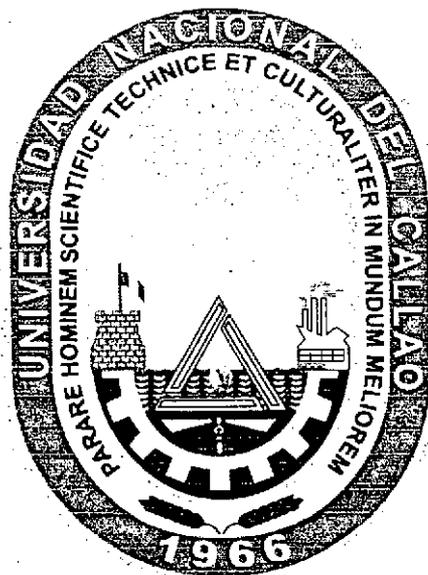


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRONICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**“SIMULACIÓN Y VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE
CONTROL DE REGULACIÓN DE LA MICROCENTRAL
HIDROELÉCTRICA (M.C.H.) CHILICOCHA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL:
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:
HUGO RICARDO SÁNCHEZ REÁTEGUI**

**ASESOR:
MG. VICTOR GUTIERREZ TOCAS**

CALLAO- PERÚ
2006

1. Publ. 16018
2. Exemplar: 39140

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE TESIS**

A los 24 días del mes de *OCTUBRE* del 2006 siendo las 17:10 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Res. N° 071-2006-DFEE)

Ing. <i>FREDDY CASTRO SALAZAR</i>	Presidente
Ing. <i>JULIO BARRIAS CASTAÑEDA</i>	Secretario
Ing. <i>HUBER MURILLO MANRIQUE</i>	Vocal
Ing. <i>VICTOR GUTIERREZ TOCAS</i>	Asesor

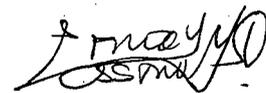
Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis del Señor Bachiller *SANCHEZ REATEGUI, HUGO RICARDO* quien habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentará la Tesis titulada

"SIMULACION Y VISUALIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE REGULACION DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA (M.C.H.) CHILICUCHA"

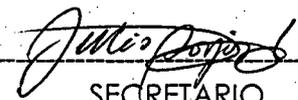
con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, correspondiente al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por *APROBADO* Calificativo *BUENO* nota: *15* al expositor Señor Bachiller... *SANCHEZ REATEGUI, HUGO RICARDO* con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las *18.15* horas del día del mes y año en curso.

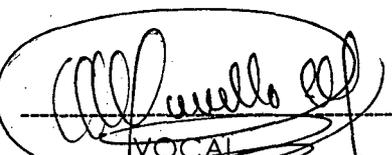
Es copia fiel del folio N° *20* Del libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica - UNAC.



PRESIDENTE
Ing. *FREDDY CASTRO SALAZAR*



SECRETARIO
Ing. *JULIO BARRIAS CASTAÑEDA*



VOCAL
Ing. *HUBER MURILLO MANRIQUE*



ASESOR
Ing. *VICTOR GUTIERREZ TOCAS*

INVITADO

A mi padre por haberme servido de ejemplo como profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a mi madre Lucia Reategui por haberme apoyado en el tiempo para lograr mi cometido.

Al Ingeniero Victor Gutierrez Tocas por asesorarme en esta empresa emprendida con mucho esfuerzo.

A mis amigos y familiares que me apoyaron en este cometido.

A los ingenieros Oliver Martinez y Dali Ocaña de la Jefatura de Proyectos de Electroperu S.A. por su apoyo y amistad incondicional.

Al Ingeniero Manuel Casas Salazar por su exigencia y orientación de temas de actualidad eléctrica durante los cursos de Análisis de Sistemas de Potencia II y Estabilidad de Sistemas de Potencia.

A todos los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Nacional del Callao (UNAC).

A mis compañeros y amigos de la universidad con quienes compartimos conocimientos de electricidad.

Hugo Ricardo Sánchez Reátegui

INDICE

INDICE.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	12
I.INTRODUCCION.....	13
1. LA PROBLEMÁTICA DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL.....	13
2.OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	16
3..ASPECTOS HIPOTETICOS.....	16
4..ALCANCE E IMPORTANCIA.....	16
4.1 UBICACIÓN.....	16
4.2 RED HIDROMETEOROLÓGICA Y DE CONTROL DE LAS LAGUNAS DE ELECTROPERU.....	17
II.MARCO TEORICO.....	19
1. CONTROL.....	19
1.1. CONTROL HIDRAULICO – MECÁNICO	19
1.2. CONTROL ELECTRICO.....	19
1.3. CONTROL ELECTRÓNICO.....	19
1.4. VISUALIZADOR O DISPLAY.....	19
2. HIDRAULICA.....	19
2.1..VALVULA 1 (MARIPOSA)	19
2.2..VALVULA 2 (CONICA)	19
3. AUTOMATIZACION.....	20
3.1 SENSORES.....	20
3.2 SISTEMA SCADA.....	20
3.3 GRAFCET.....	21
4. PLC´s	21
4.1 MICRO PLC´S.....	22
4.1.1 MICRO CONTROLADORES LOGICO- PROGRAMABLES EASY.....	23
4.1.2 EASY 800.....	25
4.1.3 EASY 500 Y 700 DE MOELLER ELECTRIC.....	26
EJEMPLOS APLICATIVOS.....	27
1) APLICACIÓN DE 2 MOTORES.....	27

1.1) DIAGRAMA LADDER.....	27
1.2) DIAGRAMA DE BLOQUES O FUNCTION BLOCKS	28
1.3) VISUALIZACION DEL DISPLAY EASY	28
2) PROGRAMA DE VISUALIZACION DE TEXTO.....	29
2.1) DIAGRAMA LADDER.....	29
2.2) DIAGRAMA DE BLOQUES	29
2.3) VISUALIZACION DEL DISPLAY EASY	30
3) PROGRAMA PARA ILUMINACION DEL PASADIZO DESDE DISTINTOS PISOS.....	30
3.1) DIAGRAMA LADDER.....	31
OSCILOSCOPIO.....	31
4.1.4 LOGO.....	32
EJEMPLO APLICATIVO.....	35
1) PROGRAMA DE PUERTA AUTOMATICA.....	35
1.1) DIAGRAMA LADDER.....	35
1.2) DIAGRAMA FUP O DIAGRAMA DE BLOQUES.....	36
4.1.5 GE FANUC AUTOMATION	37
VERSIONES DEMO	37
4.1.6 NANO 10 PLCS.....	38
4.1.7 MICRO 14 PLCS.....	39
4.1.8 MICRO 23 PLCS.....	40
4.1.9 UNIDADES DE EXPANSIÓN DISCRETA.....	40
4.1.10 LOS INTERFACE-OPERADORES MEDIANTE EL PANEL DE DATOS O HMI =INTERFACE HOMBRE-MÁQUINA.....	41
4.1.11 QUICK PANEL VIEW	42
4.1.12 ZELIO.....	43
PROGRAMACIÓN.....	45
EJEMPLO APLICATIVO.....	47
1) PROGRAMA DEL CONTROL DEL CRISTAL DE LA VENTILACION DEL INVERNADERO.....	47
1.1) DIAGRAMA LADDER.....	47
1.2) SIMBOLO ELECTRICO	48
1.3) INTRODUCCION AL ZELIO.....	48

