3)
	Nominal current with 2 outputs in parallel	3.2 A (2) 1.6 A (3)
	Tungsten filament lamp	10 W
Logic	Positive	Positive
Display of each output	PLC side	PLC side
Loads commoned	To "-" of power supply	To "-" of power supply
Limit values	Voltage \sim 19.2 ... 30 V (4)	\sim 19.2 ... 30 V (4)
Leakage current at state 0	$\leq 1 \text{ mA}$	$\leq 0.1 \text{ mA}$
Residual voltage at state 1 for rated current	$\leq 0.5 \text{ V}$	$\leq 1.3 \text{ V}$
Response time	Change from state 0 to 1	$\leq 100 \mu\text{s}$
	Change from state 1 to 0	$\leq 200 \mu\text{s}$
Isolation	Between outputs and bus	None
	Type	Opto coupler
Built-in protection	Against short-circuits and overloads	None
	Against inductive overvoltages	Yes
Compatible with TSX 17 PLC inputs, \sim 24 V	Yes	Yes
Meets standard IEC 65	Yes	Yes
Fast outputs equipped with Zener diode discharge circuit	All	00 and 01 outputs

(1) Output characteristics are given for a load rate of 60% (number of outputs simultaneously at state 1 in relation to total number of outputs)
 (2) Outputs: 0 to 3 on TSX 171 4002 and TSX DMF 400; 0 and 1 on TSX 170 2002 and TSX 171 2002
 (3) Outputs: 4 to 15 on TSX 171 4002 and TSX DMF 400; 2 to 7 on TSX 170 2002 and TSX 171 2002
 (4) 19.2 V is included

TSX 17 micro-PLC

Characteristics

Characteristics of triac outputs (1)

Extension module	TSX DSF 604	
Type of outputs	Triac	
Alternating current loads	Type	Inductive
	Nominal voltage	110 V-120 V
	Nominal current/output	1 A (2)
	Nominal frequency	50/60 Hz
Display of each output	PLC side	
Limit values	Voltage	93.5 ... 132 V
	Peak current when switched on	10 A on 2 repetitive cycles once per second
	Total load in module	3 A max (2)
	Frequency	47 ... 63 Hz
Response time	Change from state 0 to 1	1/2 period + 0.5 ms
	Change from state 1 to 0	≤ 1/2 period
Leakage current at state 0	≤ 3 mA	
Residual voltage at state 1	I nominal > 50 mA	≤ 3 V
	25 mA < I nominal < 50 mA	≤ 13 V
Built-in protection	Against inductive overvoltages	MOV (ZNO) and RC suppressor
External protection recommended	Against short-circuits and overloads	
		1 quick blow fuse : rating ≤ 3.15 A on each output
Compatible with Series 7 PLC outputs	110 V	Yes
Conforms to standards	IEC 65A-NFC 63850-UL-CSA	
Isolation	Between groups of outputs	1500 V rms - 50/60 Hz
	Between outputs and bus	1500 V rms - 50/60 Hz
	Type	Opto-coupler

Characteristics of analogue timer module

Analogue timer module	TSX DTF 400		
Values	Minimum	Maximum	
Delay time with internal potentiometer	Range 1	0.1 s	1 s
	Range 2	0.15 s	1.5 s
	Range 3	1 s	10 s
	Range 4	10 s	100 s
Delay time with external 1 M Ω potentiometer	Range 1 (3)	0.1 s	6 s
	Range 2 (3)	0.15 s	9 s
	Range 3 (3)	1 s	60 s
	Range 4 (3)	10 s	600 s
Internal potentiometer	0 Ω	220 k Ω	
External Value	0 Ω	1 M Ω	
potentiometer Power	0.5 W	-	
(4) Connecting cable	-	5 m shielded	
Temperature drift (with internal potentiometer)	-	3%	
Operating temperature	0 °C	55 °C	

(1) Output characteristics are given for a load rate of 60% (number of outputs simultaneously at state 1 in relation to total number of outputs)

(2) Temperature drop if $\theta_A > 40$ °C

- per output = 0.017 A/°C; in module = 0.07 A/°C
 - I_{output} = 1.0.017 x (I_{A-40}); I_{module} = 3.0.07 x (I_{A-40})

(3) Minimum values with internal potentiometer at 0. Maximum values with internal potentiometer at 220 k Ω

(4) Linear variation

ANEXO 3

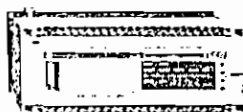
Micro-autómatas TSX 17



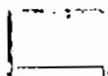
TSX 170 2028M



TSX 171 2028*



TSX 172 4012*



TSX MC70 E**

Micro-autómatas de base TSX 17-10 no extensibles

Alimentación	Nº E/S	Nº de entradas 24 V	Nº de salidas	Referencia (1)	Peso kg
~ 110...240 V	20	12 E aisladas	8 S relé	TSX 170 2028M	1,590
24 V	20	12 E no aisladas	8 S transistor (2)	TSX 170 2002M	1,610

Micro-autómatas de base TSX 17-10 extensibles

Alimentación	Nº E/S	Nº de entradas 24 V	Nº de salidas	Referencia (2)	Peso kg
~ 110...240 V	20	12 E aisladas	8 S relé	TSX 171 2028*	1,590
	34	22 E aisladas	12 S relé	TSX 171 3428*	1,690
24 V	20	12 E no aisladas	8 S transistor (3)	TSX 171 2002*	1,610
	40	24 E no aisladas	16 S transistor (3)	TSX 171 4002*	2,080

Micro-autómatas de base TSX 17-20

Alimentación	Nº E/S (4)	Nº de entradas aisladas	Nº de salidas	Referencia (2)	Peso kg
~ 110...240 V	20	12 E 24 V	8 S relé	TSX 172 2028*	1,620
		12 E ~ 110 V	8 S relé	TSX 172 2044*	1,620
	34	22 E 24 V	12 S relé	TSX 172 3428*	1,690
		22 E ~ 110 V	12 S relé	TSX 172 3444*	1,690
24 V	20	12 E 24 V	8 S transistor (5)	TSX 172 2012*	1,610
	40	24 E 24 V	16 S transistor (5)	TSX 172 4012*	2,080

Cartuchos micro-software PL7-2 para TSX 17-20

Gestión de módulos de extensión E/S T. o N.	Inteligentes	Acopladores	Comunica- ción toma terminal	Reloj- calendario	Referencia	Peso kg
TSX DMF/DSF	TSX AEG	TSX SCG				
TSX DEF/DTF	TSX ASG					
SI	No	No	No	No	TSX P17 20F	0,040
	SI	No	SI	No	TSX P17 20FA	0,040
				SI	TSX P17 20FB	0,040
		SI	SI	No	TSX P17 20FC/T (6)	0,040
				SI	TSX P17 20FD1 (6)	0,040

Cartuchos memoria

Designación	Tipo	Capacidad	Referencia	Peso kg
Salvaguarda de memoria programa	EEPROM	8 K octetos	TSX MC70 E38	0,040
		24 K octetos	TSX MC70 E324	0,040
	EPROM	8 K octetos	TSX MC70 E28	0,040
		24 K octetos	TSX MC70 E224	0,040

(1) La letra M significa que el producto se suministra con una documentación multi-idioma francés, inglés, alemán, italiano y español.

(2) El * se sustituye por una F para que el producto se suministre con una documentación en francés, por una E para una documentación en inglés.

(3) Salidas no aisladas, no protegidas contra los cortocircuitos.

(4) No incluyen ni las 2 entradas rápidas ni la de conmutación rápida.

(5) Salidas aisladas protegidas contra los cortocircuitos.

(6) Anula y reemplaza los cartuchos TSX P17 20 FC/FD.

Micro-autómatas TSX 17

Extensiones de entradas/salidas "Todo o Nada"



TSX DMF 401

Designación	Alimentación	Nº de entradas	Nº de salidas	Referencia	Peso kg.
Bloques de extensión	~ 110...240 V	8 E = 24 V aisladas	16 S relé	TSX DMF 242A	1,500
		22 E = 24 V aisladas	12 S relé	TSX DMF 342A	1,440
		22 E ~ 110 V aisladas	12 S relé	TSX DMF 344A	1,440
	= 24 V	24 E = 24 V no aisladas	16 S transistor (1)	TSX DMF 400	1,680
		24 E ~ 24 V aisladas	16 S transistor (2)	TSX DMF 401	1,680
		Módulos de extensión	Autómata de base	8 E = 24 V aisladas	-
		8 E ~ 110 V aisladas	-	TSX DEF 804	0,300
		-	6 S relé	TSX DSF 635	0,500
		-	6 S transistor (2)	TSX DSF 612	0,500
		-	6 S triac	TSX DSF 604	0,500



TSX DEF 8xx

Elementos separados

Designación	Utilización	Referencia unitaria	Peso kg.	
Pila litio	Para salvaguarda memoria RAM (programa y datos)	TSX 17 ACC1	0,020	
Visualización numérica PL7-2	Para TSX 17-20	TSX 17 ACC2	0,100	
Adaptador	Para fin de línea (se coloca sobre el último bloque/módulo de extensión o módulo inteligente)	TSX 17 ACC10	0,020	
Cables de encadenamiento	Para bloque de extensión	Long. 0,32 m 1	TSX CBB 003	0,110
		Long. 0,90 m 1	TSX CBB 009	0,180
		Long. 1,60 m 1	TSX CBB 016	0,250
Cable de conexión	Para montaje rápido	Long. 2 m 1	TSX CCB 020	0,220
Conector macho de 9 puntos, contactos tipo D con capó metal-plástico	Conexión sobre TSX-AXT200	TSX CAC 04	0,090	
Borneros de simulación	15 borneros para 12 entradas	TSX 17 ACC3	0,250	
	24 borneros para 22 entradas	TSX 17 ACC4	0,350	

(1) Salidas no aisladas no protegidas, el bloque TSX DMF 400 sólo se utiliza con los autómatas TSX 171 2002 o TSX 171 4002

(2) Salidas aisladas protegidas contra los cortocircuitos

Micro-autómatas TSX 17

Módulos inteligentes

Módulo de temporización analógica



TSX DTF 400

Designación	Potenciómetro	Gamas de tiempos/vía (en segundos)				Referencia	Peso kg
		Gama 1	Gama 2	Gama 3	Gama 4		
Temporizador analógico	Interno	0,1...1	0,15...1,5	1...10	10...100	TSX DTF 400	0,490
	Externo	0,1...6	0,15...9	1...60	10...600		

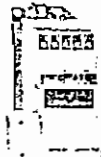
Módulos de entradas/salidas analógicas



TSX AEG 411*

Tipo		Plaza nominal señal de entrada	Resolución en plaza nominal	Nº de vías	Referencia (1)	Peso kg
Entradas	Tensión	-10...+10 V	10 bits + signo	4	TSX AEG 4110	0,490
	Corriente	4-20 mA	10 bits	4	TSX AEG 4111	0,490
Salidas	Tensión	-10...+10 V	10 bits + signo	2	TSX ASG 2000	0,490
	Corriente	4-20 mA	10 bits	2	TSX ASG 2001	0,490

Módulos de comunicación



TSX SCG 116 1F

Designación	Unión	Referencia (2)	Peso kg
Acoplador cadena de caracteres Full-duplex Modbus/Jbus maestro/esclavo	RS 232 C/Modem	TSX SCG 113 1*	0,500
Acoplador bus UNI-TELWAY Modbus/Jbus maestro/esclavo	Estación maestro/esclavo RS 485 aislado UNI-TELWAY	TSX SCG 116 1*	0,500
Adaptador bus UNI-TELWAY	Estación esclavo con cable toma terminal (suministrado)	TSX 17 ACC5*	0,490



TSX 17 ACC5F

Elementos separados para módulos de comunicación

Designación	Utilización	Longitud	Referencia	Peso kg
Cables de conexión	De un Módem al módulo TSX SCG 1131*	5 m	TSX CBN 050	0,350
	De un periférico al módulo TSX SCG 1131*	5 m	TSX CBP 050	0,350

(1) Los módulos de entradas/salidas analógicas necesitan que los autómatas de base TSX 17-20 estén equipados de un cartucho micro-software PL7-2, TSX P17 20 F/FA/FB o de un cartucho micro-software PL7 2 con función de regulación TSX P17 20 FC/VD1.

(2) Al final de la referencia, sustituir el * por:
una F para que el producto se suministre con documentación en francés,
una E para que el producto se suministre con documentación en inglés.

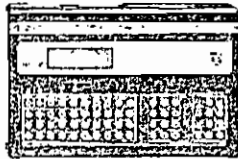
Terminales de programación



TSX T317 0F

Terminales económicos de bolsillo

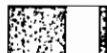
Lenguaje	Utilización	Idioma utilizado	Tipo de alimentación	Referencia	Peso kg
PL7-1	Programación y ajuste TSX 17-10/20	Multi-idioma (1)	Para toma terminal automática TSX 17	TSX T317 0F	0.430
PL7-2	Ajuste TSX 17-20				



TSX T407 *

Terminales gráficos portátiles

Lenguaje	Utilización	Tipo de funcionamiento	Referencia	Peso kg
PL7-1 PL7-2 PL7-3 (ajuste)	Según tipo de cartucho (ver más adelante)	Conectado en línea (2)	TSX T407 0	2.000
		Conectado en línea (2) o autónomo ~ 110/220 V (caja TSX TA 42 suministrada)	TSX T407 1	2.260



TSX TS4 ***

Cartuchos softwares para terminal TSX T407

Lenguaje	Utilización	Idioma utilizado	Referencia	Peso kg
PL7-2 (lenguajes Grafset y de contactos)	Programación y ajuste TSX 17-20	Francés	TSX TS4 500F	1.250
PL7-1 PL7-2 PL7-3	Explotación gama Sone 7 Ajusto TSX 17	Multi-idioma (1)	TSX TS4 310	0.220

Elementos separados y de repuesto

Designación	Utilización	Referencia	Peso kg
Cable de unión impresora	TSX T317	TSX T317 CB1 020	0.170
	TSX T407	TSX CB5 030	0.140
Adaptador para conexión TSX 17-20	TSX T407	TSX 17 ACC7	0.780
Cable de salida del adaptador TSX 17 ACC7	TSX T407	TSX CTC 03	0.090
Adaptador para conexión cartucho EPROM TSX MC 70 E** para TSX 17	TSX T407	TSX 17 ACC6	0.320
Borrador de cartuchos EPROM	Alimentación ~ 220/240 V	TSX EPE 1	3.000
	Alimentación ~ 110/127 V	TSX EPE 2	3.000
Caja de alimentación ~ 110/220 V	Suministrada con TSX T407 1	TSX TA 42	0.260
Cable de unión	Automata/Terminal TSX T407	TSX C1A 420	0.260
Correa de transporte	TSX T407	TSX TA 43	0.120

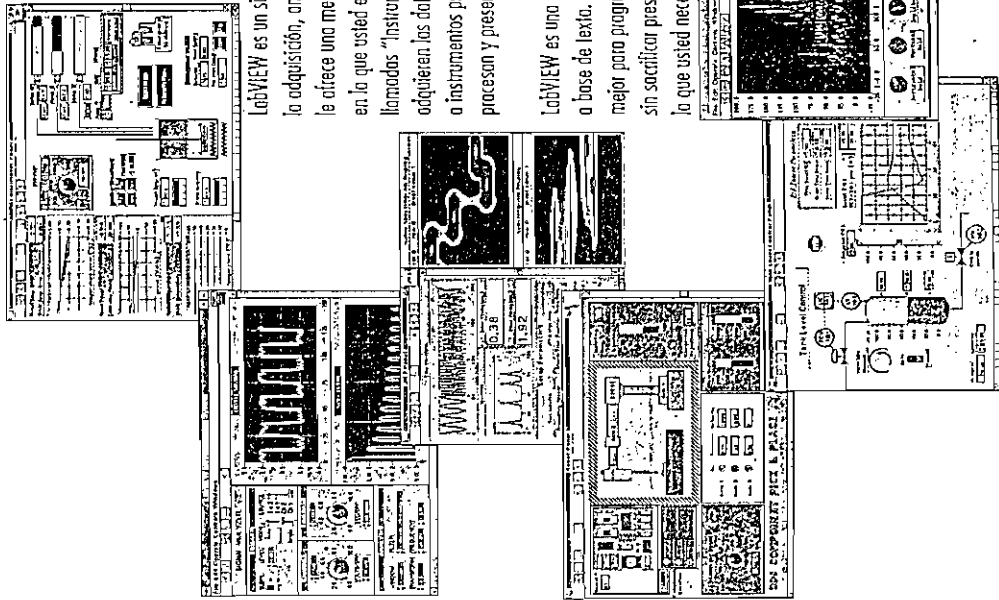
(1) Multi-idioma: francés, alemán, inglés, español, italiano

(2) Para que funcione conectado al TSX 17-20, pedir un adaptador TSX 17 ACC7

ANEXO 4



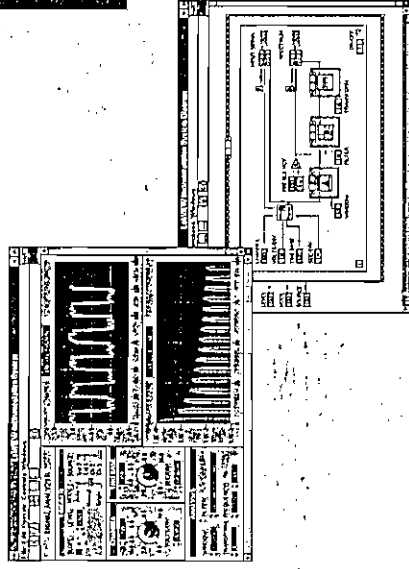
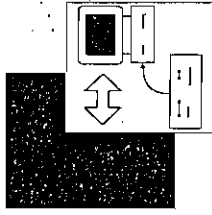
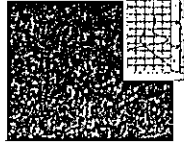
El instrumento ideal...



Imagine un instrumento que se ajuste a sus especificaciones exactamente. Un instrumento que capture, analice y presente los datos en la forma que usted desee. Imagine el LabVIEW, su instrumento ideal.

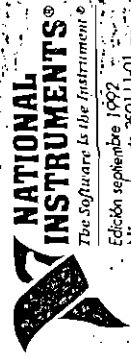
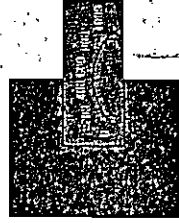
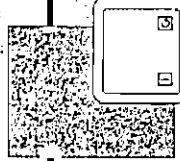
LabVIEW es un sistema de programación gráfico para la adquisición, análisis y presentación de datos. LabVIEW le ofrece una metodología de programación revolucionaria, en la que usted encadena su programa utilizando módulos llamados "Instrumentos Virtuales" (VIs). Estos VIs adquieren los datos de tarjetas de adquisición de datos o instrumentos programables, y luego los analizan, procesan y presentan en la forma que usted especifique.

LabVIEW es una alternativa a la engorrosa programación a base de texto. Si usted está buscando una forma mejor para programar sistemas de instrumentación, sin sacrificar prestaciones, LabVIEW es exactamente lo que usted necesita.



LabVIEW® para Windows

Guía de Demostración



NATIONAL INSTRUMENTS®
The Software Is the Instrument®
Edición septiembre 1992
Número de parte 350111-01

Acerca de este Paquete de Demostración

Esta demostración contiene información general sobre LabVIEW, una visión de conjunto del sistema, ejercicios tutoriales y ejemplos. Consiste de cuatro secciones principales.

En la Sección I, *Comprendiendo los Conceptos de LabVIEW*, Ud. explora un sistema de prueba de respuesta en frecuencia para aprender los conceptos fundamentales de LabVIEW.

En la Sección II, *Construyendo Instrumentos Virtuales*, Ud. construye un sistema de control de temperatura para aprender cómo configurar y agrupar los objetos de LabVIEW.

En la Sección III, *Demostrando las Características de LabVIEW*, Ud. ejecuta varios ejemplos para aprender sobre las características de LabVIEW, como el análisis en tiempo real, registro de datos, multitarea, y velocidad del código compilado.

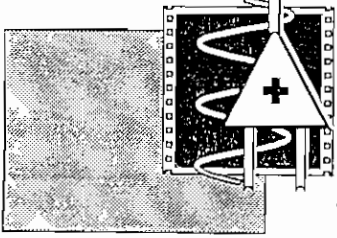
En la Sección IV, *Completando su Sistema de Prueba*, Ud. examina como LabVIEW integra todos los componentes en su sistema de instrumentación, incluyendo el hardware de adquisición, instrumentos GPIB y VXI, el análisis y la presentación de datos.