4.1.13 MFD TITAN.....	49
EJEMPLOS APLICATIVOS.....	51
1) SOLO CON EL DISPOSITIVO HMI (INTERFACE HOMBRE MÁQUINA) MFD TITAN DE LA MARCA MOELLER ELECTRIC.....	51
2) EJEMPLO CON LOS 2 DISPOSITIVOS MEDIANTE INTERCONEXIÓN VÍA NET CON EASY 800 DC-RC Y EL MFD TITAN (HMI)CON SUS COMPONENTES: MFD-80-B, MFD-CP8-NT, MFD-RA17.....	54
2.1) CIRCUITO DEL ESQUEMA DEL DISPOSITIVO DE NET-ID 1.....	54
2.2) CIRCUITO DEL ESQUEMA DEL DISPOSITIVO DE NET-ID 2.....	55
4.1.14.. PROGRAMAS DE PLC.....	55
5. COMPONENTES DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA.....	56
5.1..TURBINA MICHELL BANKI.....	56
5.2.. GALERÍA DE CONTROL (ACCESO).	56
5.3.. PIQUES DE CONCRETO DE ACCESO A LA MICRO CENTRAL.....	56
5.4.. UNIDAD HIDRÁULICA DE PODER (U.H.P).....	57
5.5.. SENSOR DE POSICIÓN.....	58
5.6.. SENSOR DE NIVEL.....	60
5.7..SENSOR DE LOS RPM.....	63
5.8.. MEDIDOR MULTIFUNCIÓN ION.....	64
5.9..CONTROL DE GENERADORES (ALTERNADORES GCZ).....	70
5.9.1.. GENERALIDADES	70
1) DESCRIPCION	70
2) CONSTRUCCION	70
3) PRINCIPIO DE OPERACION DE ALTERNADOR SIN ESCOBILLAS.....	70
5.9.2 OPERACION	71
1) REGULACION DE TENSION	71
2) ARRANQUE INICIAL	71
3) ACOPLAMIENTO DEL MOTOR DE ACCIONAMIENTO.....	71
5.9.3.. REGULADOR ELECTRÓNICO DE CARGA	71
PRINCIPIOS DE OPERACIÓN	71
5.10 REGULADOR ELECTRÓNICO DE TENSION (AVR)	72
5.10.1 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS DEL DISPOSITIVO.....	72
6. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE M.C.H.	74

6.1 LA OPERACIÓN DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA.....	74
6.2.. REGULACIÓN MANUAL DE LA MICRO CENTRAL.....	75
6.3..LA OPERACIÓN DE LOS PLC'S EN LA M.C.H.	76
III..PROPUESTA.....	77
MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE REGULACION DE CAUDAL DE DESCARGA MEDIANTE EL CONTROL DE LAS VALVULAS MARIPOSA Y HOWELL BUNGER.....	77
1..CASO 1: VISUALIZACIÓN DE PROGRAMA CON EASY 820 DC-RC.....	77
1.1 GRAFCET PARA CASO 1.....	78
ECUACIONES DEL ESQUEMA GRAFCET 1.....	80
LEYENDA DEL DIAGRAMA ELECTRICO 1.....	82
1.2.. DIAGRAMA ELECTRICO.....	83
1.3.. DIAGRAMA LADDER.....	84
2..CASO 2: VISUALIZACIÓN DE UNA ESTACIÓN PASIVA CON EASY 820 DC-RC Y MFD TITAN (HMI)	85
ECUACIONES DEL ESQUEMA GRAFCET 2.....	88
LEYENDA DEL DIAGRAMA ELECTRICO 2.....	88
2.2.. DIAGRAMA ELECTRICO.....	90
2.3.. DIAGRAMA LADDER.....	92
2.4.. DIAGRAMA DE BLOQUES (FUNCTION BLOCK).....	94
3..VISUALIZACIÓN DE MÁSCARAS MEDIANTE LA INTERACCIÓN DEL MFD (HMI)	95
3.1.. DIAGRAMA ELECTRICO.....	95
3.2..DIAGRAMA LADDER.....	97
3.3.. DIAGRAMA DE BLOQUES (FUNCTION BLOCK)	99
3.4..ELABORACION DE MASCARAS.....	101
IV..RESULTADOS.....	103
1 ASPECTOS COMPARATIVOS.....	103
V..DISCUSION.....	104
1..CONCLUSIONES.....	104
2..RECOMENDACIONES.....	104
3..PERSPECTIVAS Y CONTINUIDAD DEL PRESENTE TRABAJO.....	104
REFERENCIAS.....	105

APENDICES.....	107
AP.1 GRAFCET PREVIO AL CASO 1 (NIVEL FUNCIONAL DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA), PERO CON Z EN LUGAR DE SQ.....	108
AP.2 GRAFCET PREVIO AL CASO 2 (NIVEL FUNCIONAL DE 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA),PERO CON Z EN LUGAR DE SQ.....	109
AP.3 LAGUNA CHILICOCHA.....	110
AP.4 UBICACION DE LA LAGUNA CHILICOCHA.....	111
AP.5 ANALISIS DE LOS SISTEMAS: ELECTRICO E HIDRAULICO.....	112
OPERATIVIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO.....	112
OPERATIVIDAD DEL SISTEMA HIDRÁULICO.....	112
SEÑALES QUE TOMA EL SISTEMA DE CONTROL DEL SISTEMA DE REGULACION DE CAUDAL.....	113
PROCESAMIENTO DE LAS SEÑALES QUE TOMA EL SISTEMA.....	113
ANEXOS.....	115
ANEXO 1..TABLA Y CURVA DE CAUDAL DE VALVULA HOWELL BUNGER DE ALSTOM ENERGIA S.A. DE DN 700mm.....	116
ANEXO 2.. CARACTERISTICAS DEL AVR AVC63-4D.....	117
ANEXO 3.. DIAGRAMA TIPICO DE INTERCONEXION 208/240 VacNOMINAL DEL REGULADOR DE TENSION (AVR).....	118

LISTA DE FIGURAS

Fig.Nº1 LAGUNAS DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO DE ELP.....	18
Fig.Nº2 MICRO PLC'S EASY (MOELLER ELECTRIC).....	25
Fig.Nº3 ESQUEMA LADDER DE DOS MOTORES.....	27
Fig.Nº4 ESQUEMA EN BLOQUE DE FUNCION DEL SISTEMA DE MOTORES	28
Fig.Nº5 DIAGRAMA DEL DISPOSITIVO UTILIZANDO EL PROGRAMA.....	28
Fig.Nº 6 DIAGRAMA CON APERTURA DE TEXTO.....	29
Fig.Nº 7 BLOQUE DE FUNCIONES CON ENTRADA DE FECHA Y HORA.....	29
Fig.Nº 8 SALIDA DEL DISPOSITIVO ESPECIFICANDO FECHA Y HORA	30
Fig.Nº 9 DIAGRAMA DE ENTRADA PARA ILUMINACION DE DISTINTOS PISOS.....	31
Fig.Nº 10 DIAGRAMA DE LA VISUALIZACION DE PARAMETROS A TRAVES DEL OSCILOSCOPIO.....	32
Fig.Nº 11 MICRO PLC'S LOGO- SIEMENS.....	34
Fig.Nº12 LOGICA DE ENTRADA DE UN SISTEMA DE PUERTA AUTOMATICA	35
Fig.Nº13 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PUERTA AUTOMATICA	36
Fig.Nº14 VISUALIZACION DE UN PROCESO CON EL PROGRAMA CIMPLICITY	37
Fig.Nº 15 VISUALIZACION Y CARACTERISTICAS DE UN PROCESO CON EL PROGRAMA CIMPLICITY	38
Fig.Nº 16 NANO 10 PLC DE GE.....	39
Fig.Nº 17 Micro 14 PLCs	39
Fig.Nº 18 Micro 23 PLCs	40
Fig.Nº 19 UNIDADES DE EXPANSIÓN DIRECTA	41
Fig.Nº 20 TIPOS DE HMI DE GE	42
Fig.Nº 21 VISUALIZACION DE PROCESO INDUSTRIAL MEDIANTE QUICK PANEL.....	43
Fig.Nº 22 RELE ZELIO DE SCHNEIDER ELECTRIC.....	44
Fig. Nº23 a) y b) MICROPLC'S ZELIO DE SCHNEIDER ELECTRIC.....	46
Fig.Nº 24 DIAGRAMA LÓGICO DE CONTROL DE INVERNADERO	47
Fig.Nº 25 DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA ELECTRICA.....	48
Fig.Nº 26 VISUALIZACION DEL ZELIO	48
Fig.Nº 27a) HMI (INTERFAZ HOMBRE - MAQUINA) b) MFD TITAN – MOELLER ELECTRIC.....	50
Fig.Nº 28 VISUALIZACION DE MASCARA DE UN PEQUEÑO PROCESO.....	51
Fig.Nº 29 VISUALIZACION DEL PROCESO DE ELABORACION DE MASCARA DE UN PROCESO	51
Fig.Nº 30 VISUALIZACION .DE POSIBLES EVENTOS EN UNA INDUSTRIA.....	52
Fig.Nº 31 DIAGRAMA LADDER.....	53