VIs de Demostración en este Paquete

Ud. no necesita ningún hardware para construir y ejecutar los ejemplos de este tutorial, porque existen VIs especiales de demostración en la paleta *Getting Started* del menú *Functions* que generan datos simulados. Estos VIs, cuyos nombres comparten el prefijo *Demo*, tienen la misma configuración de entrada y salida que los VIs que ellos simulan.

Nota: Las pantallas ilustradas en este manual representan LabVIEW en modo de un bit, blanco y negro. LabVIEW puede verse ligeramente diferente dependiendo de la configuración de colores de su sistema. Mantenga esto presente al trabajar en los ejemplos de esta guía.

Esta versión de demostración está basada en la versión completa de desarrollo de LabVIEW. Sin embargo, Ud. sólo puede guardar temporalmente los VIs creados. Al finalizar la sesión de demostración de LabVIEW, se pierden los VIs creados por Ud.



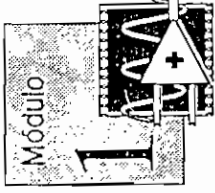
Sección I

Comprendiendo los Conceptos de LabVIEW

Esta sección introduce los conceptos fundamentales de LabVIEW describiendo la programación completa de un instrumento virtual (VI). En esta sección Ud. puede obtener una idea clara sobre el funcionamiento de LabVIEW.

Esta sección consiste de:

Módulo 1, VI de Respuesta en Frecuencia



VI de Respuesta en Frecuencia

En este módulo, Ud. cargará y explorará un programa de LabVIEW. La expedición lo introducirá a los elementos y terminología que Ud. usará al crear y ejecutar programas de LabVIEW. Use este módulo para familiarizarse con LabVIEW antes de continuar con otras secciones o módulos.

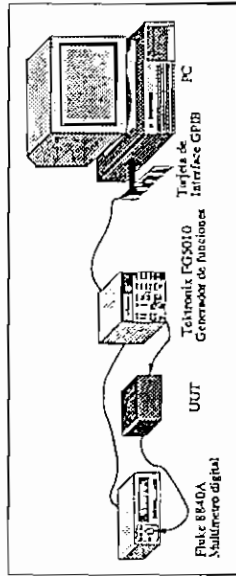
Instrumentos Virtuales

LabVIEW, una alternativa gráfica a la programación convencional, fue diseñado para instrumentación, y está equipado con las herramientas necesarias para aplicaciones de medidas y pruebas. En LabVIEW, en lugar de escribir programas basados en texto Ud. construye programas denominados Instrumentos Virtuales (VIs).¹

Un VI de LabVIEW consiste de un *panel frontal*, un *diagrama de bloques*, y un *icono/conector*. El panel frontal es el interfaz con el usuario, el diagrama de bloques es la fuente del código del VI, y el icono/conector es el interfaz de llamada a la rutina. Un diagrama de bloques contiene componentes de entrada y de salida (E/S), de cálculo, y subVIs representados por iconos, e interconectados por líneas que guían el flujo de datos. Los componentes de E/S comunican a LabVIEW con las tarjetas de adquisición de datos o GPIB, y con instrumentos físicos externos. Los componentes de cálculo ejecutan operaciones aritméticas. Los subVIs llaman a otros VIs, pasando datos por sus iconos/conectores.

Simulación de una Instalación Experimental

El VI que Ud. está a punto de explorar simula una prueba de respuesta en frecuencia en la cual un generador de funciones suministra una entrada sinusoidal a la unidad bajo prueba, UUT (en este ejemplo se trata de un filtro pasobanda), mientras un multímetro digital mide el voltaje de salida de la UUT. El VI prueba la operación de la UUT sobre un rango de frecuencia dado y presenta el resultado en una gráfica.



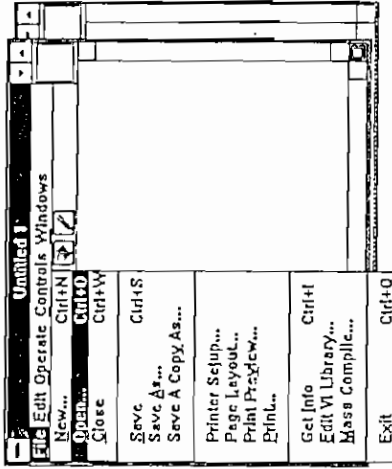
Cargando un Instrumento Virtual

1. Comience la sesión de demostración de la aplicación de LabVIEW pulsando dos veces el ratón sobre el programa LabVIEW Demo que se encuentra en el grupo LabVIEW Demo.

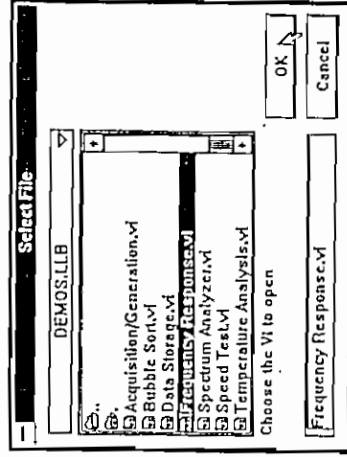


Cuando LabVIEW termina de cargarse, una ventana con un panel sin título (Untitled 1) aparece sobre la ventana del diagrama correspondiente.

2. Seleccione la opción Open del menú File del panel.



3. Destice el cursor sobre la caja de diálogo que aparece hasta encontrar la librería DEMOS.LLB, selecciónela, y pulse el botón Open. Destice el cursor hasta encontrar el programa Respuesta en Frecuencia (Frequency Response.vi), selecciónelo y pulse el botón OK, como lo muestra la siguiente ilustración.



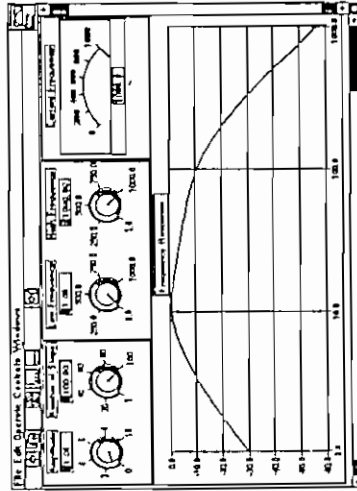
El panel frontal del VI Respuesta en Frecuencia aparece.

Paneles Frontales

El panel frontal sirve de interfaz interactiva para suministrar entradas y observar salidas del sistema de instrumentación. LabVIEW ofrece una variedad de controles e indicadores que hacen que crear un panel sea tan sencillo como dibujar.

Una vez terminado el VI, use el panel frontal para controlar el sistema, incluso mientras el programa está ejecutándose, pulsando un interruptor, cambiando una escala, girando una perilla, o introduciendo un valor desde el teclado. El panel responde inmediatamente, generando una respuesta en tiempo real del sistema.

En este ejemplo, Ud. introduce desde el panel frontal la amplitud, las frecuencias bajas y altas, y el número de pasos de frecuencia. Luego, Ud. comienza la operación del VI. El programa ejecuta la prueba y presenta los resultados en la gráfica como se muestra en la siguiente ilustración.



El cursor es la *herramienta de operación* (Operating Tool). Use la para manipular los controles en el panel frontal.

 Herramienta de operación

 Flecha de ejecución

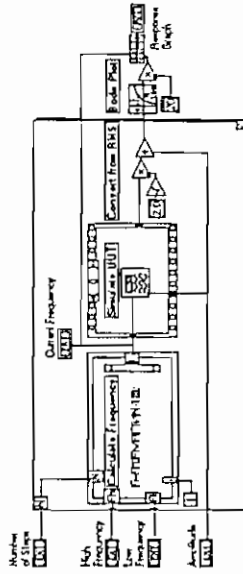
1. Presione el botón izquierdo del ratón y gire la perilla Alta Frecuencia (High Frequency). Observe los cambios en el indicador digital. Ajuste a 1,000.00 la variable Alta Frecuencia.

2. Pulse en la flecha de ejecución (Run button) para comenzar el programa. El VI se ejecuta y dibuja la curva de la respuesta en frecuencia simulada en una gráfica.


Diagramas de Bloques

El diagrama de bloques es el código fuente del VI. Ud. construye el diagrama de bloques sin los muchos detalles simbólicos de la programación convencional, seleccionando los bloques funcionales en las paletas del menú Functions. Estos bloques incluyen funciones aritméticas sencillas, VIs de adquisición y análisis avanzado, funciones de redes, y funciones de I/O de ficheros que almacenan o recuperan datos en formatos de hojas de cálculo, ASCII y binarios. Para pasar datos de un bloque al siguiente Ud. conecta los bloques funcionales con líneas llamadas *cables*.

1. Examine el diagrama de bloques seleccionando la opción 'Show' Diagram del menú Windows. Un diagrama semejante a la siguiente ilustración aparece.



El rectángulo bajo el rótulo Número de Pasos (Number of Steps) es el *terminal* del control, correspondiente en el panel frontal. Cada control e indicador en el panel frontal tiene su propio terminal en el diagrama. La ventana del diagrama también contiene iconos que representan funciones. Los datos pasan a través de los cables que unen los iconos con los terminales. El *tipo de datos* determina el patrón del cable; por ejemplo, las líneas finas indican datos numéricos escalares, y las líneas más gruesas indican datos numéricos en un arreglo o datos agrupados.

 Terminal de Control del Panel Frontal

Programación de Flujo de Datos

Los iconos de funciones, las estructuras y los subVIs se denominan *notas*. Cada nota comienza a operar solamente cuando los datos están

disponibles en todas sus entradas. El nodo produce datos para todas sus salidas cuando finaliza su ejecución. El flujo de datos controla este método de ejecución.

La programación basada en el flujo de datos lo libera de la arquitectura lineal de lenguajes basados en texto. Ud. puede crear diagramas con múltiples líneas de datos y operaciones simultáneas, porque el orden de ejecución en LabVIEW está determinado por el flujo de datos entre nodos y no por líneas secuenciales de texto. LabVIEW ejecuta simultáneamente nodos independientes.

Estructuras de Programación

A pesar de que el flujo de datos es provechoso para operaciones simultáneas, a menudo Ud. necesita garantizar un orden específico de ejecución. LabVIEW, como todo sistema completo de programación, ofrece estructuras de programación tales como los lazos condicionales y de repetición, y declaraciones de casos para operaciones secuenciales, repetitivas o ramificadas. Estas estructuras aparecen como marcos gráficos que encierran a los iconos que estas controlan.

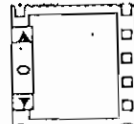
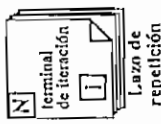
El lazo de repetición (For Loop) ejecuta los nodos dentro de su borde un número fijo de veces, generalmente un valor que Ud. conecta al terminal de entrada (N). El terminal de iteración (i) indica la iteración en curso; éste toma valores de 0 a N-1.

En este ejemplo, el lazo de repetición ejecuta el subdiagrama un número de veces dado por el control Número de Pasos en el panel frontal. Durante cada iteración, el nodo de fórmula dentro del lazo de repetición calcula la frecuencia incremental, el generador de funciones emite una señal de estímulo a una amplitud y frecuencia incremental especificada, y el voltímetro mide la respuesta de la UUT.

La estructura de secuencia ejecuta los múltiples subdiagramas dentro de su borde en un orden específico según su valor numérico. En un lenguaje convencional de programación, el orden secuencial del texto dicta el orden de ejecución. En LabVIEW, los objetos pueden ejecutarse en paralelo si no hay conexión de datos entre ellos. Use la estructura de secuencia para ordenar la ejecución de nodos que se deben ejecutar en orden pero que no pasan datos entre ellos.

1. Pulse la flecha de incremento en la parte superior de la estructura de secuencia para ver los diferentes subdiagramas. En este ejemplo, la estructura de secuencia garantiza que el generador de funciones emita la señal especificada antes que el voltímetro mida la respuesta de la UUT.

terminal de entrada



Estructura de secuencia

Después de la última iteración, el VI convierte el arreglo de datos correspondiente a la ganancia (y) de la UUT a decibelios con la operación $20 \cdot \log(y)$. Luego, el VI agrupa los arreglos de las frecuencias y las ganancias, y pasa los resultados al terminal gráfico.

Compilador Gráfico

En muchas aplicaciones, la velocidad de ejecución es crítica. LabVIEW es el único sistema gráfico de programación con un compilador que genere código optimizado. Las velocidades de ejecución de LabVIEW son semejantes a las de los programas compilados en C. Ud. puede aumentar su productividad con la programación gráfica sin sacrificar la velocidad de ejecución.

Usted también puede crear VIs para el sistema LabVIEW Run-Time, una versión compacta y de bajo costo que puede cargar y ejecutar VIs, pero que no permite editar o desplegar los diagramas. Esta característica protege el código del VI. Una manera eficaz para empaquetar y revelar sus VIs es usar el sistema LabVIEW Run-Time en estaciones de prueba de bajo costo.

Modularidad y Jerarquía

LabVIEW es modular por diseño. Ud. puede usar VIs como subVIs en los diagramas de bloques de otros VIs. Ud. puede separar funcionalmente su programa en subVIs, probar interactivamente estos subVIs, y usarlos inmediatamente como nodos para construir progresivamente capas sofisticadas de VIs. A través de la jerarquía modular, Ud. puede diseñar, modificar, intercambiar, y también cambiar VIs para satisfacer nuevas necesidades en las aplicaciones.

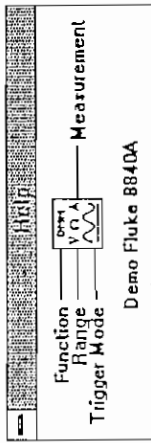
La jerarquía también se extiende a sus VIs. Creando un icono para su VI y usándolo en el diagrama de otro VI Ud. puede ocultar diagramas complejos mientras retiene acceso a valores intermedios a través de paneles de bajo nivel. Ud. puede configurar dichos paneles para abrirlos automáticamente, creando interfaces animadas, sensibles al contenido.

1. Pulse las flechas de incremento de la estructura de secuencia hasta que el icono Fluke 8840 Demo aparezca. Seleccione la opción Show Help Window del menú Windows o use el comando Ctrl-H desde el teclado. Cualquier menú en LabVIEW lista los comandos a la derecha de cada opción. Coloque el cursor sobre el icono Fluke 8840 Demo para visualizar sus terminales en la ventana de

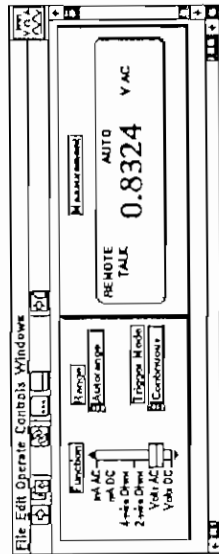


Icono Fluke 8840 Demo

Ayuda (Help), como lo muestra la siguiente figura. Los parámetros corresponden a los controles e indicadores en el panel frontal del subVI Fluke 8840 Demo.



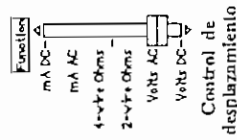
2. Pulse dos veces en el botón Fluke 8840 Demo para abrir su panel frontal.



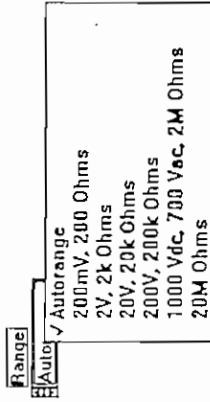
El panel frontal de un VI es análogo al panel frontal del instrumento físico, salvo que el panel frontal del VI contiene solamente los elementos que remotamente Ud. quiere programar. En este ejemplo, el programa del instrumento tiene controles para los parámetros Función (Function), Rango (Range), y Disparo (Trigger), y el indicador Medición (Measurement).

El control de desplazamiento permite elegir una de las varias opciones. En este panel frontal, el parámetro Función del multímetro digital es un control de desplazamiento. Al seleccionar una opción, el valor entero correspondiente pasa al diagrama de bloques. Por ejemplo, un valor de 0 para Voltios DC, un valor de 1 para Voltios AC, y así sucesivamente.

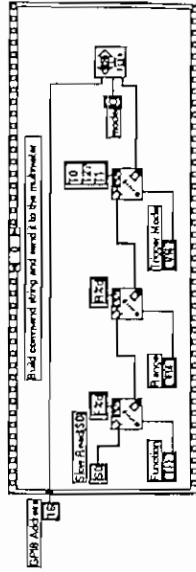
El control circular le permite elegir una de las varias opciones de la lista circular. Los parámetros Rango y Disparo en este panel frontal son controles circulares. Pulsando en las flechas de incremento con la herramienta de operación se cambia al valor próximo o anterior al actual.



Pulse la ventana de texto para seleccionar un valor del menú, como se muestra en la siguiente figura.



Para explorar todos los niveles de la jerarquía, Ud. puede abrir el diagrama de un subVI pulsando dos veces sobre su icono. Ud. puede ejecutar subVIs aislados, ejecutar el VI de más alto nivel con los paneles de su subVIs abiertos para observar los datos transmitidos en los diferentes niveles de VIs. Estas técnicas son válidas para la depuración del hardware y del software. /

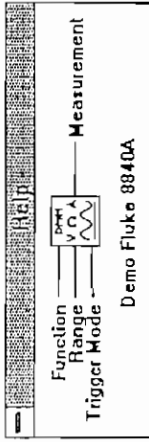


Nota: El VI Fluke 8840 Demo simula el proceso de medida generando datos de voltaje. El uso de subVIs de simulación es otra técnica valiosa para desarrollar sistemas basados en VIs.

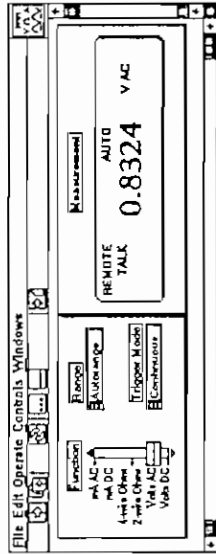
3. Cierre todos los VIs que haya abierto seleccionando la opción Cierre del menú File.

Por ahora, Ud. debe tener una idea básica de un sistema basado en VIs. Para aprender como construir un VI, proceda a la Sección II. Si Ud. está interesado solamente en saber más de las características de LabVIEW pese a la Sección III. Para un resumen de las características de LabVIEW contíntele con la Sección IV.

Ayuda (Help), como lo muestra la siguiente figura. Los parámetros corresponden a los controles e indicadores en el panel frontal del subVI Fluke 8840 Demo.



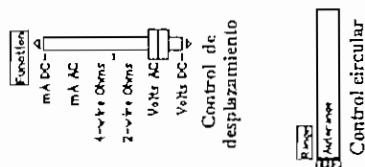
2. Pulse dos veces en el botón Fluke 8840 Demo para abrir su panel frontal.



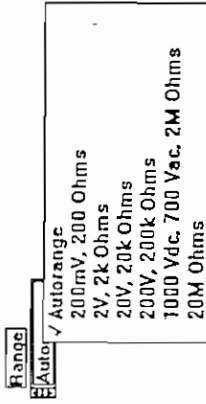
El panel frontal de un VI es análogo al panel frontal del instrumento físico, salvo que el panel frontal del VI contiene solamente los elementos que remotamente Ud. quiere programar. En este ejemplo, el programa del instrumento tiene controles para los parámetros Función (Function), Rango (Range), y Disparo (Trigger), y el indicador Medición (Measurement).

El control de desplazamiento permite elegir una de las varias opciones. En este panel frontal, el parámetro Función del multímetro digital es un control de desplazamiento. Al seleccionar una opción, el valor entero correspondiente pasa al diagrama de bloques. Por ejemplo, un valor de 0 para Voltios DC, un valor de 1 para Voltios AC, y así sucesivamente.

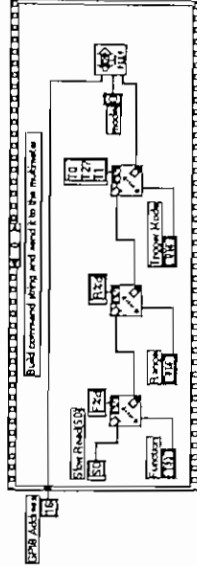
El control circular le permite elegir una de las varias opciones de la lista circular. Los parámetros Rango y Disparo en este panel frontal son controles circulares. Pulsando en las flechas de incremento con la herramienta de operación se cambia al valor próximo o anterior al actual.



Pulse la ventana de texto para seleccionar un valor del menú, como se muestra en la siguiente figura.



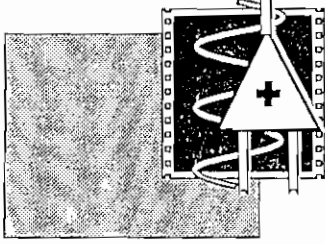
Para explorar todos los niveles de la jerarquía, Ud. puede abrir el diagrama de un subVI pulsando dos veces sobre su icono. Ud. puede ejecutar subVIs aislados, ejecutar el VI de más alto nivel con los paneles de su subVI abiertos para observar los datos transmitidos en los diferentes niveles de VIs. Estas técnicas son válidas para la depuración del hardware y del software. /



Nota: El VI Fluke 8840 Demo simula el proceso de medida generando datos de voltaje. El uso de subVIs de simulación es otra técnica valiosa para desarrollar sistemas basados en VIs.

3. Cierre todos los VIs que haya abierto seleccionando la opción Close del menú File.

Por ahora, Ud. debe tener una idea básica de un sistema basado en VIs. Para aprender como construir un VI, proceda a la Sección II. Si Ud. está interesado solamente en saber más de las características de LabVIEW pase a la Sección III. Para un resumen de las características de LabVIEW continúe con la Sección IV.



Sección II

Construyendo Instrumentos Virtuales

Esta sección muestra como construir sus propios VIs.
Contiene información detallada de los objetos de
LabVIEW, como configurarlos, y como agruparlos
para crear VIs.

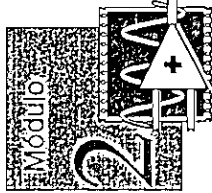
Esta sección consiste de:

Módulo 2, VI Termómetro Digital

Módulo 3, VI Monitor de Temperatura

Módulo 4, VI Análisis de Temperatura

Módulo 5, VI Control de Temperatura

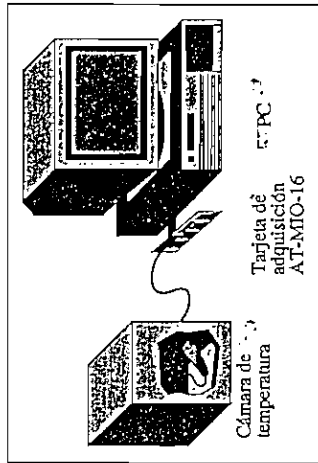


VI Termómetro Digital

En este módulo, Ud. aprenderá las técnicas fundamentales para construir un VI creando un VI sencillo que emula a un termómetro digital.

Simulación de una Instalación Experimental

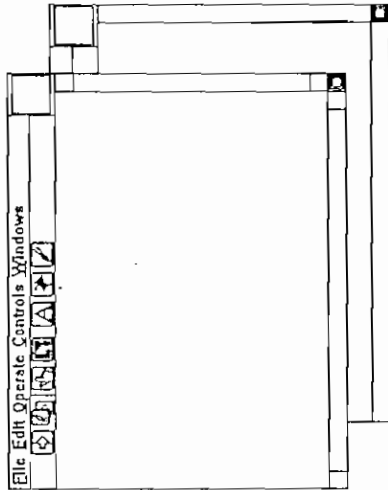
Imagine que Ud. quiere medir la temperatura ambiente de una cámara. Usted tiene un transductor o sensor que convierte temperatura en voltaje. El sensor está conectado a una tarjeta de adquisición de datos AT-MIO-16 de National Instruments que convierte el voltaje en datos digitales. El sensor se encuentra dentro de la cámara, como lo muestra la siguiente ilustración, y Ud. toma la lectura de temperatura.



Senso } *Temperatura*
Voltaje
 Tarjeta } *Voltaje*
 Adquisición } *datos digitales*

Creando el VI

1. Si LabVIEW no se está ejecutando, comience la aplicación. Una ventana con un panel sin título (Untitled 1) aparece sobre de la ventana del diagrama correspondiente.



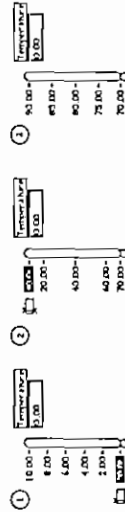
3. Un rectángulo pequeño, el *rotulo*, aparece arriba del despliegue del termómetro digital. Escriba Temperatura. Si el rótulo desaparece, pulse con el botón derecho del ratón sobre el termómetro y seleccione la opción Show Label del menú desplegado y escriba Temperatura.

La escala por defecto sobre el indicador de temperatura se extiende de 0.00 a 10.00. Ud. puede cambiar la escala remarcando los indicadores de la escala exterior y escribiendo nuevos valores.

4. Pulse con la *herramienta de escritura* (Labeling Tool) en la barra superior de la ventana del panel. Pulsando dos veces remarque 0.00, escriba 70.0, y presione la tecla <Enter> o pulse el botón del ratón izquierdo en un área vacía del panel. De igual forma, cambie 10.0 a 90.0. LabVIEW automáticamente escala los incrementos intermedios, como se muestra en la siguiente ilustración.



Herramienta de escritura



Creando el Panel

Ud. construirá un panel frontal con un termómetro para mostrar la temperatura.

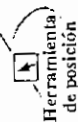
1. Coloque el cursor cerca del centro de la ventana del panel. Pulse y mantenga presionado el botón derecho del ratón para *desplegar* el menú Controls. El despliegue de un menú es el método preferido para crear y modificar un objeto en LabVIEW.
2. Continúe presionando el botón derecho del ratón mientras mueve el cursor hacia la selección Numerics y hacia la paleta que aparece. Cuando la flecha pasa sobre cada ícono, el nombre del ícono mismo aparece al fondo de la paleta. Libere el botón derecho del ratón cuando la flecha se encuentre sobre el ícono Termómetro (Thermometer), como lo muestra la siguiente figura.

Creando el Diagrama de Bloques

Para desplegar un valor de temperatura, Ud. tiene que tomar una lectura de voltaje y convertir el voltaje a grados usando el método apropiado de acuerdo al tipo de sensor que Ud. tiene. Para ejecutar estas operaciones Ud. programa el VI construyendo su diagrama. En este ejemplo, un factor sencillo de escala es suficiente porque el sensor es lineal.

Seleccione la opción Show Diagram del menú Windows. La ventana del diagrama sin título (Untitled 1) se activa. La ventana ya contiene el terminal para el indicador de temperatura y el rótulo que Ud. creó. Si el rótulo no está visible, pulse con el botón derecho del ratón sobre el terminal y seleccione la opción Show Label del menú desplegado.

Manipulando Objetos



Herramienta de posición

1. Seleccione la *herramienta de posición*.

Para seleccionar un objeto pulse con la herramienta de posición (Position Tool) dicho objeto. El terminal aparece con un borde titilante, lo que indica que el terminal está *seleccionado*. Una vez seleccionado, Ud. puede *suprimir*, *copiar*, *copiar*, o *mover* el objeto. Para *suprimir* la selección pulse en un área vacía.

Ud. también puede cambiar el tamaño de los objetos con la herramienta de posición. Los objetos redimensionables tienen bordes de selección. Cuando la herramienta de posición está sobre dichos bordes, se convierte en la *herramienta de tamaño* (Resizing Tool). Para cambiar el tamaño del objeto seleccionado, pulse con el botón izquierdo del ratón y deslice el cursor hasta alcanzar el tamaño deseado.

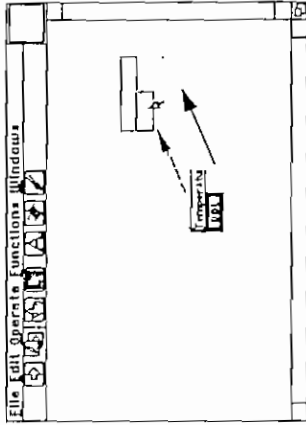
2. Use la herramienta de posición para mover el terminal del indicador de la temperatura pulsando sobre el terminal con el botón izquierdo del ratón y deslizando hacia la posición derecha del diagrama de bloques. Al mover el terminal, Ud. también mueve el rótulo. Al seleccionar y mover el rótulo, Ud. sólo mueve dicho rótulo.



Objeto seleccionado



Herramienta de tamaño



Adquiriendo una Lectura de Temperatura

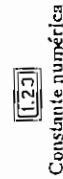
Ud. necesita un nodo que programe a la tarjeta para adquirir un valor de voltaje. Después, Ud. necesita escalar el voltaje a la temperatura correspondiente.



Icono Lectura de Voltaje Demo

1. Despliegue el menú Functions con el botón derecho del ratón en la parte izquierda de la ventana del diagrama y seleccione el VI Lectura de Voltaje Demo (Demo Voltage Read) de la paleta Getting Started.

2. Despliegue el menú Functions con el botón derecho del ratón sobre el espacio entre el nodo Lectura de Voltaje Demo y el terminal del control Temperatura, y seleccione la función Multiplicación (Multiply) de la paleta Arithmetic.



Constante numérica

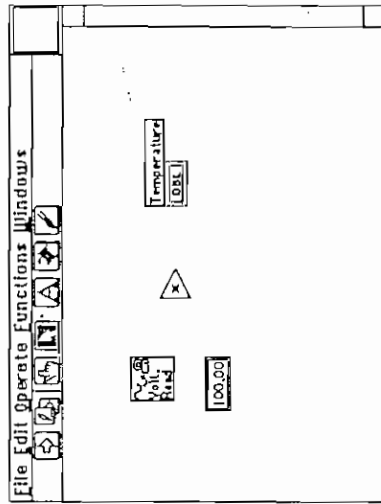
3. Despliegue el menú Functions con el botón derecho del ratón debajo del nodo Lectura de Voltaje Demo y seleccione la constante numérica (Numeric Constant) de la paleta Strucuts & Constants. La constante aparece con su ventana remarcada para que Ud. pueda inmediatamente introducir un valor.

4. Escriba 100.00 y presione la tecla <Enter> para definir el valor de la constante.



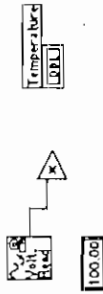
Para cambiar el valor de la constante use la herramienta de operación. Pulse dos veces sobre el área de despliegue e introduzca el nuevo valor.

5. Con la herramienta de posición arrgle los objetos del diagrama de bloques como lo muestra la siguiente ilustración.



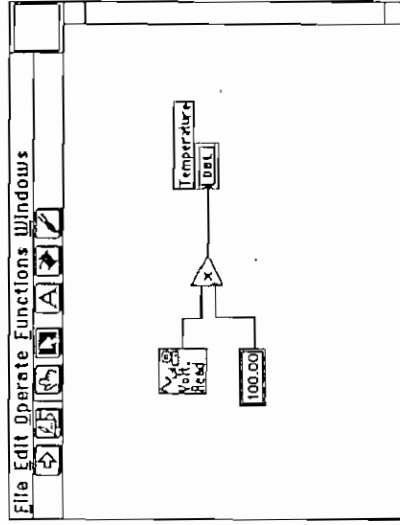
Conectando los Objetos

1. Seleccione la herramienta de conexión (Wiring Tool). Cuando trabaja en el diagrama de bloques Ud. puede pasar de la herramienta de conexión a la de posición presionando la barra de espacio del teclado.
2. Coloque la herramienta de conexión sobre el nodo Lectura de Voltaje Demo. El nodo titila, indicando que puede conectarlo. Pulse, libere el botón izquierdo del ratón, y mueva el cursor a la derecha.
3. Doble el cable hacia abajo como lo muestra la siguiente ilustración. Para hacer el segundo doblez, pulse el botón izquierdo del ratón. Esto *clava* el cable y Ud. puede cambiar su dirección. Mueva la herramienta de conexión sobre el nodo Multiplicación como lo muestra la siguiente ilustración. El terminal en la parte izquierda superior titila, indicando que puede hacer una conexión. Pulse el botón izquierdo del ratón para completar la operación.



Una línea sólida indica una buena conexión entre el nodo Lectura de Voltaje Demo y el nodo Multiplicación. Una línea segmentada indica una conexión defectuosa, un *cable malo*. Si Ud. crea un cable malo, seleccione la opción **Remove Bad Wires** del **Menú Edit** y repita la conexión.

4. Complete la conexión del diagrama de bloques como lo muestra la siguiente figura.



5. Si la flecha de ejecución está rota, hay un error en el diagrama, y el VI no puede compilar. Si los objetos son conectados como lo muestra la ilustración anterior y la flecha de ejecución está rota, pequeños segmentos de cable malos pueden estar escondidos en los nodos. Seleccione la opción **Remove Bad Wires** del menú **Edit**. Cuando se quitan los cables malos se restablece la flecha de ejecución.

Flecha de ejecución rota

Ejecutando el VI

1. Ud. puede ejecutar un VI desde la ventana del panel o del diagrama. En este ejemplo, seleccione la opción **Show Panel** del menú **Windows**.
2. Pulse la flecha de ejecución. Ud. cambia al modo de operación, indicado por el botón del modo, y ejecuta el VI que despliega un valor en el termómetro. Al finalizar la ejecución de un VI, LabVIEW vuelve al modo de edición.

Modo de operación

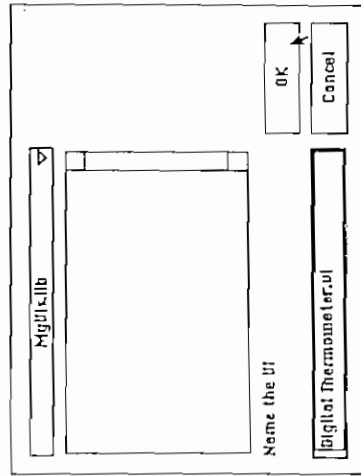


Modo de edición

Guardando el VI

El programa de demostración le deja guardar sus VIs en el directorio temporal MyVis.11b. El directorio está presente, y los VIs son ejecutables solamente durante la sesión del disco de demostración. Si Ud. debe abandonar la aplicación antes de completar la sesión de demostración use los VIs completados del directorio DEMOS.11B, en lugar de construir sus VIs para cada sesión.

1. Seleccione la opción **Save** del menú **File**.
2. Escriba **Termómetro Digital.vi** en la caja de diálogo que aparece y pulse el botón **OK** como lo muestra la siguiente ilustración. Las barras del título de la ventana cambian al nombre que Ud. ha dado al VI.

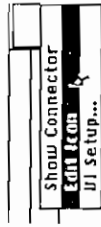


Creando el Icono y el Conector

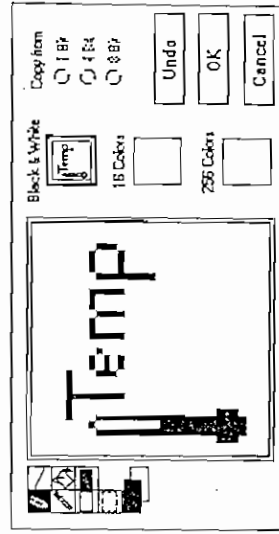
Para llamar al VI Termómetro Digital desde el diagrama de bloques de otro VI Ud. debe crear el **icono** y el **conector**. El icono es la representación gráfica del VI, y el conector asigna controles e indicadores a los terminales de entrada y salida del VI.

Creando el Icono

1. Active la ventana del panel frontal, y trabaje en el modo de edición.
2. Pulse con el botón derecho del ratón el icono en blanco en el rincón superior derecho de la ventana del panel, y seleccione la opción **Edit Icon**.



3. La ventana **Editor de Icono (Icon Editor)** aparece. Use las herramientas a la izquierda del icono para diseñar un icono en el área de edición. El tamaño normal de la imagen del icono aparece al lado derecho del área de edición.



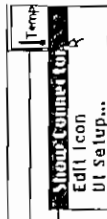
4. Use las herramientas para crear un icono blanco y negro como el icono en la figura de arriba.

5. Pulse el botón OK de la ventana Editor de Icono cuando termine. Su icono reemplaza al icono en blanco.

Creando el Conector

Ud. suministra datos al subVI y recibe datos desde el subVI a través de los terminales de su *panel conector*. Ud. define conexiones seleccionando el panel conector que desea y asignando un control o indicador del panel frontal a cada uno de los terminales. Solamente los controles o indicadores que usará programáticamente necesitan terminales en el panel conector.

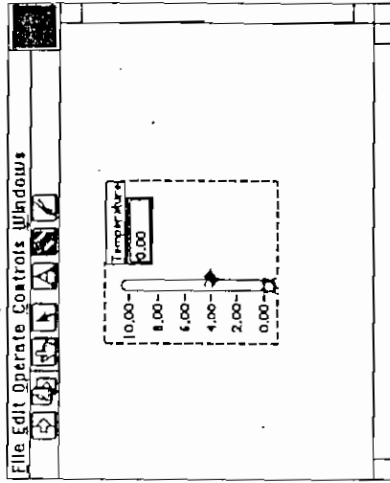
1. Pulse con el botón derecho del ratón el icono del VI y seleccione la opción Show Connector.



LabVIEW presenta un conector por defecto que tiene el mismo número de entradas y salidas del VI. El conector que aparece en este ejemplo, por lo tanto, tiene sólo un terminal.

Para ver otros posibles conectores pulse con el botón derecho del ratón sobre el conector en blanco y seleccione la opción Patterns. Ud. puede seleccionar cualquier modo de conector, pero en este ejemplo, el conector por defecto es el apropiado.

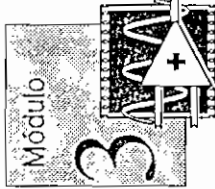
2. Seleccione la herramienta de conexión y pulse el terminal del conector. El terminal cambia de blanco a negro. Pulse el indicador Temperatura. Un borde titilante lo rodea. La asignación del terminal del conector está completa.



Nota: Aunque Ud. usa la herramienta de conexión para asignar el terminal del conector a los objetos del panel frontal, ningún cable se dibuja.

3. Pulse el conector con el botón derecho del ratón y seleccione la opción Show Icon.
4. Cierre el VI con la opción Close del menú File o pulse dos veces la caja de cierre de la ventana del panel. Cuando la caja de diálogo pregunte si Ud. quiere guardar los cambios, pulse el botón Yes.

Si quiere continuar con la demostración, pulse el botón New VI en la caja de diálogo que aparece.



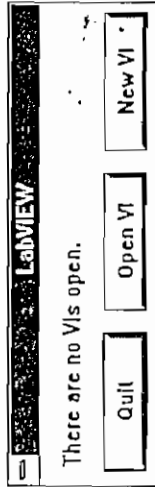
VI Monitor de Temperatura

LabVIEW tiene un diseño de jerarquía modular en el cual los VIs pueden llamar a otros VIs. Ud. puede seccionar su aplicación funcionalmente y construir VIs para tareas específicas. Llamando a estos VIs desde los niveles más altos Ud. puede crear sofisticados sistemas de medición y prueba.

Simulación de una Instalación Experimental

Imagine que Ud. quiere monitorear continuamente la temperatura ambiente de la cámara descrita en el Módulo 2. Ud. puede crear un VI que tome una lectura de temperatura cada segundo y despliegue las lecturas en un graficador en tiempo real. Ahora construirá tal VI usando el programa Termómetro Digital que construyó en el módulo anterior.

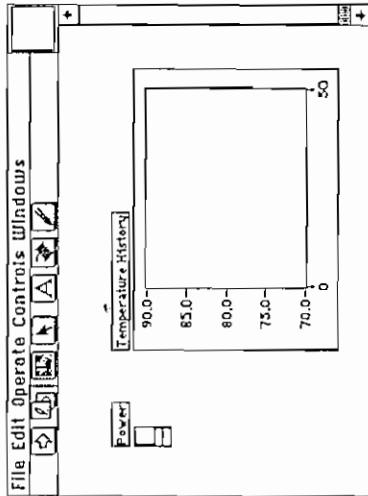
1. Cierre todas las ventanas de LabVIEW y abra un nuevo VI pulsando el botón New VI en la caja de diálogo que aparece.




Creando el Panel

El VI necesita un Interruptor para comenzar y parar la adquisición, y un graficador en tiempo real para desplegar la temperatura en el panel frontal.