Fig.Nº 32 MASCARAS DE 3 EVENTOS EN UNA INDUSTRIA.....53

Fig.Nº 33 VISUALIZACION DE INTERCONEXION VIA NET EASY 800 MFD TITAN.....54

Fig.Nº 34 DIAGRAMA LADDER DEL DISPOSITIVO NET-ID1.....54

Fig.Nº 35 DIAGRAMA LADDER DEL DISPOSITIVO NET-ID255

Fig.Nº 36 DISPOSICION DE PRINCIPIO59

Fig.Nº 37 DIBUJO ACOTADO (TRANSDUCTOR DE DESPLAZAMIENTO BTL5....P-S32
CON SENSOR DE POSICIÓN LIBRE BT5-P-3800-2).....59

Fig.Nº 38 MEDIDOR ULTRASONICO DE NIVEL SHUTTLE.....60

Fig.Nº 39 SENSOR ULTRASONICO61

Fig.Nº 40 MONTAJE DEL SENSOR ULTRASONICO62

Fig.Nº 41 SENSOR DE LOS RPM63

Fig.Nº 42 MEDIDOR MULTIFUNCION ION 620068

Fig.Nº 43 VISTA FRONTAL69

Fig.Nº 44 VISTA TRASERA.....69

Fig.Nº 45 REGULADOR DE TENSIÓN AVC63-4D73

Fig.Nº 46 REGULADOR DE TENSIÓN AVC63-4.....73

Fig.Nº 47 LOCALIZACIÓN DEL POTENCIÓMETRO DE CONTROL AVC63-4.....74

Fig.Nº 48 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL FUNCIONAL DE 2 OPCIONES PARA
LA APERTURA DE VALVULA CONICA78

Fig.Nº 49 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL TECNOLÓGICO DE 2 OPCIONES
PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA79

Fig.Nº 50 DIAGRAMA ELECTRICO DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA
CONICA83

Fig.Nº 51 DIAGRAMA LADDER DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA
CONICA84

Fig.Nº 52 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL FUNCIONAL PARA 2 SITUACIONES DE
APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA86

Fig.Nº 53 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL TECNOLÓGICO PARA 2 SITUACIONES DE
APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA87

Fig.Nº 54 DIAGRAMA ELECTRICO PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE
VALVULA CONICA91

Fig.Nº 55 DIAGRAMA LADDER PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE
VALVULA CONICA.....93

Fig.Nº 56 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE
VALVULA CONICA94

Fig.Nº 57 DIAGRAMA ELECTRICO PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE
OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE
VALVULA CONICA.....96

Fig.N° 58 DIAGRAMA LADDER PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA.....98

Fig.N° 59 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA.....101

Fig.N° 60 MASCARAS PARA PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA.....102

RESUMEN

El objetivo de este Proyecto, es didáctico, con la utilización de los PLC 's (Controladores Lógicos Programables), se trata de mostrar y apreciar las, ventajas técnicas-económicas en la automatización de las pequeñas centrales llamadas micro centrales, sus sistemas y utilización en la industria electromecánica.

El presente trabajo permite de manera didáctica visualizar y simular los procesos de control de un determinado sistema como el de la Laguna Chilicocha que forma parte del Sistema Hidrometeorológico de Electroperú para el abastecimiento de las Centrales Santiago Antunez de Mayolo (SAM) y Restitución(RON) en época de estiaje.

Desde el punto de vista del desarrollo profesional es un Sistema de Control muy interesante en el que se puede observar como hoy en día podemos ver los diferentes procesos de un sistema, así también explicar de forma general el Monitoreo Real de este, ya sea local y remotamente por una red de comunicación vía GPS (Global Positioning System).El Control Local en el mismo lugar, así también el Control remoto desde la Presa Tablachaca.

La forma de visualización y simulación de los Procesos están en el desarrollo del tema de investigación ya sea por visualizaciones a través de programas de PLC's comerciales y conocidos en el mercado como Micro PLC's de las marcas MOELLER ELECTRIC, SCHNEIDER, SIEMENS, GENERAL ELECTRIC así como programas mediante los cuales se puede visualizar dichos procesos.

Se puede comprobar que gracias al empleo de los PLC's (Controladores Lógicos Programables) se pueden monitorear procesos de Control y extraer o captar señales tales como Caudal, Nivel de descarga, etc.

I. INTRODUCCION

1. LA PROBLEMÁTICA DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

La erradicación de la pobreza extrema en la proximidad de las grandes obras de infraestructura eléctrica, industrial, minera, pesquera, agrícola, etc. ha sido siempre una preocupación constante para el Gobierno.

Según las estadísticas publicadas en el Plan Maestro 2005 indican el déficit en materia de electrificación en el Perú es del 30 %.

El país no tiene recursos económico-financieros para la realización de los proyectos de electrificación rural extendiendo las redes existentes y menos para realizar los proyectos de interconexión.

Estos proyectos no interesan a las empresas privadas puesto que no tienen rentabilidad económica a corto plazo.

En los centros aislados y en otras zonas del país numerosas pequeñas y medianas empresas, sean estas mineras, industriales, pesqueras, agrícolas, etc., operan con grupos generadores electrógenos a costos de a 0.40, 0.50 US\$ / (siendo el costo del combustible: 2 \$US/galón de Diesel #2 y 1 \$US/galón de Residual # 6)

El uso de las Micro Centrales Hidroeléctricas (M. C. H.) en el Perú y su repotenciación tienen como finalidad inicial la de contribuir con la Electrificación Rural para comunidades aisladas y asimismo reducir los costos de operación de las pequeñas y medianas empresas, sean estas mineras, agrícolas, etc.

Debido a la pobreza extrema de países como el nuestro, Entidades Internacionales de Desarrollo han mostrado su preocupación para apoyar al Perú, en la electrificación de las zonas deprimidas como el BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y JICA (Japan Internacional Cooperation) con la Guía de Elaboración de Proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas destinadas a la Electrificación Rural del Perú, etc., y es así que ELECTROPERU y El Ministerio de Energía y Minas crearon el Programa de Electrificación Rural y es en esta forma tradicional como se

ha venido resolviendo, con cierta lentitud, los problemas que conlleva la Electrificación Rural.

El Proyecto pretende la modernización y repotenciación de los pequeños sistemas que comprenden las micro centrales sean estas hidráulicas o térmicas, así también en las nuevas que se instalen se automatizarán a los fines de reducir los costos de operación al mínimo y así se hará posible la electrificación de estas zonas deprimidas, proponiéndose la utilización de los PLC's, donde sea posible.

El Proyecto que se presenta considera como Plan Piloto la simulación y visualización de algunos procesos o sea la modernización de la pequeña central hidroeléctrica utilizando los PLC's para alcanzar su mejor prestación y eficiencia. Lo que da costos mínimos de operación por estar automatizados y/o repotenciados.

Con los conceptos mencionados se pretende incrementar significativamente la Electrificación en las comunidades aisladas, sea modernizándolas o repotenciándolas basándose en la reducción de los costos en la operación de los pequeños sistemas o cargas aisladas de las Micro centrales y su integración a los mayores sistemas de las localidades y/o medianas empresas sean estas mineras, pesqueras, agrícolas etc.

La modernización y repotenciación de las micro centrales permiten la transferencia de tecnología para la utilización de los recursos naturales renovables que en lo posible disminuyan la contaminación ambiental, o sea las emisiones de CO y CO₂ tan nocivas para el ser humano que son lanzadas a la atmósfera por los grupos electrógenos y las centrales térmicas lo que conlleva también al calentamiento del globo terráqueo. O sea que también estaríamos contribuyendo a evitar esta problemática de nuestra actualidad, mejorando la eficiencia de los grupos electrógenos y centrales térmicas.