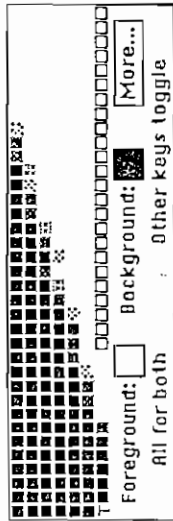
1. Seleccione el interruptor vertical (Vertical Switch) de la paleta Boolean del menú Controls, Nombrelo Power. Seleccione el graficador en tiempo real (Strip Chart) de la paleta Graph del menú Controls; Nombrelo Historia de la Temperatura. Coloque los controles como lo muestra la siguiente figura.



2. Cambie el rango de las temperaturas. Con la herramienta de operación pulse dos veces el límite inferior de la escala y escriba 70.00. De igual forma cambie el límite superior de la escala a 90.00. Los valores intermedios se ajustan automáticamente cuando presiona la tecla <Enter> desde el teclado numérico. Al pulsar sobre el panel o en el botón Enter Ud. también ajusta la escala.
3. Si quiere cambiar el color del graficador en tiempo real, seleccione la herramienta de color (Coloring tool) y pulse el graficador en tiempo real con el botón del ratón derecho. Libere el botón del ratón sobre un color para cambiar el color del objeto. Mueva el cursor fuera de la paleta de colores antes de soltar el botón del ratón para cancelar la operación.

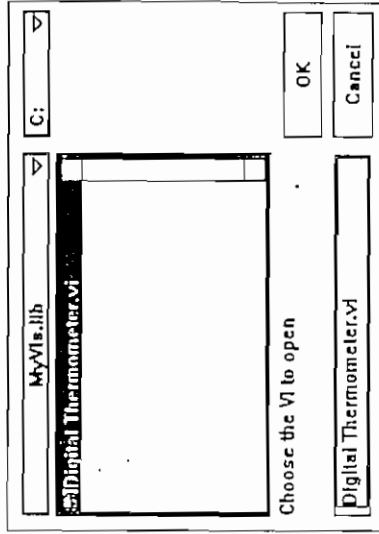
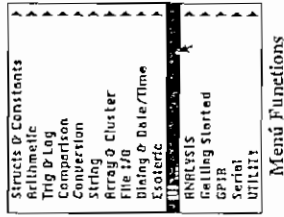
 Herramienta de color

 Historia de color

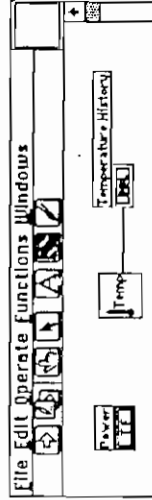


Creando el Diagrama

1. Seleccione la opción Show Diagram del menú Windows. Use la herramienta de posición para mover los terminales si es necesario.
2. Pulse con el botón derecho del ratón en un área libre del diagrama y seleccione la opción VI... del menú Functions. La casilla de diálogo que muestra la siguiente ilustración aparece. Localice y abra la librería MyVIs.lib. Pulse dos veces el Termómetro Digital.vi, o remítalo y pulse el botón OK de la caja de diálogo.



3. Coloque y conecte el icono Termómetro Digital al terminal del graficador en tiempo real como lo muestra la siguiente figura.

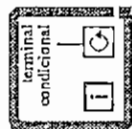


Nota: Un cable roto entre el icono Termómetro Digital y el terminal del graficador en tiempo real puede indicar que ha asignado incorrectamente el terminal del conector al indicador del panel frontal. Seleccione la opción Show Help Window del menú

Windows. Pase el cursor sobre el icono Termómetro Digital para desplegar sus conexiones. Si el icono no tiene una salida de temperatura repase las instrucciones de la sección *Creando el Conector* del Módulo 2.

Usando un Lazo de Condición

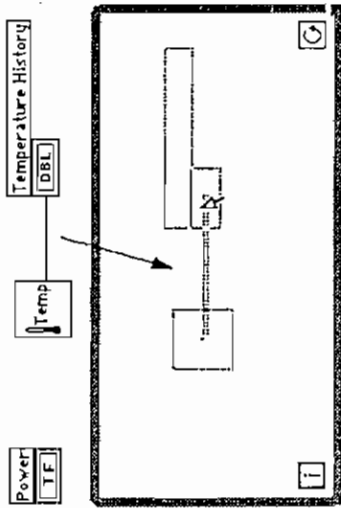
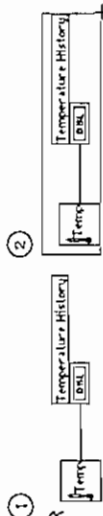
Si Ud. ejecuta el VI ahora, el VI leerá la temperatura una vez y la desplegará sobre el graficador en tiempo real. Para obtener una lectura varias veces introduzca los objetos dentro de un *lazo de condición* (While Loop).



Lazo de condición

Un lazo de condición es una estructura que itera condicionalmente. El subdiagrama - el diagrama dentro del borde - se ejecuta siempre y cuando la condición sea verdadera (TRUE). El lazo de condición tiene un terminal condicional al cual usted conecta un valor booleano, y un terminal de iteración que almacena el valor (i) de la iteración en curso.

1. Seleccione un lazo de condición de la paleta Structs & Constants del menú Functions.
2. Para acomodar el icono del termómetro y el terminal del graficador en tiempo real extienda el lazo colocando la herramienta de posición sobre cualquier esquina del lazo hasta que la herramienta de tamaño aparezca. Pulse y deslice el ratón para cambiar el tamaño del lazo.
3. Seleccione el VI Termómetro Digital y el terminal del graficador en tiempo real describiendo un rectángulo con la herramienta de posición a la vez que presiona el ratón derecho. Cuando Ud. libera el botón del ratón todos los objetos dentro del rectángulo se seleccionan. Mueva los objetos seleccionados dentro del lazo de condición como lo muestra la siguiente ilustración.



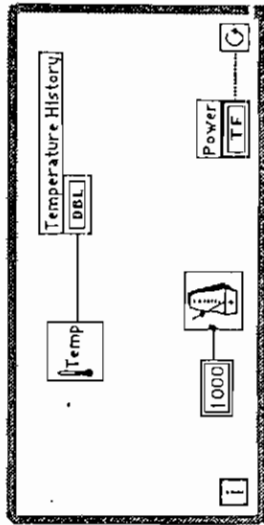
4. Mueva el interruptor Power dentro del lazo condicional y conéctelo al terminal condicional. El cable punteado representa datos booleanos.

Controlando la Velocidad del Lazo de Condición

1. Seleccione la función Esperar por el Próximo Múltiplo ms (Wait Until Next ms Multiple) de la paleta Dialog & Date/Time del menú Functions. Seleccione también una constante numérica de la paleta Structs & Constants del menú Functions y cambie su valor a 1,000. La función Esperar por el Próximo Múltiplo ms asegura que este lazo ejecutará cada un segundo (1,000 msec). Conecte el diagrama de bloques como lo muestra la figura a continuación.

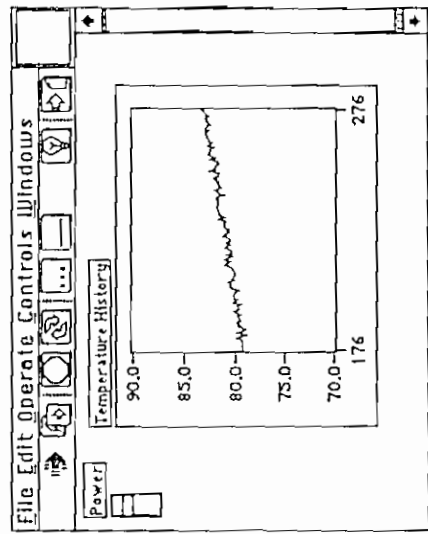


Función Esperar por el próximo múltiplo ms

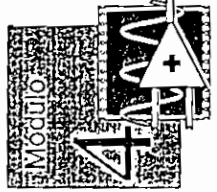


Ejecutando el VI

1. Active el panel frontal seleccionando la opción Show Panel del menú Windows o usando el comando <Ctrl-F> desde el teclado. Los comandos del teclado están incluidos en los menús de despliegue. Pulse el interruptor Power con la herramienta de operación para cambiarlo a la posición de encendido (arriba). Pulse la flecha de ejecución.
El graficador en tiempo real muestra los valores de la temperatura. El VI adquiere y despliega un nuevo valor en cada iteración del lazo de condición. El graficador en tiempo real traslada los puntos anteriores hacia la izquierda y traza el nuevo valor a la derecha.



2. Use la herramienta de operación para cambiar el interruptor Power a la posición de apagado (abajo). Con el interruptor en la posición de apagado el lazo de condición termina y el VI deja de ejecutarse.
3. Use el comando Save As... para guardar el VI como Monitor de Temperatura.vi en el directorio MyVIs.11b.



VI Análisis de Temperatura

En este módulo Ud. modificará una copia del VI Monitor de Temperatura que creó en el Módulo 3 para analizar los datos adquiridos.

Simulación de una Instalación Experimental

Imagine que la cámara de temperatura en su experimento simulado es un ambiente ruidoso y que su sistema debe tomar esto en cuenta. Para reducir el efecto del ruido un análisis sencillo puede ser el cálculo del promedio de los últimos tres valores medidos.

1. Abra el VI Monitor de Temperatura si aún no está en la pantalla, y active la ventana del diagrama de bloques.

Cambiando el Diagrama de Bloques

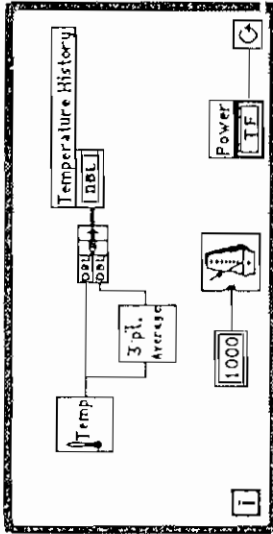
1. Seleccione el VI Promedio de 3 puntos (3-point Average) de la paleta Getting Started del menú Functions.
2. Pulse el cable entre el nodo Termómetro Digital y el graficador en tiempo real con el botón derecho del ratón y seleccione la opción Insert del menú que aparece.



función Coleccionar

3. El menú Functions aparece. Seleccione la función Coleccionar (Bundle) de la paleta Array & Cluster. Cuando haya completado de conectar la función Coleccionar, un nuevo tipo de cable diferente saldrá de la función. El cable representa un tipo de datos denominado colección o cluster. Los clusters son estructuras de datos para agrupar información, como las variables de registro en Pascal o estructuras en C.

4. Conecte la función Coleccionar como lo muestra la figura siguiente. El VI despliega simultáneamente las temperaturas actual y media en el graficador en tiempo real.

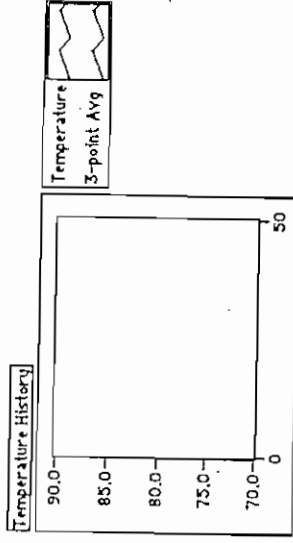


Nota: Puede que Ud. tenga que mover los objetos para conectar el diagrama de bloques como se muestra en la figura. Los cables que conectan los nodos se extienden de acuerdo al movimiento. Con el ratón Ud. selecciona los objetos. Pero con el ratón y la tecla <Shift> Ud. agrega o elimina objetos de la selección.

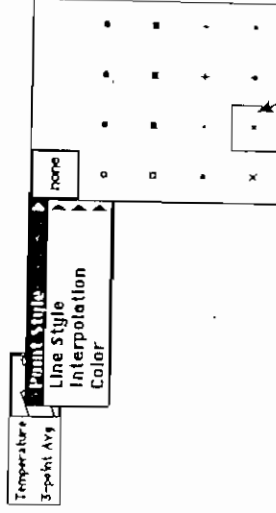
Cambiando el Panel Frontal

1. Ud. necesita únicamente modificar el graficador en tiempo real para identificar dos trazas.
 2. Seleccione la opción Show Panel del menú Windows para mostrar el panel del VI.
 3. Pulse el graficador en tiempo real con el botón derecho del ratón y seleccione la opción Show Legend del submenú Accessories del menú desplegado. Cambie el tamaño del panel frontal si es necesario.
- En los siguientes pasos Ud. usará varias herramientas. Para hacer más conveniente la selección de la herramienta Ud. puede presionar la tecla <Tab>.
3. Mueva la herramienta de posición sobre la esquina inferior derecha de la leyenda hasta que la herramienta de tamaño aparezca. Pulse y deslice hacia abajo el cursor para revelar la segunda traza.

4. Pulse dos veces con la herramienta de escritura cada una de las trazas, 0 y 1, y redimensione como lo muestra la siguiente ilustración. Ajuste el tamaño de la leyenda hasta que los nombres se vean. Si Ud. escribe Temperatura antes de cambiar el tamaño de la leyenda el texto puede desaparecer; cuando ya no haya espacio libre, pero aparecerá nuevamente al ajustar el tamaño de la caja del lado izquierdo.

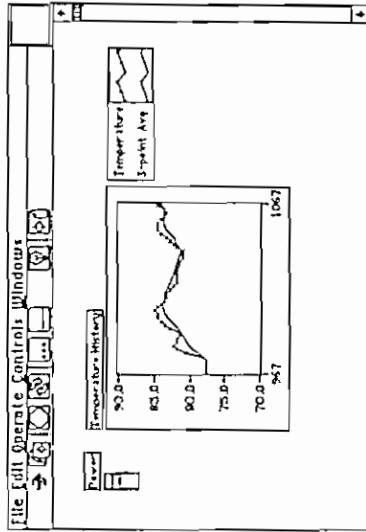


5. Defina cada traza de forma diferente. Pulse cada traza con el botón derecho del ratón para cambiar el estilo de puntos y líneas. Ud. puede seleccionar la opción Color del mismo menú para cambiar el color de cada traza.

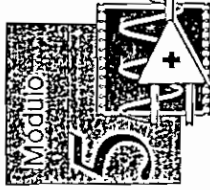


Ejecutando el VI

1. Seleccione la herramienta de operación.
2. Encienda el interruptor Power y pulse la flecha de ejecución para comenzar el VI.
3. Pulse el interruptor Power para detener la ejecución del VI.



4. Use la opción **Save As...** para guardar el VI como **Análisis de Temperatura.vi** en **MyVis.11b**. Usando la opción **Save As...** Ud. evita escribir sobre el VI **Monitor de Temperatura**.



VI Control de Temperatura

En este módulo Ud. modificará el VI **Análisis de Temperatura** que creó en el módulo anterior.

Simulación de una Instalación Experimental

Imagíne que necesita mantener la temperatura en su experimento por debajo de un cierto límite. Ud. debe especificar el límite, compararlo con la temperatura actual, y advertir al usuario si la temperatura está fuera del rango. Ud. agregará un control numérico al panel frontal que corresponde al límite superior para la temperatura. También, modificará el graficador en tiempo real para mostrar además el límite superior. Visualmente se podrá determinar cuándo la temperatura está fuera del rango. Ud. creará un indicador adicional de advertencia.

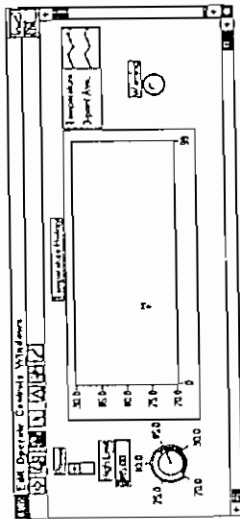
1. Abra el panel **Análisis de la Temperatura** si aún no está en la pantalla.

Cambiando el Panel

1. Seleccione una perilla (Knob) de la paleta **Numeric** del menú **Controls**, nombre **Límite Alto (High Limit)**, y cambie su escala con la herramienta de escritura o de operación como se indica en la **Figura 5-1**.
2. Coloque la perilla en la posición que muestra la **Figura 5-1**. Ud. puede cambiar el tamaño del panel y mover el graficador en tiempo real para dejar un espacio libre.

3. Seleccione un LED (Light Emitting Diode) o indicador redondo (Round LED) de la paleta **Warning** del menú **Controls**, nómbrela **Advertencia (warning)**, y colóquelo en la posición que muestra la Figura 5-1.

Figura 5-1.

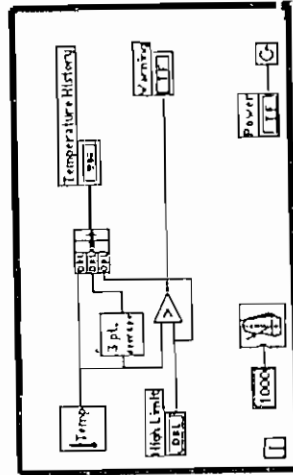


Creando el Diagrama de Bloques

1. Active la ventana del diagrama de bloques.
2. Cambie el tamaño del nodo **Coleccionar** para agregar el terminal que corresponde al control **Límite Alto**. Ud. puede cambiar el tamaño del lazo de condición y reorganizar los objetos.
3. Seleccione la función **Mayor que (Greater?)** de la paleta **Comparación** del menú **Functions**. Conecte el diagrama de bloques como lo muestra la siguiente figura.



Función
Mayor que



Los cables se pueden cruzar. El cable inferior puede aparecer discontinuo en el punto del cruce para indicar que los cables están separados.



Fecha de ejecución
rola

Nota:

Cuando la complejidad de su diagrama crece Ud. puede ocasionalmente seleccionar nodos equivocadamente del menú **Functions**, o puede conectar incorrectamente algunos nodos. Para saber más de estos errores pulse la flecha de ejecución rola. Aparece una ventana de información que detalla los errores, como lo muestra la siguiente ilustración.

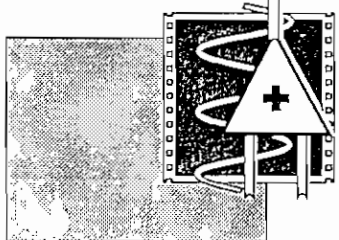
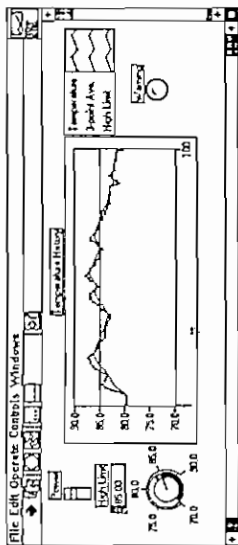
Wire: has no source
: has loose ends

Corrija estos errores tan pronto como los observe. Para eliminar un objeto no deseado selecciónelo con la herramienta de posición y presione la tecla **<Backspace>** o **<Delete>**, o seleccione la opción **Clear** del menú **Edit**.

Ejecutando el VI

Refiérase a la ilustración del panel **Control de Temperatura** mientras que procede con las instrucciones siguientes.

1. Active la ventana del panel frontal.
2. Estienda el tamaño de la leyenda para mostrar la nueva traza y **Límite Alto (High Limit)**.
3. Fije el control **Límite Alto** a **80.00** pulsando dos veces en la ventana del despliegue con la herramienta de operación. Alternativamente, Ud. puede girar la perilla con la herramienta de operación hasta que el indicador muestre **80.00**.
4. Seleccione la opción **Save As...** y guarde el VI como **Control de Temperatura.vi** en **MyVis.11b**. Usando **Save As...** Ud. se evita el reescribir el VI **Análisis de Temperatura**.
5. Mueva el interruptor **Power** a la posición de encendido (arriba) y pulse la flecha de ejecución. Ud. puede cambiar el **Límite Alto** mientras que el VI se ejecuta usando uno de los dos métodos descritos en el paso 3. Si cambia el **Límite Alto** a **85.0** girando la perilla observe que valores intermedios entre **80.0** y **85.0** aparecen en el gráfico en tiempo real.



Sección III

Demostrando las Características de LabVIEW

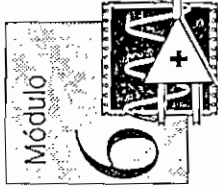
6. Pare la ejecución moviendo el interruptor Power a la posición de apagado.

Ahora Ud. entiende como construir VIs en LabVIEW. En la próxima sección Ud. ejecutará una serie de VIs que demuestran como usar LabVIEW en diferentes aplicaciones.

Esta sección muestra como las características de LabVIEW pueden ajustarse a las necesidades de diferentes aplicaciones. Ud. puede usar los ejemplos para aprender más de las características de LabVIEW.

Esta sección consiste de:

- Módulo 6, Análisis en Tiempo Real ✓
- Módulo 7, Almacenaje de Datos ✓
- Módulo 8, Multitarea
- Módulo 9, Velocidad de Código Compilado



Análisis en Tiempo Real

Este módulo describe los poderosos VIs de análisis de datos de LabVIEW. Ud. no necesita construir el VI, sólo abra, explore, y ejecute el VI de demostración.

Mientras que LabVIEW es bien conocido por su capacidad de adquisición de datos y de control de instrumentos, los VIs de análisis de datos de LabVIEW son igualmente poderosos y convenientes. Los VIs de análisis de LabVIEW ejecutan análisis estadísticos, álgebra lineal, operaciones matriciales y numéricas, procesamiento de señales digitales, filtros digitales, y muchas de ventanas digitales. Estos VIs de LabVIEW son equivalentes o superiores a las funciones de los paquetes dedicados al análisis. Incorporando el análisis en sus aplicaciones Ud. puede evitar la complicación de pasar datos entre paquetes mientras que satisface sus necesidades de análisis en tiempo real.

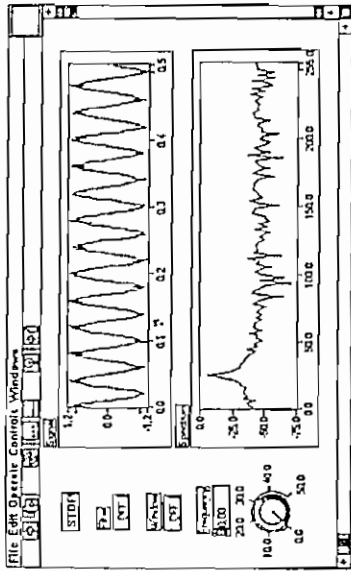
Simulación de una Instalación Experimental

Imagine ahora que Ud. desea tomar unos datos y realizar un análisis de espectro en tiempo real. Este ejemplo digitaliza una señal a 1,000 Hz y usa un filtro paso-bajo para eliminar el ruido de alta frecuencia. El VI también usa un sub VI de ventana para minimizar la pérdida de energía cuando no se muestra sobre el ciclo.

1. Abra el VI Analizador de Espectro (Spectrum Analyzer) de DEMOS.LLB.

Examinando el Panel

Figura 6-1.

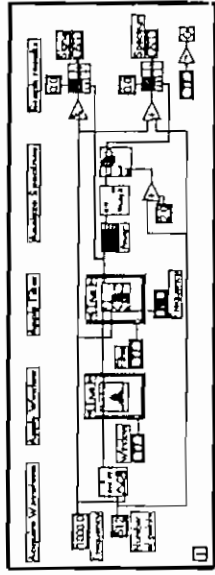


El panel contiene un botón de parada (Stop) y dos botones de apagado (Off) de la palanca Resolean del menú Controls. Uno llamado Filtro (Filter) y el otro llamado Ventana (Window), como lo muestra la Figura 6-1.

La palanca Frecuencia (Frequency) proviene de la palanca Numeric del menú Controls.

Señal (Signal) y Espectro (Spectrum) son dos gráficos de forma de onda de la palanca Graph del menú Controls. El gráfico Espectro no tiene activada su opción Autoscale Y del submenú Y Scale.

Entendiendo el Diagrama de Bloques



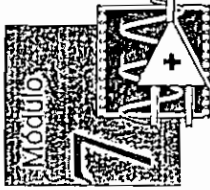
Para el ejemplo Ud. usa el VI Adquisición de Forma de Onda Demo (Demo Acquire Waveform) como un subVI para simular una señal seno ruidosa. Usando las constantes numéricas el VI especifica la adquisición de 512 puntos a 1,000 Hz. El VI pasa los datos a una ventana Hamming o a un filtro Butterworth Pasabajo en las estructuras case que se ejecutan sólo si los botones Ventana o Filtro del panel frontal están en la posición verdadera (TRUE).

El VI ejecuta el Espectro de Potencia y calcula $10 \cdot \log(X)$ del resultado. El subVI Espectro de Potencia genera las frecuencias positivas y negativas. Como Ud. tiene interés solamente en las frecuencias positivas el VI selecciona la primera mitad del arreglo.

Finalmente, el VI muestra la señal y su espectro en las gráficas correspondientes. El ΔX para la señal es el inverso de la frecuencia de muestreo y el ΔX para el espectro es dicha frecuencia dividida por el número de puntos.

Ejecutando el VI

1. Active el panel y pulse la flecha de ejecución. Observe la señal ruidosa y su espectro distorsionado como lo muestra la Figura 6-1.
2. Para eliminar el ruido fije la palanca Frecuencia a 25.0 y pulse el botón Filtro. La señal y el espectro reflejan la reducción del ruido, como lo muestra las siguientes figuras.



Almacenaje de Datos

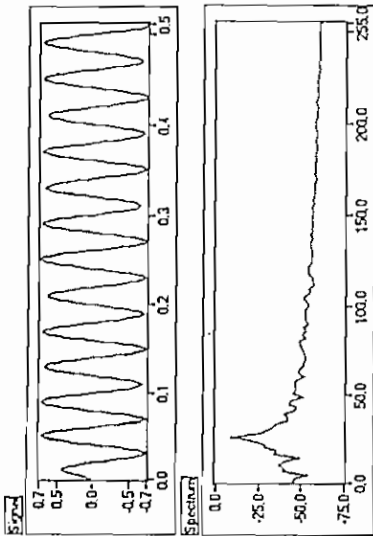
Este módulo describe como manipular ficheros en LabVIEW. Ud. no necesita construir el VI, sólo abra, explore, y ejecute el VI de demostración.

LabVIEW puede guardar datos en formato ASCII o binario. Después de adquirir, analizar, y presentar sus datos Ud. puede guardar los mismos en un fichero, y enviarlo a través de una red hacia otras aplicaciones para un procesamiento adicional o para generar un informe.

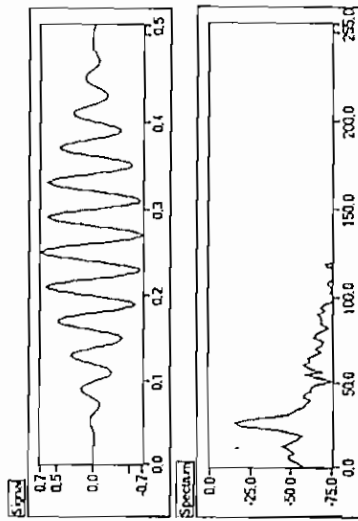
Simulación de una Instalación Experimental

Imagine que Ud. quiere guardar los datos simulados de su experimento en un archivo. Ud. puede crear un encabezado para el archivo de datos que incluye la descripción de los datos, la hora y la fecha. Además, Ud. puede guardar los datos en formato ASCII para ser usados en un procesador de palabras o una hoja de cálculo.

1. Abra el VI Almacenamiento de Datos (Data Storage) de DEMOS.LLB.

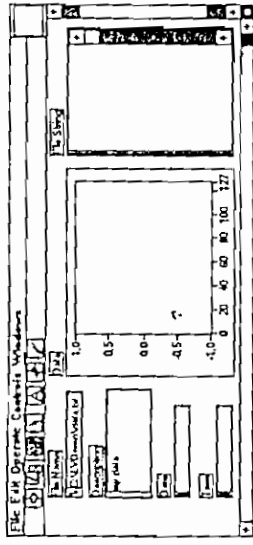


3. Para eliminar la pérdida de energía pulse el botón Ventana. Observe que la ventana atenúa la amplitud al borde de la señal muestreada. Esta atenuación minimiza las discontinuidades introducidas cuando no se muestrea sobre el ciclo. El espectro refleja el efecto como una reducción de la energía (el área debajo de la curva) en el rango de las altas frecuencias, como lo muestra la siguiente ilustración.



Examinando el Panel

Figura 7-1.



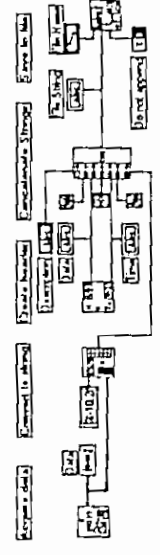
El control Nombre del Fichero (File Name) proviene de la paleta String del menú Controls.

El control Descripción (Description) y los dos indicadores Fecha (Date) y Hora (Time) provienen de la paleta String del menú Controls.

Date es una gráfica de forma de onda de la paleta Graph del menú Controls. string del Fichero (File string) es otro indicador de la paleta String del menú Controls. Este ha sido configurado para mostrar una barra deslizable (Scrollbar).

Entendiendo el Diagrama de Bloques

1. Active la ventana del diagrama de bloques.



En este ejemplo Ud. usa el VI Adquisición de Forma de Onda Demo (Demo Acquire Waveform) para adquirir datos de dos canales. Luego,

Ud. convierte los datos a un string ASCII con una función que agrega los caracteres Tab y Carriage Return necesarios para que los datos aparezcan en filas y columnas individuales y puedan ser importados a una hoja de cálculo o a un procesador de texto.

Para crear el encabezado Ud. concatena los strings del control Descripción con los strings devueltos por la función Fecha y Hora (Date and Time). Ud. usa las constantes apropiadas para separar dichos strings. Luego, Ud. concatena los datos y pasa el string completo al VI Escribir Caracteres en un Fichero (Write Characters To File) para guardar los datos en su disco.



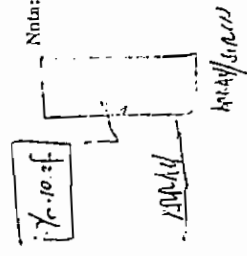
VI de utilidad Escribir Caracteres en un Fichero

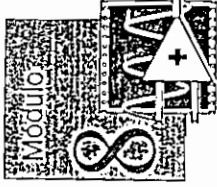
2. Abra el VI de utilidad Escribir Caracteres en un Fichero y explore sus sub VIs. Note que este VI usa funciones de la paleta File I/O del menú Functions para crear una unidad. Ud. puede modificar este VI para implantar operaciones diferentes de E/S de archivos. Por ejemplo, para escribir constantemente a un archivo el VI puede modificarse para dejar el archivo abierto hasta que Ud. escriba todos los datos.

Ejecutando el VI

1. Vaya al panel del VI Almacenamiento de Datos y síje los controles del Nombre del Fichero y Descripción como lo muestra la Figura 7-1.
2. Pulse la flecha de ejecución.
3. Arranque una aplicación de procesador de texto (Write de Windows, Microsoft Word, o Microsoft Excel). Ahora Ud. puede abrir el fichero para ver los datos coleccionados.

Nota: Ud. puede crear un VI para leer los datos de vuelta a LabVIEW. Si guarda y recupera los datos con LabVIEW Ud. no necesita convertir los datos a un string. Las funciones de entrada y salida de archivos de LabVIEW pueden guardar los datos de acuerdo a un tipo, y recuperarlos de la misma forma.





Multitarea

Este módulo demuestra las capacidades de multitarea de LabVIEW. Ud. no necesita construir el VI, sólo abra, explore, y ejecute el VI de demostración.

Como todo sistema multitarea LabVIEW satisface muchas aplicaciones de medidas y pruebas. El flujo de datos está libre de la arquitectura lineal de la mayoría de lenguajes basados en texto. Con LabVIEW Ud. puede crear caminos de flujo de datos independientes o en paralelo para especificar operaciones simultáneas. Ud. también puede ejecutar otras aplicaciones mientras que ejecuta LabVIEW sin interrumpir la adquisición de datos o el control de instrumentos.

Simulación de una Instalación Experimental

Imagíne que quiere generar y adquirir simultáneamente datos, pero a diferentes velocidades. Para demostrar esta capacidad Ud. construirá un VI que genera una señal de salida analógica y la despliega en un graficador en tiempo real. Al mismo tiempo el VI también adquiere la misma señal y la despliega sobre la pantalla.

1. Abra el VI Adquisición/Generación (Acquisition/Generation) en el directorio DEMOS.LLB.

Examinando el Panel

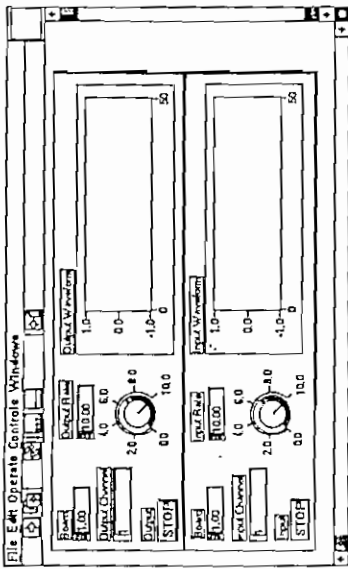


Figura 8-1.

Los dos botones de parada (Stop), Salida (Output) y Entrada (Input), provienen de la paleta Boolean del menú Controls.

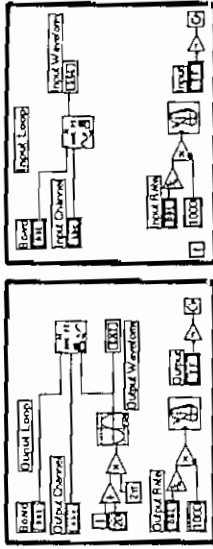
Los dos controles digitales Tarjeta (Board) provienen de la paleta Numéric del menú Controls.

Los controles Canal de Salida (Output Channel) y Canal de Entrada (Input Channel) provienen de la paleta String del menú Controls.

Las perillas Rapidez de Salida (Output Rate) y Rapidez de Entrada (Input Rate) provienen de la paleta Numéric del menú Controls.

Las gráficas Forma de Onda de Salida (Output Waveform) y Forma de Onda de Entrada (Input Waveform) provienen de la paleta Graph del menú Controls.

Entendiendo el Diagrama de Bloques

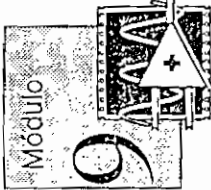


En este ejemplo use dos lazos de condición independientes para crear el VI de multitarea. LabVIEW maneja el flujo de datos en cada lazo a medida que el VI se ejecuta. LabVIEW ejecuta una función de cualquiera de los lazos cuando todas las entradas de esa función sean disponibles. De esta manera LabVIEW puede compartir tiempo entre los dos tareas.

En este caso el lazo de salida usa las funciones aritméticas, un VI de análisis, y un VI de adquisición de datos para generar una onda seno de 20 puntos. En cada iteración el lazo despliega el punto calculado en el graficador en tiempo real y pasa el valor al VI Actualizador de Canal Demo (Demo Update Channel), que genera un voltaje analógico en la tarjeta y canal especificado. La perilla Rapidez de Salida controla la velocidad de actualización del lazo. Mientras tanto el lazo de la entrada analógica usa el VI Muestreo de Canal Demo (Demo Sample Channel) para leer un valor, dados la tarjeta, el canal, y la ganancia de entrada.

Ejecutando el VI

1. Active el panel, inicialice los valores del control como lo muestra la Figura 8-1, y pulse la flecha de ejecución. Ud. puede usar independientemente las perillas para la rapidez, y controlar con qué frecuencia itera cada lazo.
2. Cambie la velocidad de salida a 2 Hz. Note que la forma de onda de entrada aparece como una escalera, indicando que el VI está mostrando cada valor de salida cinco veces antes que el valor cambie. Cambie la velocidad de salida de vuelta a 10 Hz.
3. Ahora cambie la velocidad de entrada a 2 Hz. Note que la forma de onda de entrada aparece desigual, indicando que el VI no está muestreando la forma de onda de salida con rapidez suficiente y no puede recrear adecuadamente la onda sinusoidal.
4. Ejecute a la aplicación del reloj del sistema operativo (MS Windows). Observe que su VI de LabVIEW continúa ejecutando mientras que el reloj marca los segundos.



Velocidad del Código Compilado

Para que las velocidades de ejecución de un VI sean comparables a las de sistemas compilados en C y significativamente más rápidas que las desarrolladas con sistemas interpretados, LabVIEW tiene un compilador que genera un código del diagrama de bloques optimizado. Con LabVIEW Ud. puede construir VIs para satisfacer las aplicaciones de tiempo real más exigentes. Este módulo muestra la velocidad de ejecución de LabVIEW.

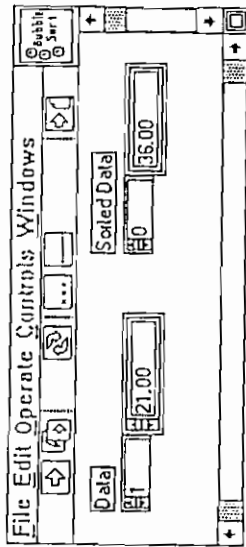
Simulación de una Instalación Experimental

Imagíne que Ud. quiere evaluar la velocidad de ejecución de LabVIEW. Ud. puede desarrollar un programa de ejemplo en LabVIEW. Luego puede desarrollar el mismo ejemplo en un lenguaje de programación convencional u otros sistemas de programación gráficos y comparar la ejecución de los diferentes programas.

En este ejemplo Ud. construirá un VI que usa un algoritmo de orden de burbuja (Bubble Sort) para ordenar datos de manera ascendente. Ud. puede probar el algoritmo en el peor caso, una rampa inversa, en que todos los valores deben ser ordenados.

1. Abra el VI Orden de Burbuja (Bubble Sort) en el directorio DEMOS.LLB.

Examinando el Panel

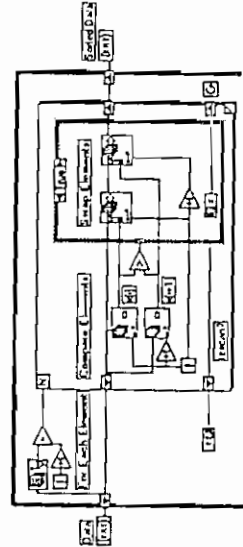


Los arreglos Data y Data Ordenada (Sorted Data) provienen de la paleta Array and Cluster del menú Controls.

Los elementos numéricos de los arreglos provienen de la paleta Numeric del menú Controls.

Comprendiendo el Diagrama de Bloques

1. Active la ventana del diagrama.

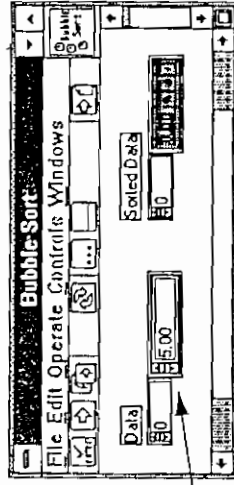


En este ejemplo el lazo de condición se ejecuta por cada elemento del arreglo. Para cada iteración el lazo de repetición compara el elemento presente con el resto de los elementos en el arreglo. Si el elemento presente es más grande que el próximo, se intercambian a ambos. El proceso continúa hasta que la variable booleana **Barrido**

(Rescan) indica que no hubo intercambio de elementos durante el barrido de los datos.

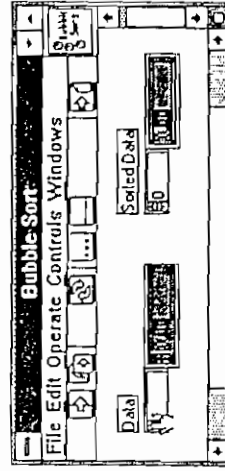
Ejecutando el VI

1. Para asegurarse que el orden de burbuja funciona active la ventana del panel, inicialice los valores de control con una colección de datos de prueba.
2. Para crear esta colección de datos pulse dos veces en el control numérico dentro del arreglo Data con la herramienta de operación, e introduzca 5.00 directamente con el teclado. La posición de índice 0 ahora tiene un valor de 5.00.

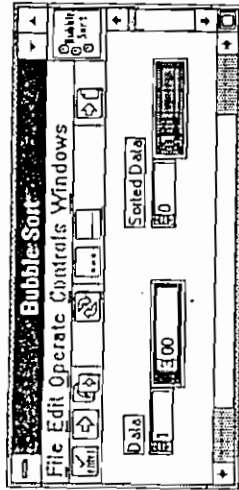


Control numérico

3. Pulse en la flecha de incremento del índice del arreglo Data para fijar el próximo elemento.



4. Pulse dos veces el control numérico y entre un valor de 3.00.

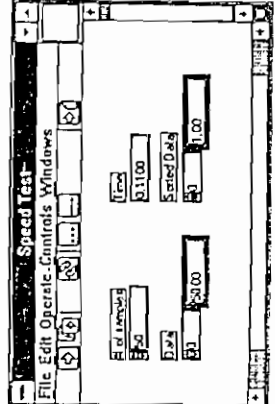


5. De esta manera introduzca otros valores.
6. Ejecute el VI para verificar que ordena correctamente los datos. Verifique el orden de los números pulsando en las flechas de incremento del arreglo Data Ordenada.