Hoy en día las Entidades de Desarrollo participan en incentivar la disminución de la emisión de los gases que calientan el globo terráqueo y

se dan incentivos de préstamos atados a estas soluciones para futuras inversiones como en Canadá, propiciados por el Gobierno de Québec a raíz del Protocolo de Kyoto del 2002.

El Tipo de turbina ideal para Pequeñas Centrales Hidráulicas es la Turbina Tipo Cross Flow descubierta a principios del siglo XX por el Sr. Michell Banki, también es llamada Turbina Michell Banki, en algunos casos se utiliza la Turbina Francis, dependiendo de las capacidades y altura disponible en los recursos hidráulicos.

Con el fin de modernizar y controlar mejor las Micro Centrales Hidroeléctricas, hoy en día la industria tiene la tendencia a la Automatización de los Sistemas de Control para poder controlar local y remotamente la M.C.H. y ahorrar costos de supervisión y control.

El uso de los PLC's (Controladores Lógicos Programables) se hacen imprescindibles en estos procesos. Por medio de los PLC's se puede observar los diferentes eventos de operación de la Micro central, lugar y hora exacta, parámetros como Caudal (Q), Volumen, Nivel de descarga, Nivel de la laguna, % de apertura de válvula, etc.

Con la Programación y Visualización de los PLC's en las M.C.H. se lleva a cabo el proceso de Automatización que se desea implementar y es aplicable tanto en una Central Eléctrica Generadora así como una industria con procesos a automatizar.

También hay casos especiales de las M.C.H. que pueden funcionar cumpliendo un proceso de regulación dentro de la Regulación de Caudal de una Laguna como es el caso de la Laguna Chilicocha de ELECTROPERU S.A. que presentamos.

2..OBJETIVOS DEL TRABAJO

- Visualizar y simular procesos de Control del Sistema de Regulación de la M. C. H. Chilicocha.
- Complementar el Sistema de Automatización de la M.C.H. Chilicocha con el uso de Micro PLC's y programas de simulación de diferentes Sistemas de Control hidráulico-mecánico-eléctricos.

3..ASPECTOS HIPOTETICOS

Se planteó la siguiente hipótesis para la ejecución del trabajo:

La posibilidad de solución se encuentra en el desarrollo e implementación de simulaciones y la programación del Sistema de Control del Sistema de Regulación de la Micro Central Hidroeléctrica Chilicocha mediante el empleo de Programas de PLC's (Controladores Lógicos Programables), que para este caso usaremos equipos e información que disponemos; Moeller Electric, A.B.B., Schneider, etc. de Canadá .

4..ALCANCE E IMPORTANCIA

El presente trabajo de investigación tendrá carácter didáctico con la finalidad de ser herramienta de uso para los alumnos de INGENIERIA ELECTRICA de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.

La importancia del trabajo está en poder servir a los alumnos en su continua formación y actualización en cursos tales como: Control de Procesos y Electrónica Aplicada, Diseño y Proyectos de Automatización.

4.1 UBICACIÓN

El Suministro del Sistema de Regulación Subcuenca Alta Rio Moya esta ubicado entre las cotas 4250 y 4150 msnm, en las nacientes del río Moya afluente de la margen derecha del río Mantaro. Políticamente pertenece al Distrito de Acobambilla, Provincia de Moya ,Departamento de Huancavelica.

El poblado más cercano a las obras es Puituco, que se halla a 3 Km de la toma del río Callancocha y a 11.1Km de la Laguna Chilicocha. El poblado

de Puituco se encuentra a su vez a 43.2 Km de Puente Mellizo. La relación comercial más importante es con la ciudad de Huancayo a 110 Km de Puente Mellizo, 100 Km de los cuales es carretera afirmada y 10 Km, desde Huayucachi, asfaltados.

4.2 RED HIDROMETEOROLÓGICA Y DE CONTROL DE LAS LAGUNAS DE ELECTROPERU

Está conformado por las estaciones hidrometeorológicas y todas las Lagunas que sirven para los procesos de regulación de Caudal de descarga. El objetivo final del Control de las Lagunas es obtener un nivel de agua óptimo en la presa de Tablachaca, para alimentar a las Centrales Santiago Antunez de Mayolo (SAM) y Restitución (RON) en épocas de estiaje.

Las 15 Lagunas a controlar son: las Lagunas de la Cuenca del Río Quillón (Yuracocha, Huichicocha, Balsacocha y Ñahuincocha), las Lagunas de la Cuenca del Río Cochas (Huaylacancho, Carhuacocha, Azulcocha, Tembladera), lagunas de la Cuenca del Río Piñascochas (Vichecocha, Yuracocha y Ñahuincocha), la Laguna Chilicocha y las 3 lagunas de la Cuenca Alta del río Mantaro.

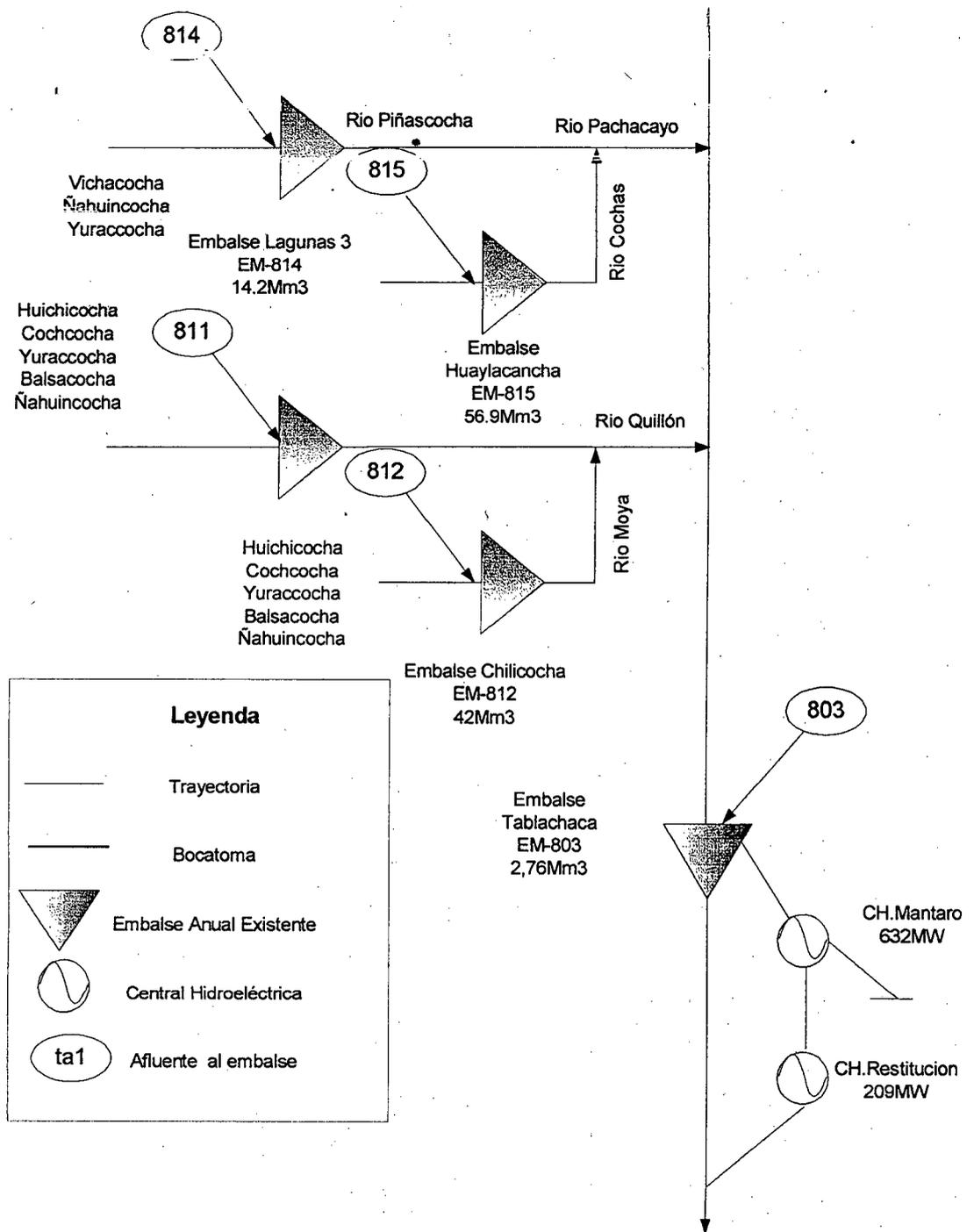


Fig.Nº1 LAGUNAS DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO DE ELP

II.MARCO TEORICO

1. CONTROL

Los siguientes son los Sistemas de Control empleados en la Laguna Chilicocha:

- 1.1. **CONTROL HIDRAULICO – MECÁNICO:** compuesto por la Regulación de Caudal de Descarga de la Laguna Chilicocha .
- 1.2. **CONTROL ELECTRICO:** referido a la Operación de la Microcentral Hidroeléctrica.
- 1.3. **CONTROL ELECTRÓNICO:**el monitoreo del Sistema de Operación tanto local como remoto.
- 1.4. **VISUALIZADOR O DISPLAY:** es un dispositivo electrónico por el cual se puede ver un proceso de un sistema , llevarlo paso a paso para fines de simulación se va a emplear el MFD TITAN de MOELLER ELECTRIC. Consta de las siguientes partes: Interface del Operador , CPU y Entradas - Salidas todo equivale al Control HMI (Interface Hombre Máquina).

En casos puntuales como los de las Centrales Hidroeléctricas por medio de los dispositivos Display,el operario puede apreciar facilmente los resultados de medidas con gráficos de diversos parámetros del sistema de Energía como son: La Presión de las Bombas Centrífugas, Temperatura de Transformadores ,Temperatura de Cojinetes,La Presión y Temperatura en el Intercambiador de Calor del Grupo Generador,etc.

2. HIDRAULICA

La regulación del Caudal de Descarga de la Laguna Chilicocha es local y remoto , está comprendido el accionamiento de las 2 válvulas instaladas en la tubería de descarga,independiente a la Microcentral.

- 2.1..**VALVULA 1 (MARIPOSA) :** Se cerrará en casos de emergencia o mantenimiento, mediante un actuador hidráulico de simple efecto.
- 2.2..**VALVULA 2 (CONICA) :** Trabaja la regulación de caudal ,mediante 2 actuadores se realiza mediante electroválvulas sobre las que actúan mandos de control. Las electroválvulas son montadas en la Unidad

Hidráulica de Poder que tiene 2 motores de Corriente Alterna alimentado por la Microcentral y otro de emergencia por el Sistema de Corriente Continua desde los paneles solares.

El encendido y apagado del motor de la bomba de la Unidad Hidráulica de Poder, se realiza en forma sincronizada de cualquiera de las electroválvulas y tiene seguridad ante los siguientes eventos, entra a trabajar la bomba hidráulica de emergencia con motor de Corriente Continua.

- Mínima Presión
- Sobrecarga del Motor de corriente alterna
- Falla Eléctrica

3. AUTOMATIZACION

3.1 SENSORES: son transmisores de señales, dispositivos electrónicos que captan un tipo de señal mediante medidas digitales a través del tiempo. Ej.: Sensores de Presión, de Temperatura, Nivel, etc. En el caso de la Laguna Chilicocha que presentamos, los más importantes en el proceso de la Regulación de Caudal son: Sensor de Nivel, Posición y Encoder de los RPM.

3.2 SISTEMA SCADA: El Software SCADA permite recolectar, visualizar, controlar, analizar y mejorar la información de producción de Planta, ya sea con representaciones gráficas y dinámicas o formatos de reporte. El acceso de información del proceso productivo se realiza en tiempo real.

Los campos de Aplicación:

Tratamiento de Agua

Químicas, Petróleo y Gas

Alimentos y Bebidas

Industria Farmacéutica

Automotriz

Textilería

Minería
Plásticos
Energía
Manufactura en general

*En el caso del Complejo de Generación Eléctrica Mantaro (Centrales: Antunez de Mayolo y Restitución) se tiene un Sistema SCADA modela una red de control y supervisa un sistema complejo de redes por medio de un Modulo CENTRALOG o computador general que a través de sistemas de PLC's enlazados en red (1 MASTER (MAESTRO) y SLAVES (ESCLAVOS) según lo requiera el sistema de red que se desea utilizar) esta información llega al sistema por velocidad satelital, medio GPS, esta suficiente para tener en cuenta los parámetros mínimos de diferentes partes del sistema, tales como: eléctricos, mecánicos e hidráulicos.

3.3 GRAFCET: es un método gráfico de modelado de sistemas de control secuenciales .Describe la evolución de un proceso que se pretende controlar ,indicando las acciones que hay que realizar sobre dicho proceso y que informaciones provocan realizar una u otra acción.

4. PLC's : El Controlador Lógico Programable es un equipo electrónico inteligente diseñado a base de microprocesadores ,consta de unidades o módulos que cumplen funciones tales como la unidad de procesamiento que se encarga de casi todo el control del sistema ,módulos que permiten recibir información de todos los sensores y comandar todos los actuadores del sistema

Aplicaciones Existentes:

En los Tableros Preexistentes,el PLC elimina la gran cantidad de los componentes,minimizando el cableado;admite posteriores modificaciones mediante cambios realizados a través de una PC.

Disminuye el mantenimiento.

Aplicaciones Nuevas:

La versatilidad de reprogramación permite frecuentes actualizaciones en el programa de funcionamiento de la máquina, así como ampliaciones para controlar futuros dispositivos.

La minimización de partes como los elementos electromecánicos, entre otros disminuyen el mantenimiento y aumentan su vida útil.

A continuación enunciamos algunas de las máquinas, equipos y dispositivos fácilmente automatizables por los PLC's :

- Inyectores de Termoplásticos
- Balanzas Automáticas
- Prensas para Termofijos
- Máquinas para Envasamiento
- Robótica
- Neumática y/o Hidráulica
- Controles de Producción
- Cintas transportadoras
- Controles de Proceso
- Compresores
- Supervisión y Monitoreo
- Hornos
- Sistemas de Adquisición de Datos
- Cámaras frigoríficas
- Controles de Nivel
- Máquinas para la industria farmacéutica

4.1 MICRO PLC'S: son Controladores Lógicos Programables con menor capacidad de control de procesos que un PLC cualquiera.

En el caso de la marca MOELLER ELECTRIC se tiene el dispositivo EASY 800 siendo el más reciente producto en esta línea.

4.1.1 MICRO CONTROLADORES LOGICO- PROGRAMABLES EASY:

“Easy” es un módulo de control electrónico con funciones lógicas, de temporización, conteo y reloj programable. El “easy” reúne las funciones de un aparato de control y de uno de entrada de datos. El “easy” soluciona problemas en los ámbitos doméstico y de construcción de máquinas y aparatos.

El cableado de los esquemas se realiza mediante la técnica de esquemas de contactos directamente en la pantalla del “easy”.

Con la evolución de los dispositivos llegamos al Easy 800 a diferencia de los otros modelos como easy 400 /500 /600 /700, los Easy 800 ofrecen funciones aritméticas adicionales y un acceso integrado a la red de interconexión “NET”.

Mediante la red de interconexión se puede interconectar hasta ocho módulos de control easy 800 en una interconexión de mando.

Gracias a que cada participante NET procesa un esquema de contactos, easy 800 permite llevar a cabo controles rápidos mediante informática distribuida.

La familia de aparatos easy se completa con la familia de equipos MFD-Titan. Un aparato MFD ofrece las mismas funciones de mando que un Easy 800, dispone de las mismas posibilidades de visualizar el proceso controlado mediante un display totalmente gráfico y permite acceder al proceso mediante entrada de valores.

El cableado de los esquemas se realiza mediante la técnica de esquemas de contactos. El esquema se introduce directamente en la pantalla del easy con ayuda de las teclas de función. Si desea realizar el cableado a través de su PC, debe utilizar el programa EASY- SOFT.

Con **EASY 800** y el equipo **MFD TITAN** podrá:

- ❖ Cablear contactos de cierre y de apertura en serie y paralelo
- ❖ Conectar relés de salida y relés auxiliares
- ❖ Definir salidas como bobina, telerruptor, reconocimiento de flanco positivo o negativo o relé con función de autoenclavamiento
- ❖ Seleccionar relés temporizadores con distintas funciones.