Sincronizando el VI

Para cronometrar el VI Ud. llama al VI del patrón de tiempo. El VI suministra la colección de datos (rampa inversa), registra el tiempo de comienzo, ejecuta el subVI Orden de Burbuja, registra el tiempo final, y calcula la diferencia de tiempo.

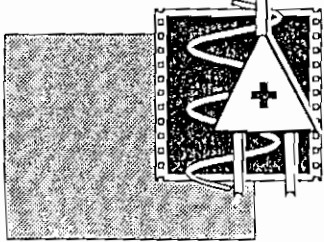
1. Abra el VI Prueba de la Rapidez (Speed Test) en el directorio DEMOS.LLB.
2. Ejecute el VI y observe la velocidad de ejecución.



Ahora puede comparar la ejecución de LabVIEW con la ejecución de otros instrumentos de programación. Ud. encontrará que la velocidad de ejecución de LabVIEW es comparable con la de otros lenguajes compilados, y es significativamente más rápida que las de lenguajes interpretados.

Conclusión

Ud. debe tener una buena idea de las características de LabVIEW como un instrumento poderoso para desarrollar software de instrumentación. Proceda a la Sección IV para aprender más sobre las capacidades de LabVIEW y sobre como puede usar LabVIEW para su aplicación.



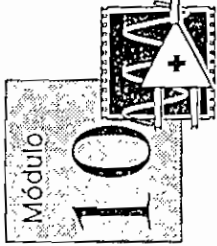
Sección IV

Completando su Sistema de Prueba

Esta sección resume las funcionalidades de LabVIEW describiendo la solidez de los VIs para la adquisición de datos, el control de instrumentos, el análisis, el manejo, y la presentación de datos.

Esta sección consiste de:

Módulo 10, Completando su Sistema



Completando su Sistema

Esperamos que este paquete de demostración de LabVIEW haya sido informativo. Hemos mostrado brevemente las características más importantes del sistema de software de LabVIEW. Si Ud. pasa la vista por el menú Functions que muestra la siguiente ilustración, verá que LabVIEW contiene VIs para satisfacer todas sus necesidades de instrumentación, adquisición, análisis, y presentación de datos. Este módulo es una visión general del paquete entero de LabVIEW.

Structs & Constants	▶
Arithmetic	▶
Trig & Log	▶
Comparison	▶
Conversion	▶
String	▶
Array & Cluster	▶
File I/O	▶
Dialog & Date/Time	▶
Miscellaneous	▶
VI ...	▶
ANALYSIS	▶
DAQ	▶
GPIB	▶
Getting Started	▶
Serial	▶
UTILITY	▶

Adquisición de Datos y Acondicionamiento de Señales

Los VIs de adquisición de datos de LabVIEW controlan hardware de National Instruments para la adquisición de datos usando varias combinaciones de funciones analógicas, digitales, y de sincronización.

Las tarjetas de National Instruments usan la última tecnología, como amplificadores de instrumentación ajustados, filtros, una exactitud verdadera de 16-bits, y el bus RTSI para la sincronización de varias tarjetas. Ud. puede integrar fácilmente estas tarjetas con nuestros productos de acondicionamiento de señales SCXI para aislar, amplificar, y multiplexar las señales.

Tarjetas de Adquisición de Datos

National Instruments construyó los VIs de adquisición de datos sobre el software NI-DAQ que sirve como un sistema operativo o manejador (driver) de tarjetas de adquisición de datos para el manejo de recursos, memoria y datos. Ud. puede simultáneamente adquirir y procesar datos, guardar y recuperar datos del disco, y simultáneamente usar múltiples funciones sobre diferentes tarjetas. La siguiente lista muestra las tarjetas de adquisición de datos de National Instruments que Ud. puede usar con LabVIEW.

- Multifunción: AT-MIO-6HF-5, AT-MIO-16D, AT-MIO-16F-5, AT-MIO-16X, AT-MIO-16, MC-MIO-16, PC-LPM-16, Lab-PC+
- Entrada Analógica de Alta Velocidad: EISA-A2000
- Adquisición Dinámica de Señales: AT-A2150
- E/S Digital: AT-DIO-32E, MC-DIO-32E, PC-DIO-24, MC-DIO-24, PC-DIO-96
- E/S Sincronizada: PC-TIO-10

Control de Instrumentos

Los VIs de GPIB de LabVIEW se comunican con los instrumentos IEEE 488 usando los productos de GPIB de National Instruments que tienen la capacidad de transferir datos a 1.5 Mbytes por segundo. Estos productos son completamente compatibles con el formato IEEE 488.2.

Los VIs de VXI de LabVIEW se comunican con instrumentos de VXI usando los tres métodos de control de instrumentos VXI - desde ordenadores embebidos, desde ordenadores externos equipados con interface GPIB, o desde ordenadores externos equipados con interface MXI de alta velocidad.

LabVIEW tiene más de 150 VIs para controlar los instrumentos GPIB, VXI, y RS-232 más populares de más de 40 fabricantes diferentes. Estos

VIs están disponibles sin ningún cargo, y son ideales para controlar instrumentos remotos y modulares. Contienen interfaces de panel frontal intuitivos, eliminan la programación de bajo nivel, y suministran VIs de alto nivel que Ud. puede usar en sistemas de prueba integrados. Ud. puede examinar y modificar estos programas o usarlos como modelos para crear otros para instrumentos diferentes. Las listas de las siguientes secciones son ejemplos de instrumentos que tienen VIs disponibles.

Instrumentos GPIB:

EG&G 5210	Amplificador "Lock-in"
Fluke 45	Multímetro digital
Fluke 8502A	Multímetro digital
Fluke 8840A	Multímetro digital
Hewlett-Packard 3325A	Generador de funciones
Hewlett-Packard 3421A	Unidad de adquisición y control de datos
Hewlett-Packard 3457A	Multímetro digital
Hewlett-Packard 3478A	Multímetro digital
Hewlett-Packard 3497A	Unidad de adquisición de datos
Hewlett-Packard 6030A Series	Puente de alimentación
Hewlett-Packard 8116A	Generador de funciones/pulsos
Hewlett-Packard 8566B	Analizador de espectros
Hewlett-Packard 8663A	Sintetizador de frecuencia
Hewlett-Packard 34111D	Osciloscopio digital
Hewlett-Packard 54501A	Osciloscopio digital
Kelthley 196	Multímetro digital
Kelthley 485	Picoamperímetro
LeCroy 7200	Osciloscopio digital
LeCroy 9100	Generador de funciones arbitrarias
LeCroy 9400 Series	Osciloscopio digital
Nicolet 4094	Osciloscopio digital
Phillips PM15193	Generador de funciones
Phillips PM6666	Contador
Racal-Dana 1994	Contador universal
Tektronix 2230	Osciloscopio digital
Tektronix 2252	Osciloscopio
Tektronix 2440	Osciloscopio digital
Tektronix DSA 602	Analizador digital
Tektronix RTD 720	Digitalizador
Tektronix SCD 5000	Digitalizador
Tektronix TDS 400	Osciloscopio digital
Tektronix TDS 500	Osciloscopio digital
Wavetek 75	Generador de ondas

Instrumentos VXIbus:

Duron Wavelet 1362
Hewlett-Packard EI328A
Hewlett-Packard EI345A
Hewlett-Packard EI347A
Hewlett-Packard EI465A
Hewlett-Packard EI466A
Hewlett-Packard EI467A
Hewlett-Packard EI472A
Hewlett-Packard EI473A
Tektronix 73A-256
Tektronix 73A-270
Tektronix 73A-411
Tektronix YK4236
Wavelet 1375

Instrumentos Serie:

Analog Devices μ MAC 6000
Mettler PM4600
Spex CD2A
Tektronix 222

Instrumentos CAMAC:

KineticSystems 3074
KineticSystems 3325
LeCroy 2228A
LeCroy 8232
LeCroy TR8818

Análisis de Datos

Los Vis de análisis de LabVIEW ofrecen una poderosa colección de rutinas de análisis para procesar datos adquiridos. Estos Vis le dan completa flexibilidad para desarrollar aplicaciones en áreas desde procesos de control estadísticos hasta el procesamiento de señales digitales (DSP). Las siguientes secciones registrarán las funciones de análisis que puede ejecutar con estos Vis.

Funciones Estadísticas

Histogramas; media; desviación estándar; variancia; RMS; mediana; modo; valores sobre la media; normal, T, F, distribuciones Chi; función de error y función complementaria de error; racionales, polinómicas, interpolaciones lineales; ANOVAs de 1, 2 y 3 modos.

Evaluaciones

Evaluaciones lineales y polinómicas; funciones de escala 1D and 2D.

Progresiones

Lineales, exponenciales, polinómicas, descomposición del valor singular, y ajuste de curvas no lineales Levenberg-Marquardt.

Algebra Lineal

Multiplicación de vectores; normalización; multiplicación; inversión; determinantes; trazas de vectores y matrices y solución de ecuaciones lineales.

Generación de Señales

Impulso, pulso, rampa, triángulo, seno, señal cuadrada, aleatoria, distribución de Gauss y ruido blanco uniforme.

Dominio del Tiempo

Integración y diferenciación, reducción de desplazamiento, detección de disparo y análisis de pulsos.

Dominio de Frecuencia

Transformada rápida de Fourier (FFT), Transformada rápida de Hartley (FHT), Transformada rápida Hilbert, Transformada y Espectrograma de Gabor, espectros de potencia y cruzado, autocorrelación y correlación cruzada, convolución y desconvolución, y reducción de fase.

Multímetro digital
Convertidor D/A de 4 canales
Multiplexor de relés de 16 canales
Multiplexor de 16 canales con termopar
Módulo de relés de 16x16
Módulo de relés de 4x64
Módulo de relés de 8x32
Multiplexor RF de 50 ohm
Expansor RF de 50 ohm
DAC de 12 canales
Generador de pulsos
Módulo de E/S digital
Multímetro digital
Generador de ondas arbitrario

Procesador modular de E/S
Balanza
Sistema espectrómetro
Osciloscopio digital portátil

Registrador de salida
Monitor de temperatura
TDC
ADC
Medidor de transistores

Rutinas de Ventanas

Hanning, Hamming, triángulo (Dartlett), Blackman, Exact Blackman, Blackman-Harris, Kaiser-Bessel, Flat top, general cosine, force, y exponencial.

Filtros con Respuesta al Impulso Infinita (IIR)

Filtros pasabanda, pasabajo, pasabanda y banda base Butterworth, Chebyshev I y II, elípticos, y de Bessel.

Filtros con Respuesta al Impulso Finita (FIR)

Filtros pasabanda, pasabajo, pasabanda y banda base Parks-McClellan, filtros con ruido uniforme, utilidad para diseño de filtros.

Filtros no Lineales

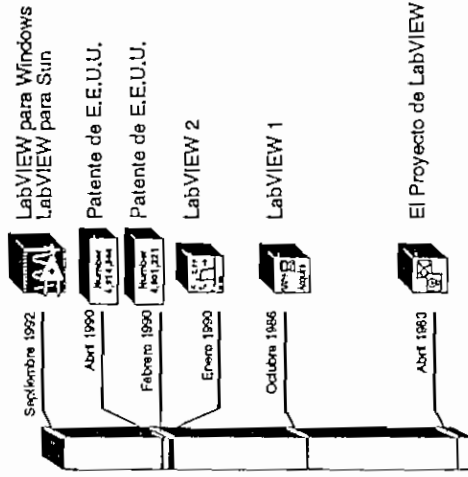
Filtro de media.

Presentación de Datos

Finalmente, Ud. puede controlar su sistema y presentar los resultados a través de paneles frontales interactivos. Estos paneles crean una interfaz estándar independiente del sistema de hardware. Ud. también tiene numerosas opciones para el manejo de datos, tales como guardar datos a disco, comunicarse con otras aplicaciones usando el intercambio dinámico de datos (DDE), pasar los datos a través de una red, y enviar los datos a graficadores e impresoras.

Dibuje su Propia Solución

LabVIEW incorpora una década de esfuerzo para simplificar el desarrollo de sistemas de software de instrumentación. Introducido en 1986, la tecnología de LabVIEW ha sido refinada a través de años de comentarios de los clientes. Hoy Ud. puede usar LabVIEW en cualquier uno de los tres sistemas operativos más conocidos del ordenador: Macintosh OS, Microsoft Windows, y Sun SPARCstation OS.



Personas alrededor del mundo usan LabVIEW en la automatización del laboratorio, en la monitorización y el control de procesos, en pruebas electrónicas, fabricación, ingeniería aeroespacial, investigación médica y educativa, e Instrucción. A través del Programa de Alianza de National Instruments Ud. tiene acceso a integradores de sistemas, consultores, y vendedores de hardware con experiencia técnica especializada para enfocar LabVIEW en estas y muchas otras áreas de aplicación.

Para saber como puede usar LabVIEW para sus aplicaciones consulte el curso del paquete de demostración o contacte la oficina de National Instruments más cercana a Ud.

ANEXO 5

```

** LABEL 1
  I0,0      +-----OPERATE-----+
  --|/|-----|M'00' -> W4      |
  | | |-----+-----+
  I0,0      +-----OPERATE-----+
  --| |-----|M'01' -> W4      |
  | | |-----+-----+
  I0,1      +-----OPERATE-----+
  --|/|-----|M'10' -> W5      |
  | | |-----+-----+
  I0,1      +-----OPERATE-----+
  --| |-----|M'11' -> W5      |
  | | |-----+-----+

```

```

** LABEL 2
  I0,2      +-----OPERATE-----+
  --|/|-----|M'20' -> W6      |
  | | |-----+-----+
  I0,2      +-----OPERATE-----+
  --| |-----|M'21' -> W6      |
  | | |-----+-----+
  I0,3      +-----OPERATE-----+
  --|/|-----|M'30' -> W7      |
  | | |-----+-----+
  I0,3      +-----OPERATE-----+
  --| |-----|M'31' -> W7      |
  | | |-----+-----+

```

```

** LABEL 3
  I0,4      +-----OPERATE-----+
  --|/|-----|M'40' -> W8      |
  | | |-----+-----+
  I0,4      +-----OPERATE-----+
  --| |-----|M'41' -> W8      |
  | | |-----+-----+
  I0,5      +-----OPERATE-----+
  --|/|-----|M'50' -> W9      |
  | | |-----+-----+
  I0,5      +-----OPERATE-----+
  --| |-----|M'51' -> W9      |
  | | |-----+-----+

```

LABEL 4

```

10,6          +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'60' -> W10  |
|           +-----+
10,6          +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'61' -> W10  |
|           +-----+
10,7          +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'70' -> W11  |
|           +-----+
10,7          +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'71' -> W11  |
|           +-----+

```

LABEL 5

```

10,8          +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'80' -> W12  |
|           +-----+
10,8          +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'81' -> W12  |
|           +-----+
10,9          +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'90' -> W13  |
|           +-----+
10,9          +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'91' -> W13  |
|           +-----+

```

LABEL 6

```

10,10         +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'A0' -> W14  |
|           +-----+
10,10         +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'A1' -> W14  |
|           +-----+
10,11         +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'B0' -> W15  |
|           +-----+
10,11         +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'B1' -> W15  |
|           +-----+

```


*** LABEL 7

```

10,12      +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'C0' -> W16  ||
+-----+
| 10,12    +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'C1' -> W16  ||
+-----+
| 10,13    +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'D0' -> W17  ||
+-----+
| 10,13    +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'D1' -> W17  ||
+-----+

```

*** LABEL 8

```

10,14      +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'E0' -> W18  ||
+-----+
| 10,14    +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'E1' -> W18  ||
+-----+
| 10,15    +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'F0' -> W19  ||
+-----+
| 10,15    +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'F1' -> W19  ||
+-----+

```

*** LABEL 9

```

10,16      +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'G0' -> W20  ||
+-----+
| 10,16    +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'G1' -> W20  ||
+-----+
| 10,17    +-----OPERATE-----+
--|/|-----+M'H0' -> W21  ||
+-----+
| 10,17    +-----OPERATE-----+
--| |-----+M'H1' -> W21  ||
+-----+

```

11 LABEL 10

```

10,18 +-----OPERATE-----+
|/| |-----| |M' I0' -> W22 | |
| | |-----| | | |
10,18 +-----OPERATE-----+
| | |-----| |M' I1' -> W22 | |
| | |-----| | | |
10,19 +-----OPERATE-----+
|/| |-----| |M' J0' -> W23 | |
| | |-----| | | |
10,19 +-----OPERATE-----+
| | |-----| |M' J1' -> W23 | |
| | |-----| | | |

```

11 LABEL 11

```

10,20 +-----OPERATE-----+
|/| |-----| |M' K0' -> W24 | |
| | |-----| | | |
10,20 +-----OPERATE-----+
| | |-----| |M' K1' -> W24 | |
| | |-----| | | |
10,21 +-----OPERATE-----+
|/| |-----| |M' L0' -> W25 | |
| | |-----| | | |
10,21 +-----OPERATE-----+
| | |-----| |M' L1' -> W25 | |
| | |-----| | | |

```

11 LABEL 12

```

00,0 +-----OPERATE-----+
|/| |-----| |M' N0' -> W26 | |
| | |-----| | | |
00,0 +-----OPERATE-----+
| | |-----| |M' N1' -> W26 | |
| | |-----| | | |
00,1 +-----OPERATE-----+
|/| |-----| |M' N0' -> W27 | |
| | |-----| | | |
00,1 +-----OPERATE-----+
| | |-----| |M' N1' -> W27 | |
| | |-----| | | |

```

LABEL 13

```

00,2          +-----OPERATE-----+
--;/|-----|M'00' -> W28          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,2          +-----OPERATE-----+
--| |-----|M'01' -> W28          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,3          +-----OPERATE-----+
--;/|-----|M'P0' -> W29          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,3          +-----OPERATE-----+
--| |-----|M'P1' -> W29          ||
|-----|-----|-----|-----|

```

LABEL 14

```

00,4          +-----OPERATE-----+
--;/|-----|M'00' -> W30          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,4          +-----OPERATE-----+
--| |-----|M'01' -> W30          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,5          +-----OPERATE-----+
--;/|-----|M'R0' -> W31          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,5          +-----OPERATE-----+
--| |-----|M'R1' -> W31          ||
|-----|-----|-----|-----|

```

LABEL 15

```

00,6          +-----OPERATE-----+
--;/|-----|M'50' -> W32          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,6          +-----OPERATE-----+
--| |-----|M'51' -> W32          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,7          +-----OPERATE-----+
--;/|-----|M'T0' -> W33          ||
|-----|-----|-----|-----|
00,7          +-----OPERATE-----+
--| |-----|M'T1' -> W33          ||
|-----|-----|-----|-----|

```

```

** LABEL 16
00,8 +-----OPERATE-----+
|;|/|-----|M'U0' -> W34 |;
|-----|
|
00,8 +-----OPERATE-----+
|;| |-----|M'U1' -> W34 |;
|-----|
|
00,9 +-----OPERATE-----+
|;|/|-----|M'V0' -> W35 |;
|-----|
|
00,9 +-----OPERATE-----+
|;| |-----|M'V1' -> W35 |;
|-----|

```

```

** LABEL 17
00,10 +-----OPERATE-----+
|;|/|-----|M'W0' -> W36 |;
|-----|
|
00,10 +-----OPERATE-----+
|;| |-----|M'W1' -> W36 |;
|-----|
|
00,11 +-----OPERATE-----+
|;|/|-----|M'X0' -> W37 |;
|-----|
|
00,11 +-----OPERATE-----+
|;| |-----|M'X1' -> W37 |;
|-----|

```

```

** LABEL 18
00,12 +-----OPERATE-----+
|;|/|-----|M'Y0' -> W38 |;
|-----|
|
00,12 +-----OPERATE-----+
|;| |-----|M'Y1' -> W38 |;
|-----|

```

```

** LABEL 20
+---COMPAR---+
|;W0 = M'EM' |-----| ( )-|
|-----|
|
+---COMPAR---+
|;W0 = M'T1' |-----| ( )-|
|-----|
|
+---COMPAR---+
|;W0 = M'T2' |-----| ( )-|
|-----|

```

```

** LABEL 25
+---COMPAR---+
;W1 = M'S1' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W1 = M'S2' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W1 = M'D1' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W1 = M'B2' ;----- ( )-;
+-----+