Se tienen diversas aplicaciones en la industria tales como:

Iluminación en escaparates de tiendas de vestidos, modas, presentación de prendas de vestir: Se controla los tiempos de la conmutación en la iluminación.

Luminosidad en los Edificios: Permite que los pasillos se enciendan en cada piso del edificio, según se programe.

Control de Secuencia en transportadores a fajas, por ejemplo; transporte a faja para Tres Fajas Transportadoras con la Supervisión del Motor

Control de la temperatura de invernaderos y la tarea del control de su Ventilación:Control de la Iluminación en un Pasillo

Bombas de Aumento de Presión

Indicación de Nivel en una Instalación del Tanque: Para supervisar el nivel del líquido de 3 tanques, cuando se alcanza un nivel máximo esto debe ser indicado.

Acceso de monitoreo para el parqueo de Carros.

Sistema de Iluminación Tiempo – Controlado.

Control de un Sistema de Refrigeración.

Perímetro de anunciantes en un estadio:
Control de una Puerta Deslizante.

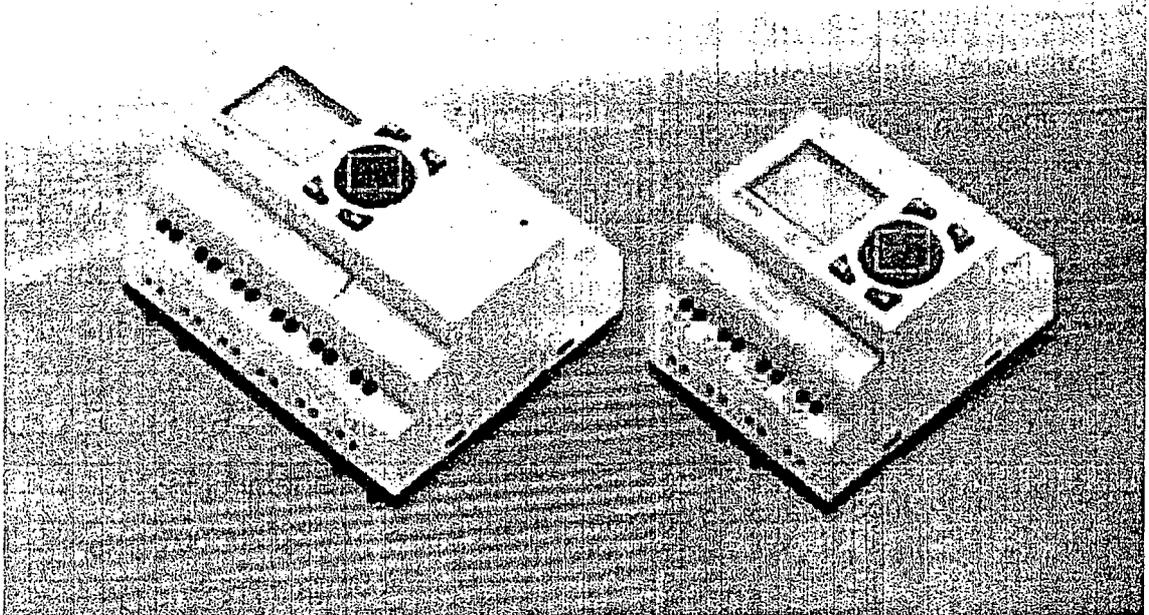


Fig.Nº2 MICRO PLC'S EASY (MOELLER ELECTRIC)

4.1.2 EASY 800: Es la forma más reciente del Controlador Lógico Programable EASY. Entre las nuevas funciones que presenta este producto se puede destacar: 32 bloques de regulación PID (DC), con control individual de las constantes P, I, D, y forzado manual de la salida y bloques de funciones complementarias como filtrado (FT), escalado (LS), limitado (VC) de señales analógicas, 2 bloques para modulación de pulsos (PW) a partir de la señal de salida del regulador PID y otro (ST) para fijar el tiempo de scan para el buen funcionamiento del control integral y derivativo. Tanto el software de programación en castellano EASY-SOFT 5.0 o el EASY SOFT (PRO) permiten programar estas nuevas funciones y ahora con el programa EASY SOFT 6.0 PRO.

4.1.3 EASY 500 Y 700 DE MOELLER ELECTRIC: Ahora son más versátiles y más rápidos.

La serie 400, para aplicaciones pequeñas, ha evolucionado hasta convertirse en la serie easy500, con un mayor rendimiento, mientras que la serie 600, destinada a tareas de control de ciclos de trabajo medios, ha dado paso a la serie easy700 con mayor potencial.

Con memorias de programa de control hasta tres veces mayores, el margen de aplicación de los módulos de control easy "pequeños" y "medianos" es ahora mucho más amplio. Los nuevos modelos easy ofrecen más módulos de función, 16 para ser exactos, entre los que destacan los relés temporizadores, contadores o comparadores analógicos.

Las dos nuevas series proporcionan un proceso cuatro veces más rápidos. Para registrar intervalos de la máquina o de sistemas operativos, así como intervalos de servicio o del tiempo de parada, easy500 y easy700 disponen ahora de un máximo de cuatro contadores de tiempo de servicio integrados.

Incluso luego de la descarga de un nuevo programa, sus contenidos permanecen en la memoria y sólo pueden borrarse si se reinicia de forma voluntaria.

Las unidades de alimentación easy500 y easy700 así como las entradas digitales están disponibles desde 100 a 240 V de corriente alterna ó 24 V de corriente continua; esta última tanto en salidas de relé como de transistores.

Los nuevos módulos de control también cubren dos márgenes de tensión adicionales: todos los modelos easy500 y easy700 están disponibles en 24 V AC y 12 V DC.

La salida de señales se efectúa a través de relés con una intensidad de conexión de hasta 10 A cada uno. La nueva generación easy es totalmente compatible con la anterior: todos los esquemas de contactos que actualmente funcionan en las series 400 y 600 pueden transferirse y emplearse con las nuevas unidades easy500 y easy700 sin necesidad de realizar ninguna modificación.

EJEMPLOS APLICATIVOS:

1) APLICACIÓN DE 2 MOTORES

En este diagrama se puede observar la interacción de 2 motores (motor1 y motor 2) ,1 luego del otro teniendo como parámetro entre los 2 ,1 Temporizador T1 de 5s.

Describe lo sgte.

1. Luego que el operador presiona "START" y activarse arranca el Motor 1.
 2. La Salida Q01 es usada como entrada para empezar Tiempo 1 (Timer a 5s)
 3. Cuando el tiempo 1 (Timer) se activa, este activa Q02 y arranca el Motor 2.
2. Ambos motores se operan hasta que el operador presione STOP.