```

```

** LABEL 30
+---COMPAR---+
;W2 = M'T1' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W2 = M'T2' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W2 = M'U1' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W2 = M'U2' ;----- ( )-;
+-----+

```

```

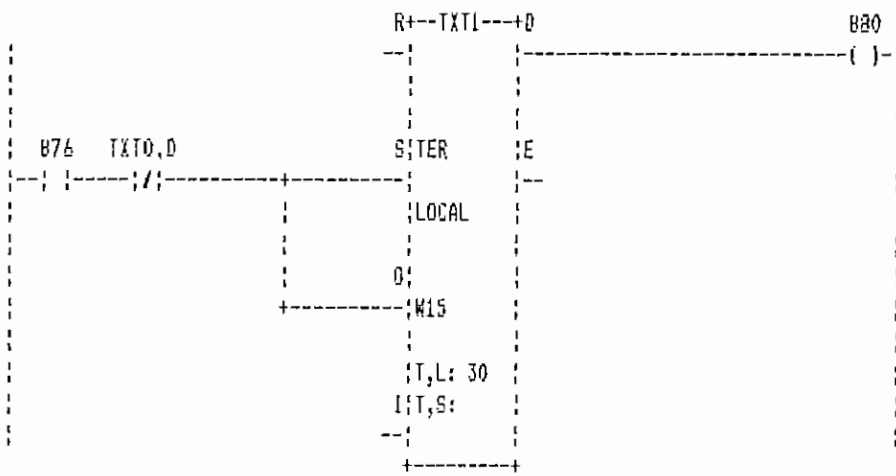
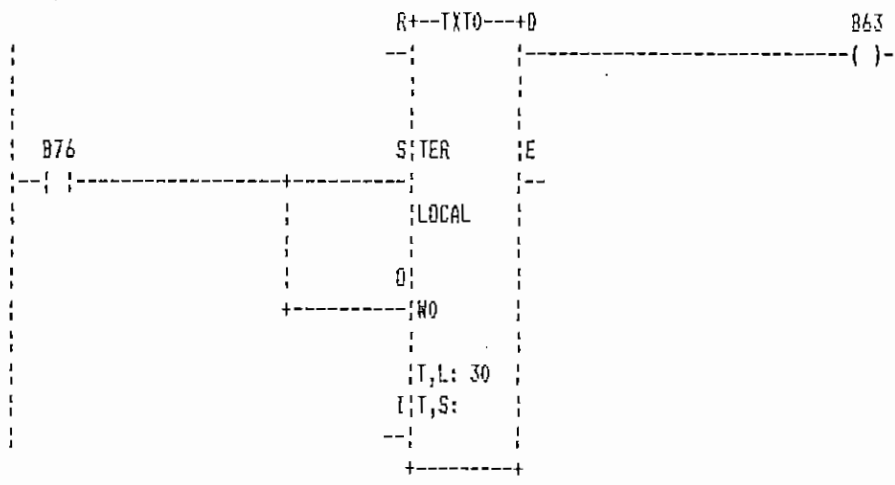
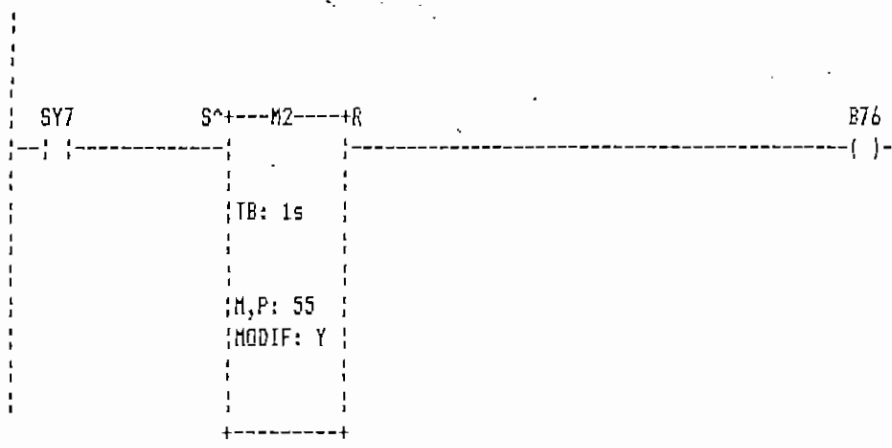
** LABEL 35
+---COMPAR---+
;W3 = M'H1' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W3 = M'H2' ;----- ( )-;
+-----+
+---COMPAR---+
;W3 = M'FB' ;----- ( )-;
+-----+

```

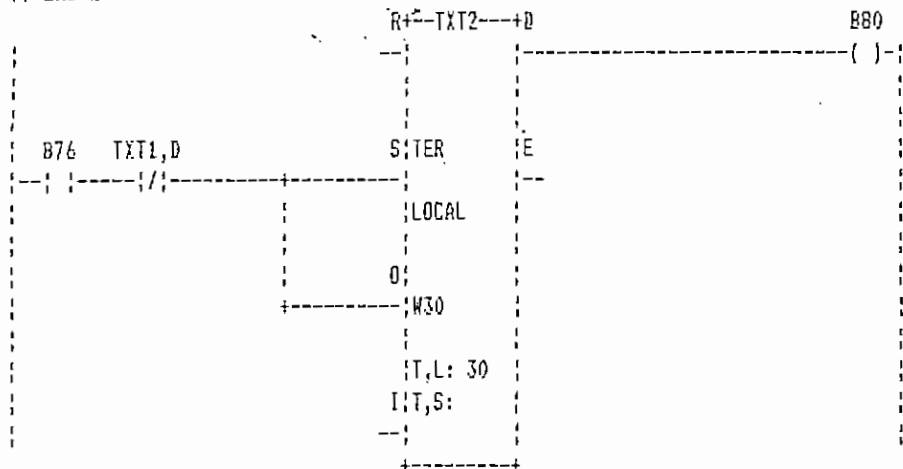
```

** LABEL 36
878
;---; |---+
; 10,0 ; 10,0 ;
;---; |---+----- ( )-;

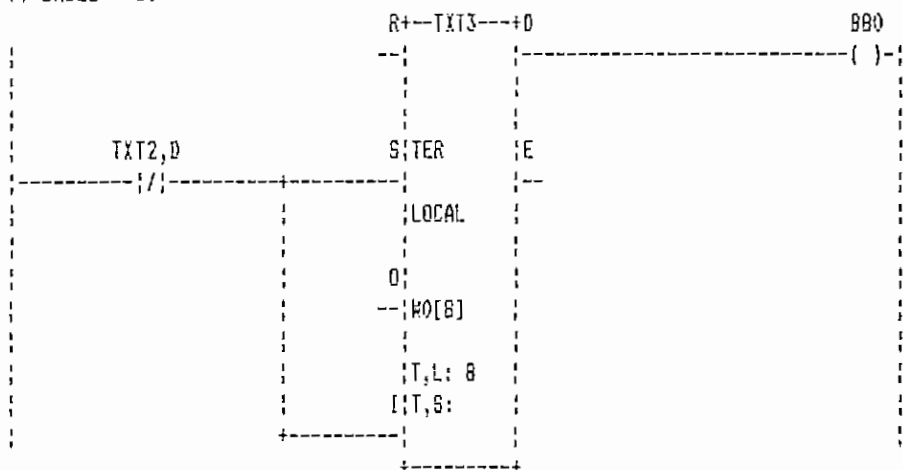
```



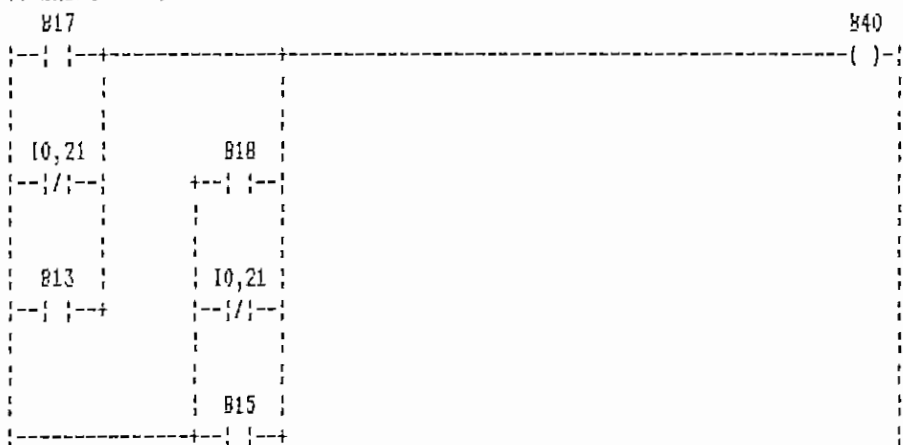
LABEL 55



LABEL 60



LABEL 150




```

** LABEL 190
  10,1  10,8  10,6  10,7  S+M0+R  B47
+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                             |
|                                             |
|               10,13                       |
|               +-----+                   |
|               | TB: 15                   |
|               |                           |
|               | M,P: 5                   |
|               | MODIF: Y                 |
|               +-----+                   |
|                                             |
+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

** LABEL 200
  B17  B55
+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                             |
|                                             |
| B18  |
|-----|
|                                             |
| B17  B18  B56
+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

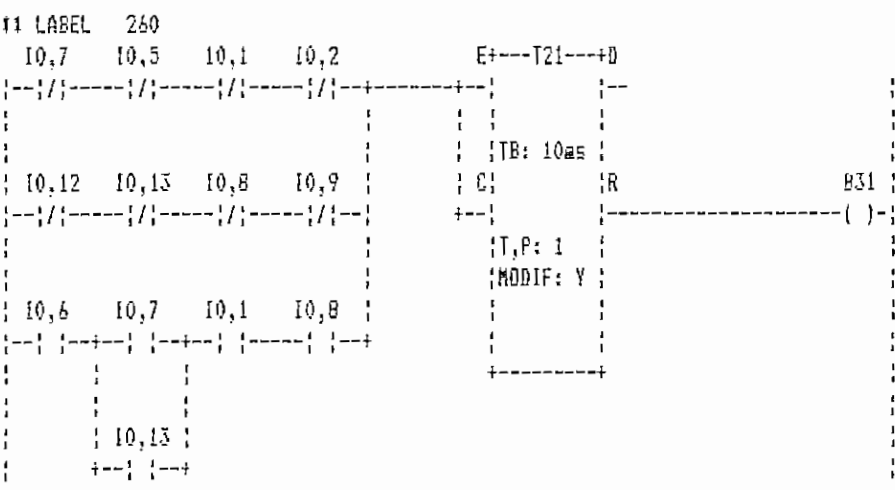
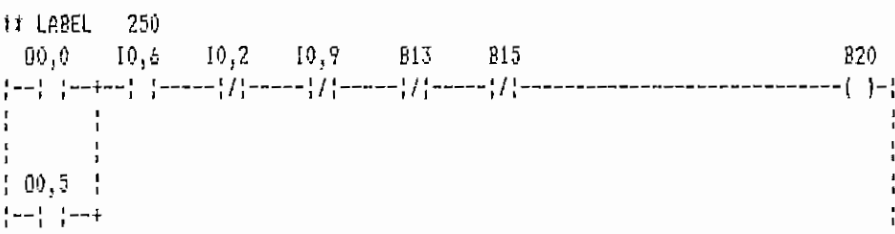
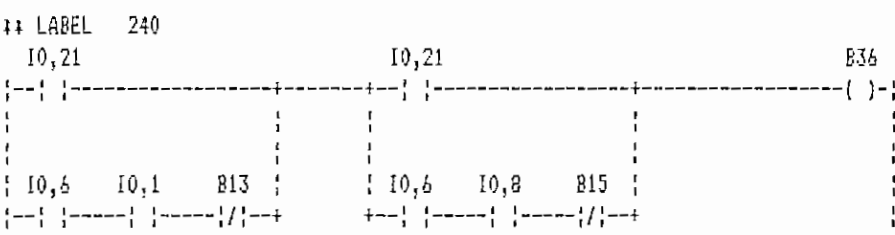
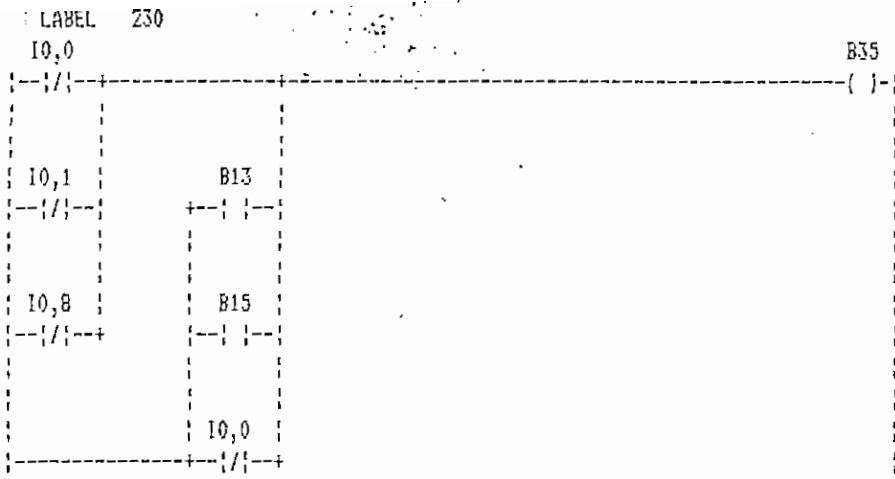
** LABEL 210
  10,6  10,1  10,1  10,8  839
+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                             |
|               10,6  10,1  10,8
|               +-----+-----+-----+
|               |
+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

** LABEL 220
  10,2  10,5  10,7  B38
+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                             |
|                                             |
| 10,9  10,12  10,13
+-----+-----+-----+-----+-----+

```

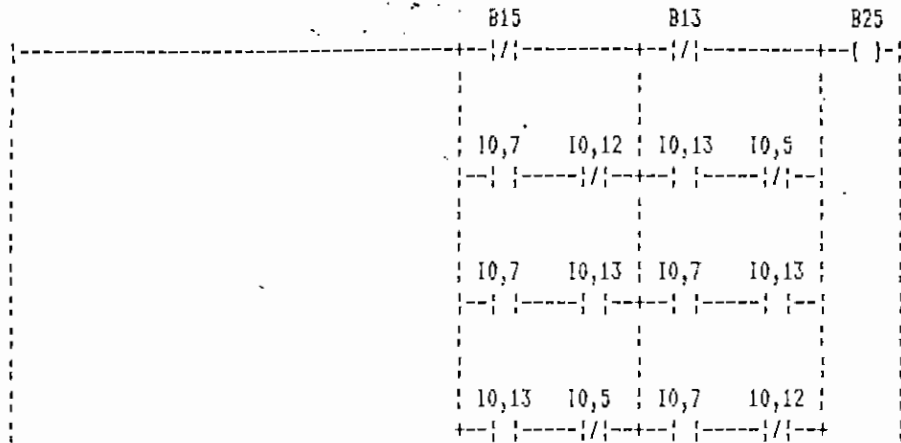


## LABEL 270				B30
10,2		10,9		
10,7		10,13		
10,7	10,5	10,12	10,13	

## LABEL 280		B30	B3	B7	B15	B13	B21
			10,7	10,13	10,12	10,5	
			10,6	10,6	10,7	10,12	
			10,7	10,5	10,12	10,13	10,5

## LABEL 290		B15	B13	B3	B7	B24
				10,7	10,13	
				10,6	10,6	
				10,7	10,5	10,12

LABEL 300



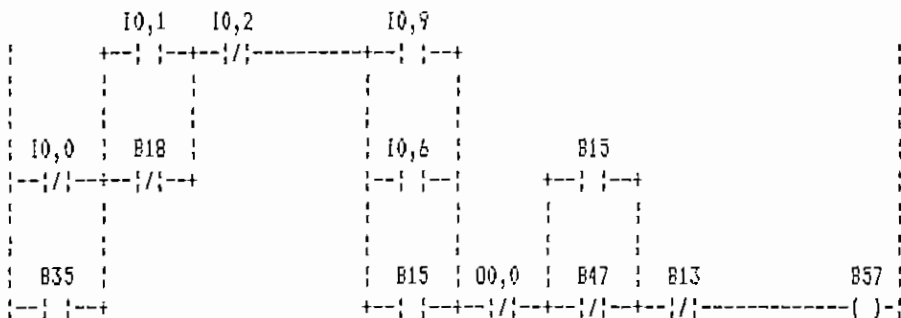
LABEL 310



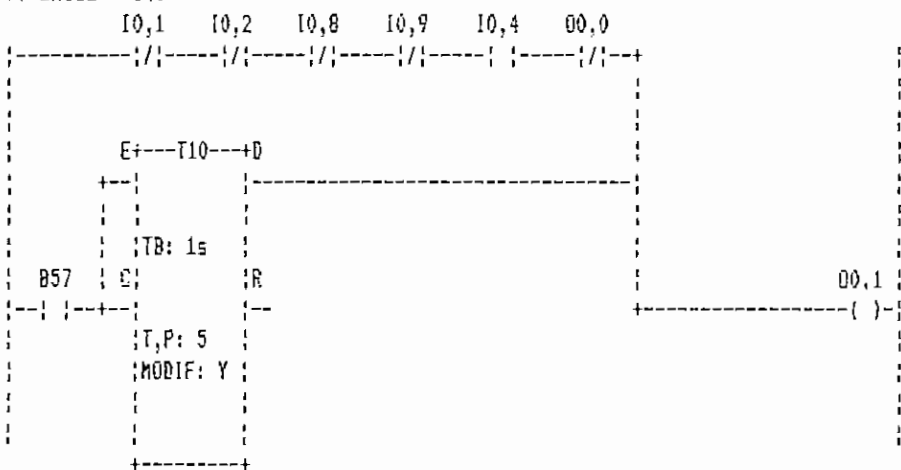
LABEL 320



LABEL 330



LABEL 340



LABEL 372

```

      B61
      +-----+
      |                                             |
      | E+--WEEK---+<  B14  | B13 |
      |-----+-----+-----+-----+-----+
      |                                             |
      |-----6-----| = | B14 |
      |-----+-----+-----+-----+-----+
      | B74  B64 |-----+-----+-----+-----+
      |                                             |
      |begin
      | 09:00|
      |end   |>
      | 09:30|--
      +-----+
  
```

LABEL 374

```

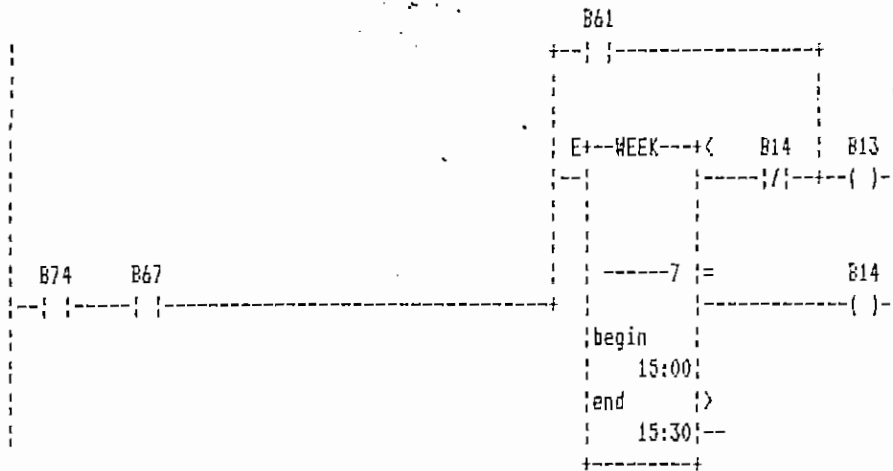
      B61
      +-----+
      |                                             |
      | E+--WEEK---+<  B14  | B13 |
      |-----+-----+-----+-----+-----+
      |                                             |
      |-----6-----| = | B14 |
      |-----+-----+-----+-----+-----+
      | B74  B65 |-----+-----+-----+-----+
      |                                             |
      |begin
      | 15:00|
      |end   |>
      | 15:30|--
      +-----+
  
```

LABEL 376

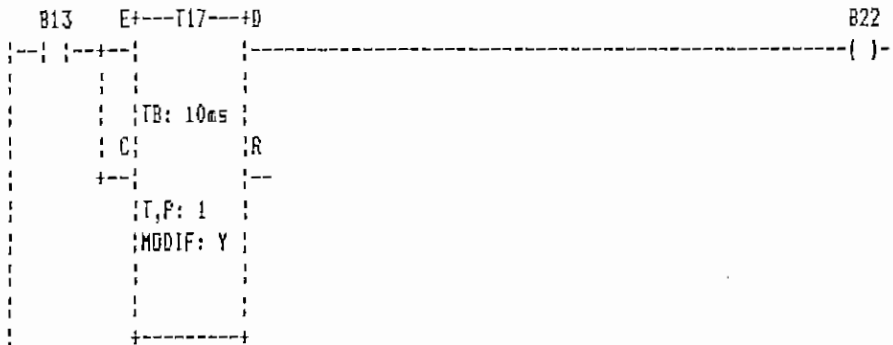
```

      B61
      +-----+
      |                                             |
      | E+--WEEK---+<  B14  | B13 |
      |-----+-----+-----+-----+-----+
      |                                             |
      |-----7-----| = | B14 |
      |-----+-----+-----+-----+-----+
      | B74  B66 |-----+-----+-----+-----+
      |                                             |
      |begin
      | 09:00|
      |end   |>
      | 09:30|--
      +-----+
  
```

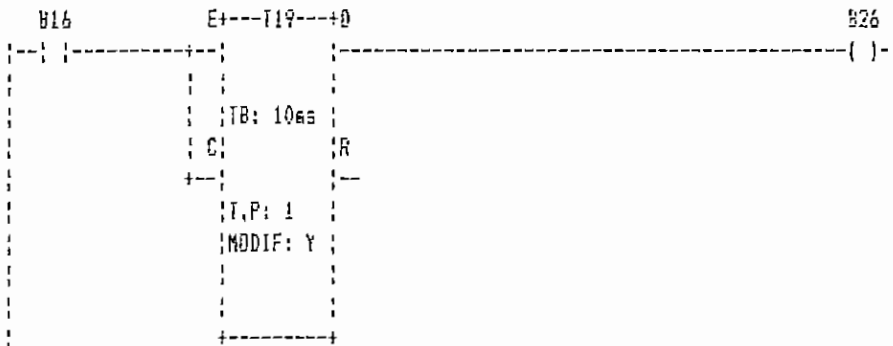
LABEL 378



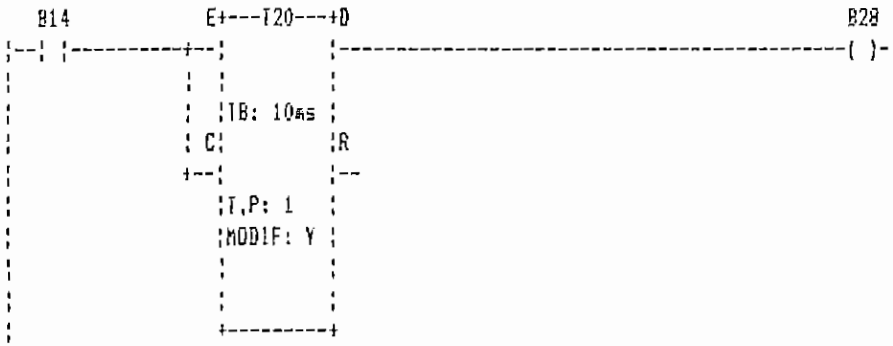
LABEL 380



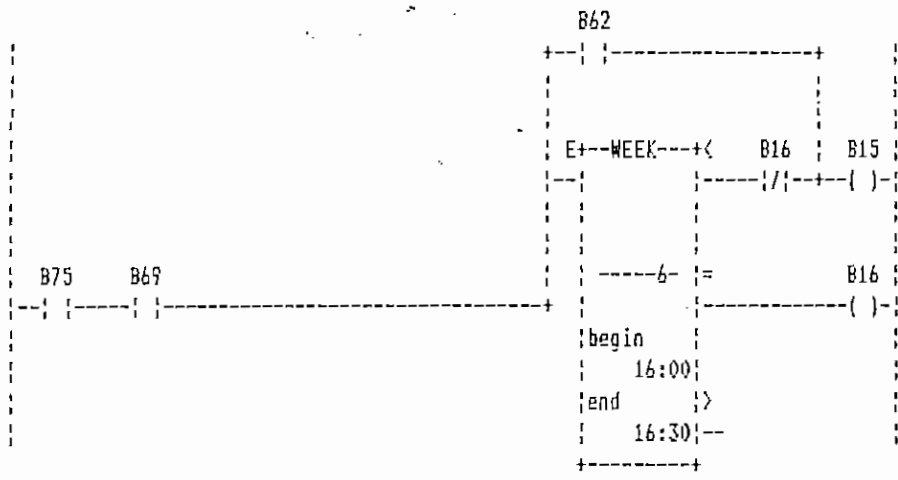
LABEL 390



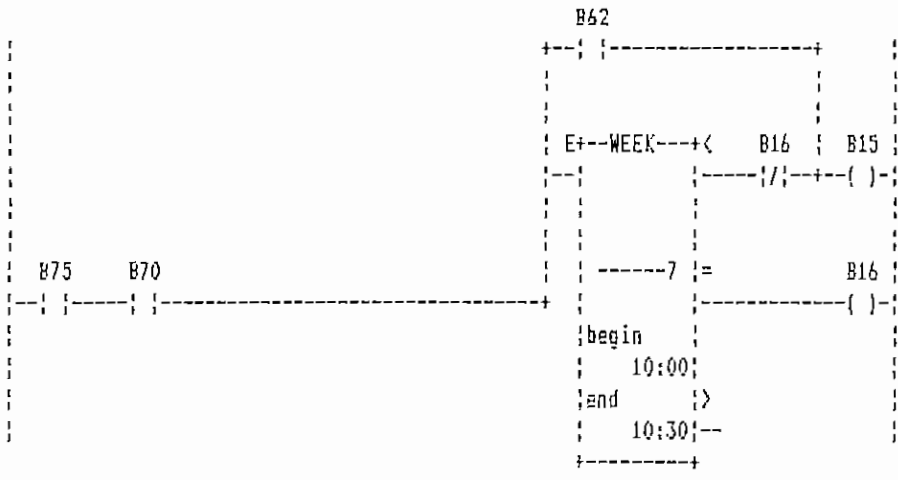
LABEL 400



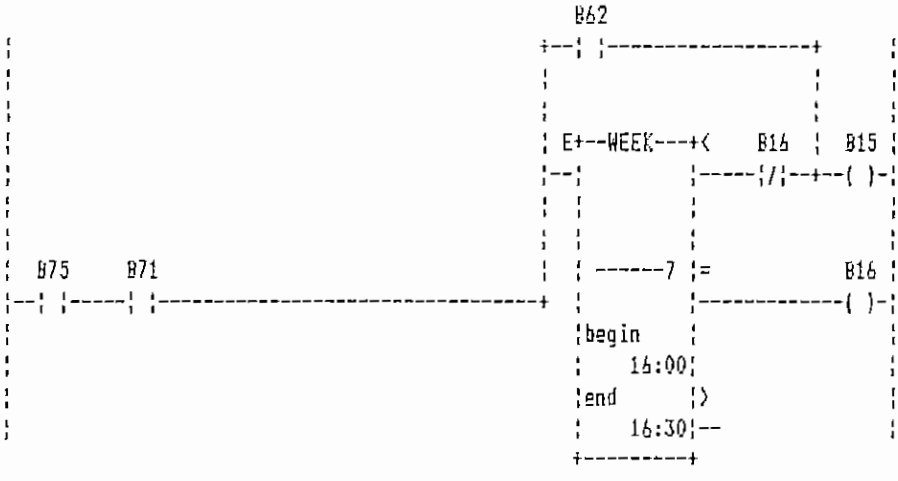
** LABEL 474



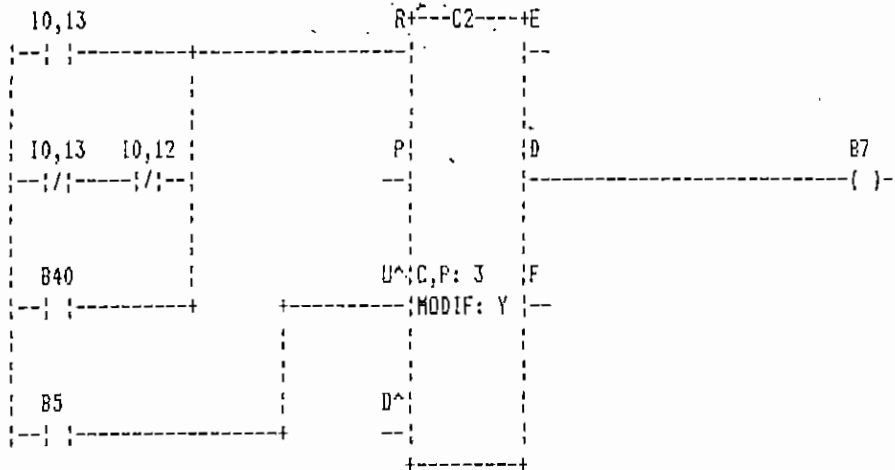
** LABEL 476



** LABEL 478



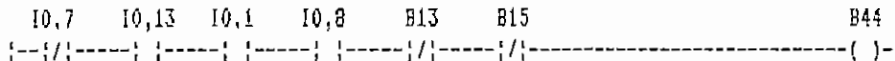
LABEL 520



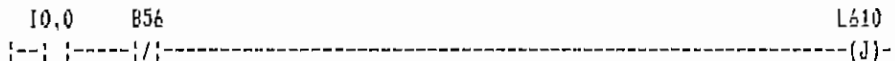
LABEL 530



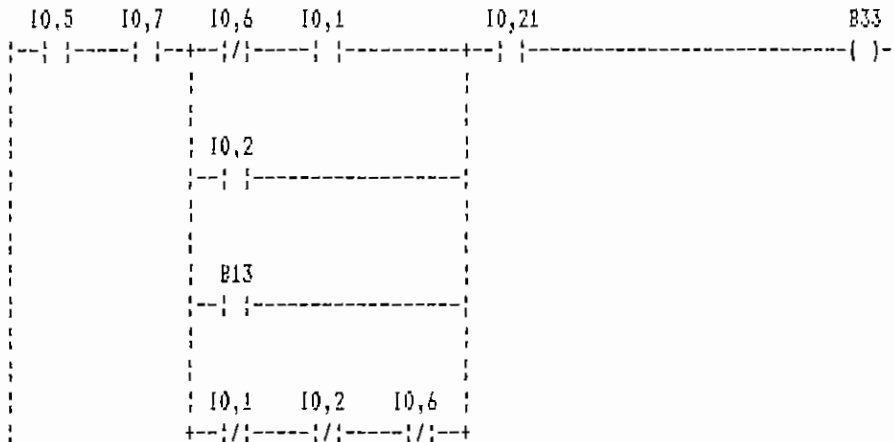
LABEL 540



LABEL 550



LABEL 560




```

** LABEL 670
  10,12  10,13  10,5  10,21  B44  10,7  E+---T7---+D 00,5
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  10,13  10,5  10,0  10,0  B45  C  R
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  10,12  10,5  10,13
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  10,0  10,9  10,12  10,13
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

TB: 15
C  R
T,F: 5
MODIF: Y

```

```

** LABEL 680
  10,1  10,2  B17
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  10,8  10,9  B18
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

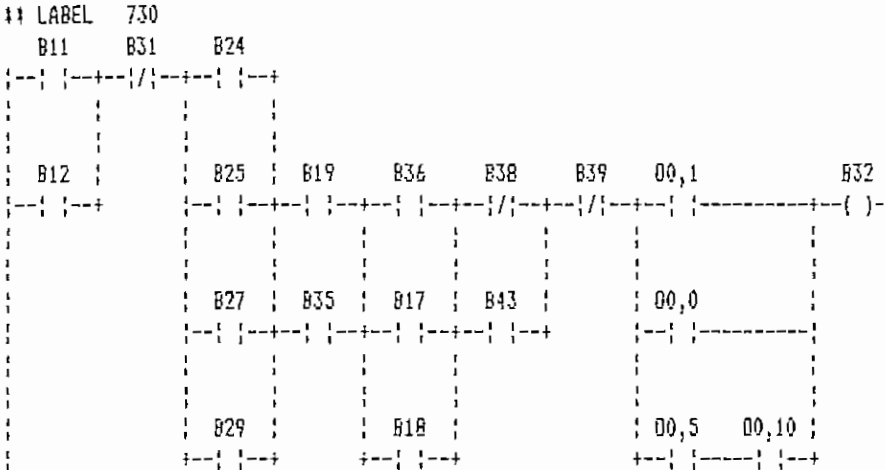
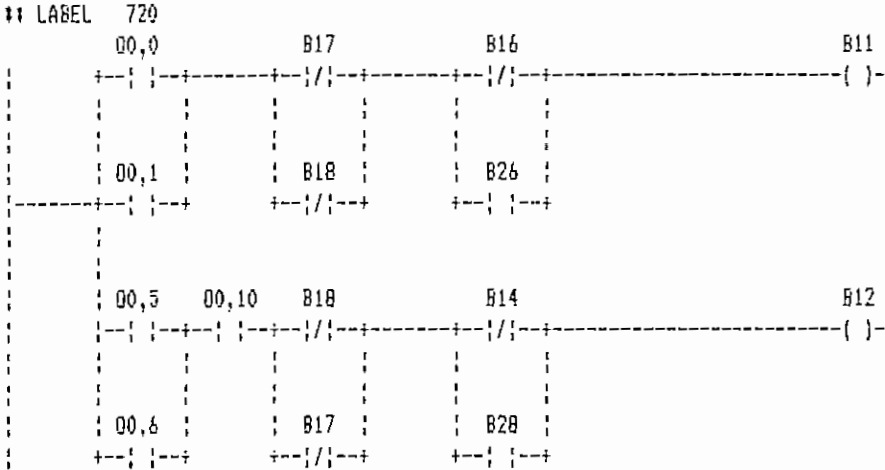
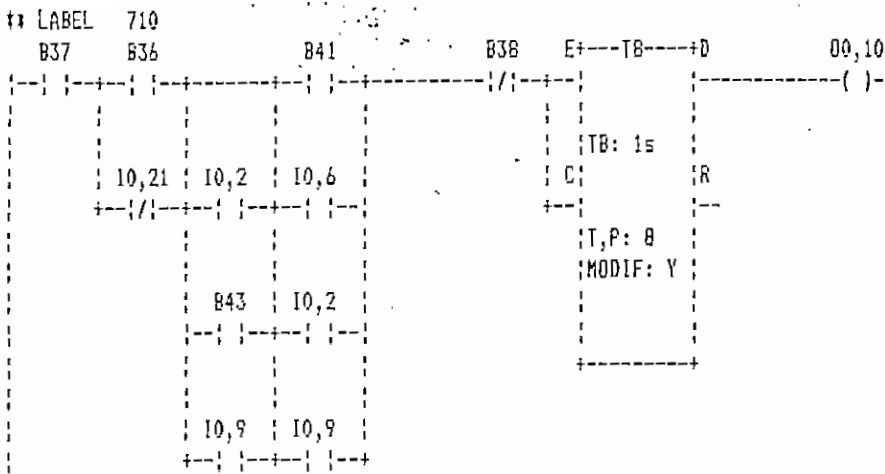
** LABEL 690
  10,6  10,9  10,2  B13  B15  10,0  B20  B19
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  10,7  10,13  10,7  B22  B23
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  10,13  B30
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

** LABEL 700
  00,1  00,6  00,0  00,5  10,0  B17  B21  B37
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  00,1  00,6  00,0  00,5  00,0  B18  10,0
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  00,1  00,0  00,5  B55
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
  00,6  00,0  00,5  10,0  10,21  10,7
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```



LABEL 740

10,9

B13

B50

10,2	10,1	10,5	10,7	10,6	00,0
10,5	10,7	10,1	10,8	00,0	
10,1	10,8	10,6	00,1		

LABEL 750

10,1

10,8

10,12

10,13

00,5

00,10

B51

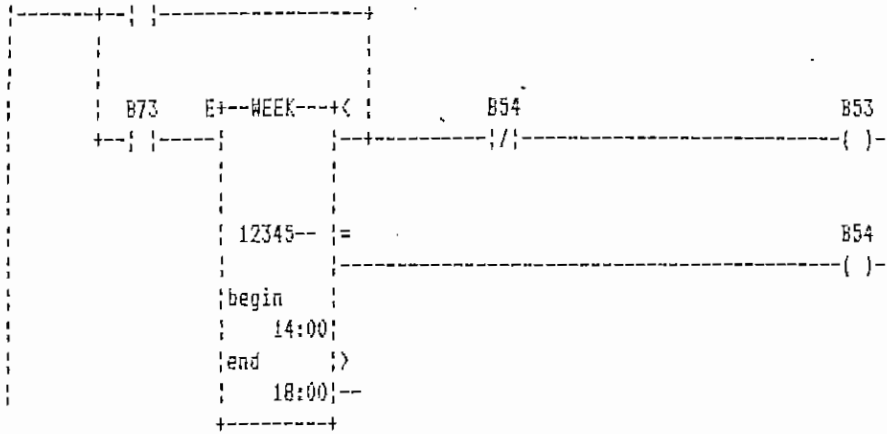
10,8	10,9	10,6	00,1		
10,8	10,2	10,7	10,5	00,0	

LABEL 760

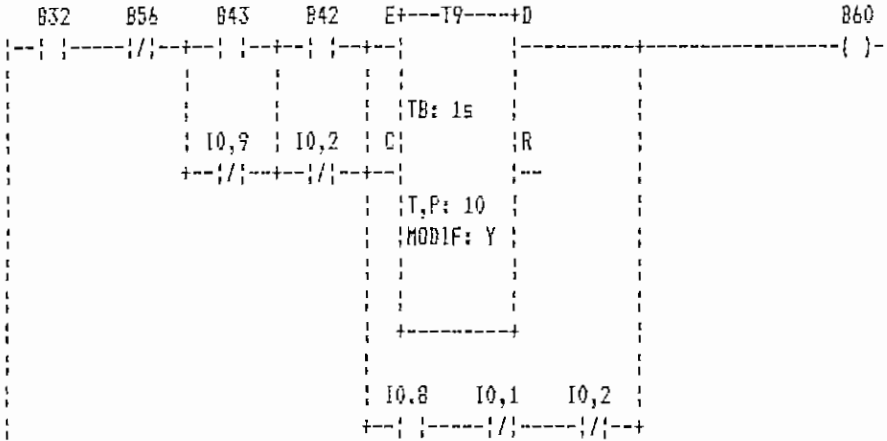
B77

B72	E+--WEEK--><	B54	B53
12345--	=		B54
begin			
08:00			
end			
12:00			

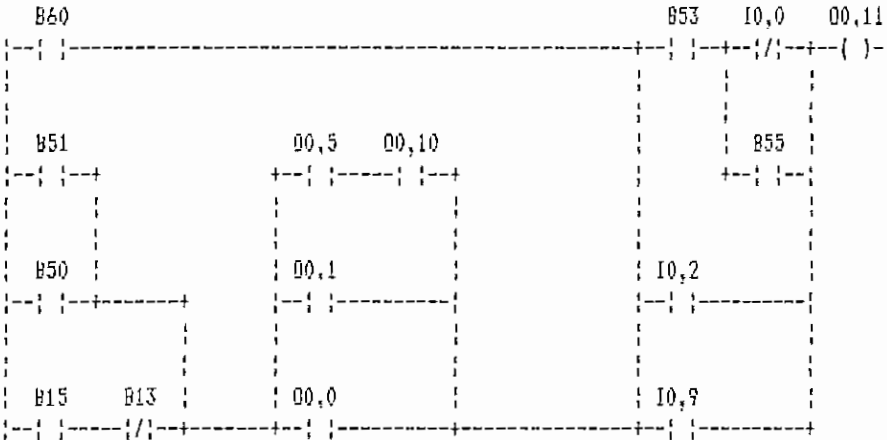
LABEL 765
B77



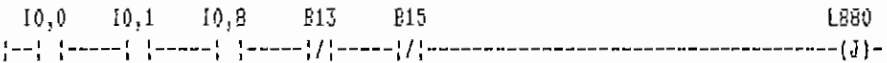
LABEL 770



LABEL 780



LABEL 790




```

** LABEL B90
  10,5 10,7 10,0 10,12 B56 00,3
+---+---+---+---+---+---+---+

```

```

** LABEL 900
  10,7 10,5 B17 00,4
+---+---+---+---+

```

```

  10,21 B18
+---+---+

```

```

  10,13 10,12 B17 00,9
+---+---+---+---+

```

```

  10,21 B18
+---+---+

```

END OF PROGRAM