1.1) DIAGRAMA LADDER

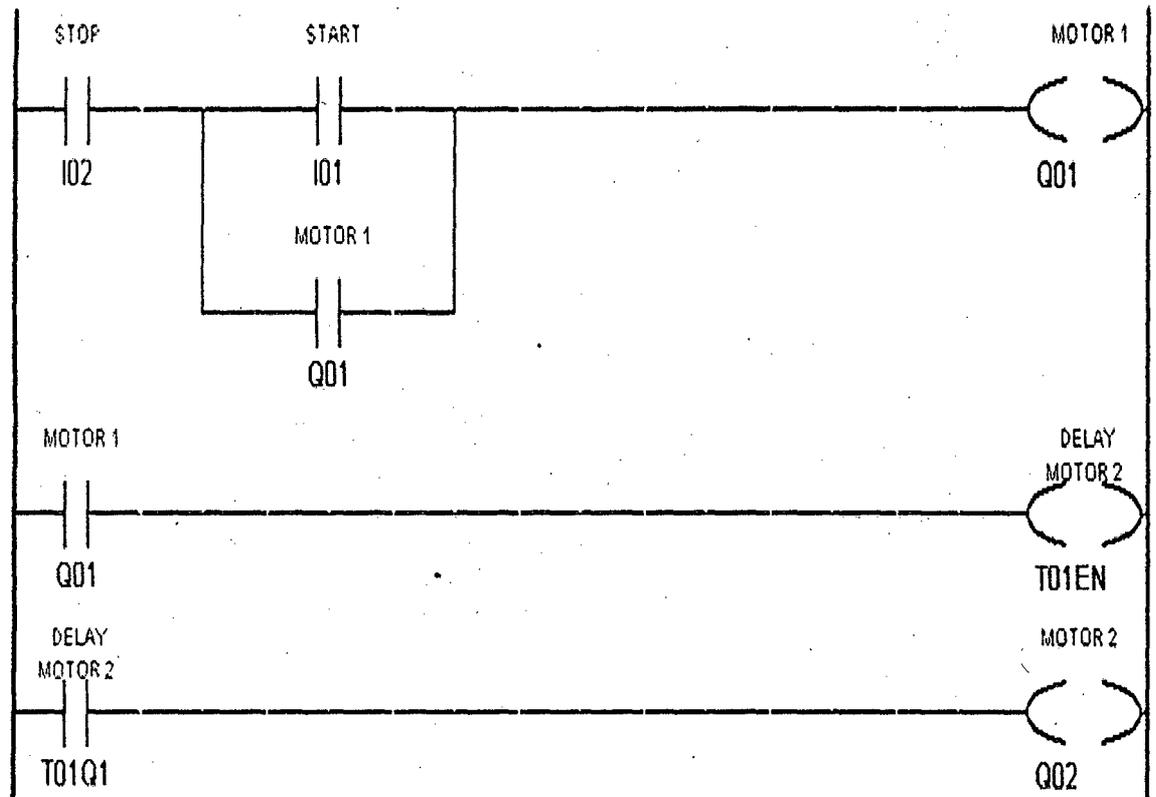


Fig.Nº 3 ESQUEMA LADDER DE DOS MOTORES

1.2) DIAGRAMA DE BLOQUES O FUNCTION BLOCKS

DELAY ..

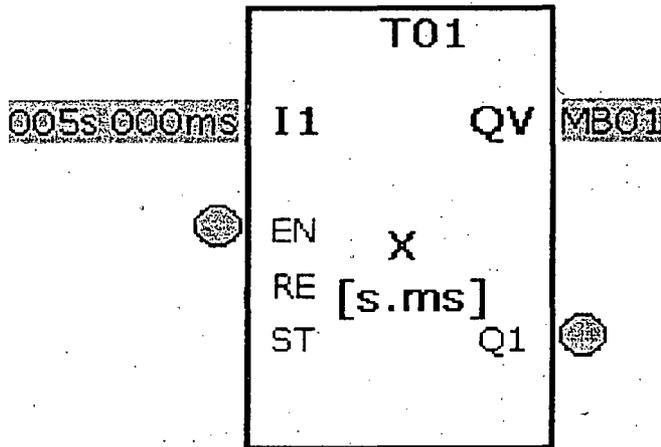
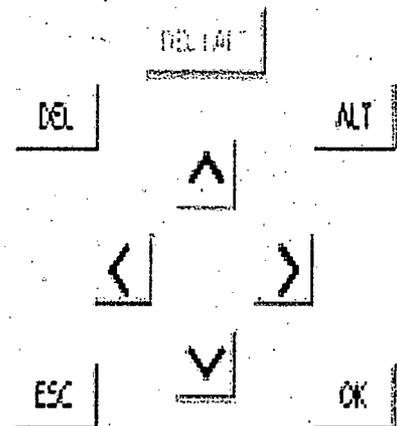
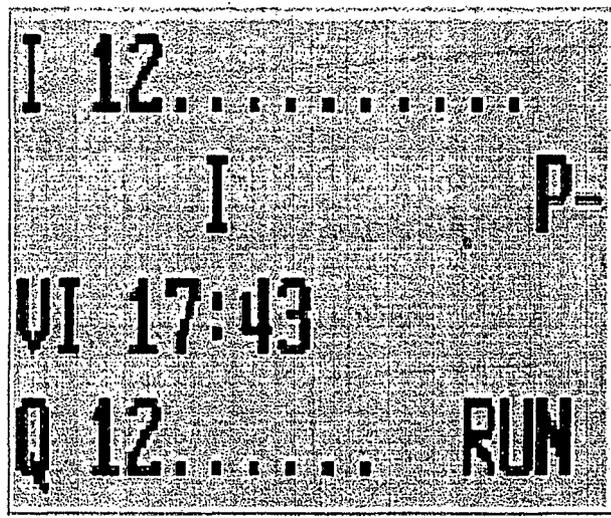


Fig.Nº4 ESQUEMA EN BLOQUE DE FUNCION DEL SISTEMA DE MOTORES

1.3) VISUALIZACION DEL DISPLAY EASY



Teclas para el dispositivo

Fig.Nº.5 DIAGRAMA DEL DISPOSITIVO UTILIZANDO EL PROGRAMA

2) PROGRAMA DE VISUALIZACION DE TEXTO

Por medio de la Función Bloque de Datos se puede visualizar datos de entrada cualesquiera. Como en este caso se ve puede apreciar la fecha y hora actual como texto de salida en la ejecución del programa.

Según los siguientes diagramas:

2.1) DIAGRAMA LADDER

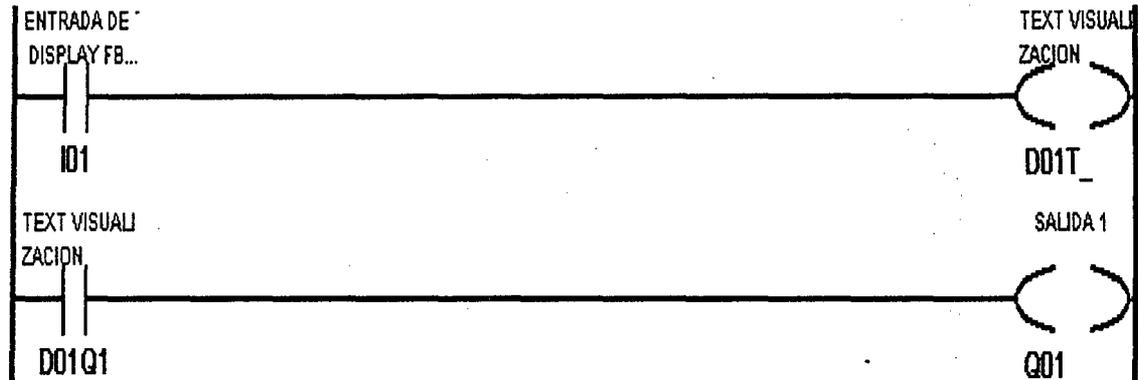


Fig. Nº 6 DIAGRAMA CON APERTURA DE TEXTO

2.2) DIAGRAMA DE BLOQUES

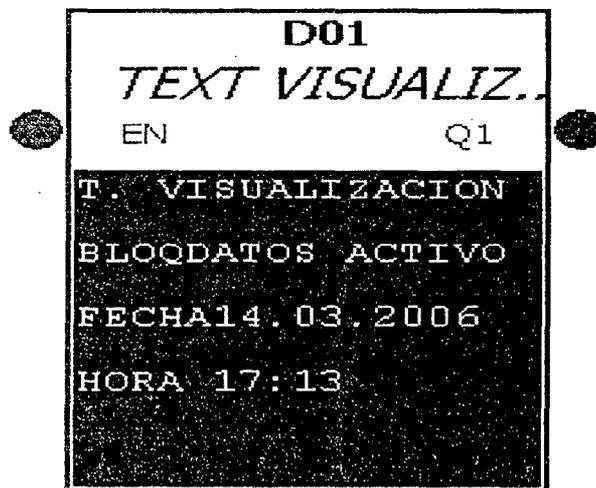


Fig. Nº 7 BLOQUE DE FUNCIONES CON ENTRADA DE FECHA Y HORA

2.3) VISUALIZACION DEL DISPLAY EASY

T. VISUALIZACION
BLOQDATOS ACTIVO
FECHA 14.03.2006
HORA 17:12

Fig.Nº8 SALIDA DEL DISPOSITIVO ESPECIFICANDO FECHA Y HORA

3) PROGRAMA PARA ILUMINACION DEL PASADIZO DESDE DISTINTOS PISOS

Los pulsadores S1, S2 y S3 son simulados por EASY MOELLER mediante interruptores I1, I2 e I3.

CASOS DE LA SIMULACION:

1. Si S1, S2 y S3 son operados momentáneamente .las luces H1, H2, H3 (simulados por Q1, Q2 y Q3) son activados via la función del relé de impulso. Si dentro de 1 minuto los pulsadores son operados de nuevo por un corto tiempo la luz se apaga y el temporizador deja de actuar.
2. Si S1, S2, S3 no son operados en un segundo tiempo, la luz se apaga automáticamente en 1 minuto.
3. Vía pulsador S4 (I4) la luz puede ser activada la operación continua.

3.1) DIAGRAMA LADDER

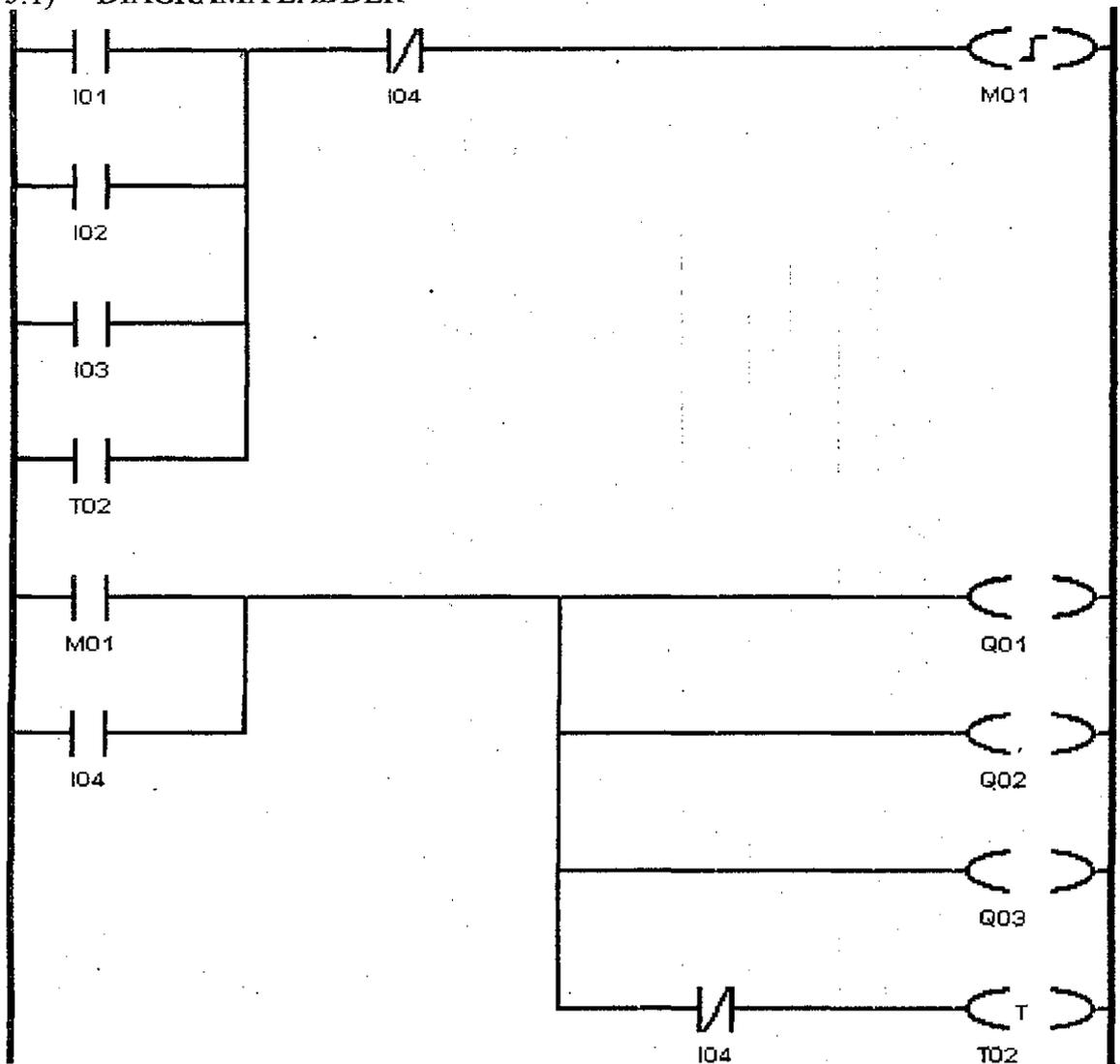
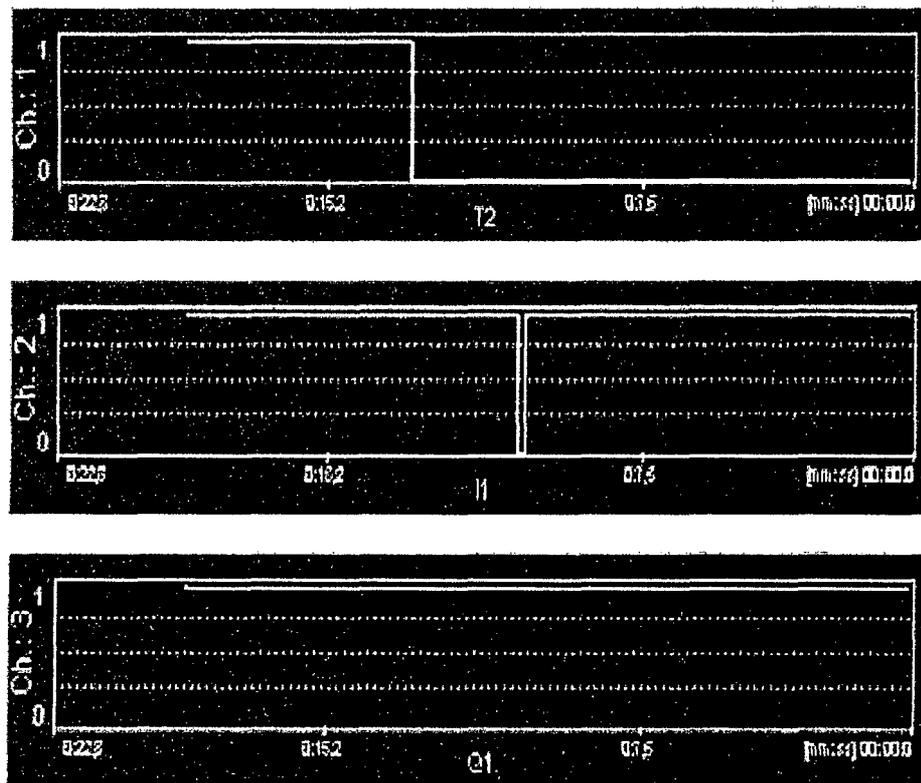


Fig.Nº 09 DIAGRAMA DE ENTRADA PARA ILUMINACION DE DISTINTOS PISOS

OSCILOSCOPIO

Usando la variante del Osciloscopio teniendo la posibilidad de ver la variación de operandos de entrada y de salida en los canales que posee esta opción.



Oscilloscope Settings

Channel Assignment			Channel Selection/Deletion	
Channel	Operand	No.	Cha...	Operand
▼	▼	▼	1	T2
			2	I1
			3	Q1

Recording Interval	Resolution
Every 1 Cycle(s)	0:0,297 mm:ss

Go To
Delete

Fig.N° 10 DIAGRAMA DE LA VISUALIZACION DE PARAMETROS A TRAVES DEL OSCILOSCOPIO

4.1.4 LOGO: es el Microcontrolador Lógico Programable conocido de la Marca SIEMENS, es aplicable en la industria, el sector terciario y residencial .Posee gran funcionalidad que ofrece un alto grado de rentabilidad .La programación del equipo se puede realizar directamente o a través de la PC con la ayuda del software LOGO Soft Confort.

Este Software ofrece un cómodo interface de trabajo en que se puede crear y modificar su programa en el modo Vista General.

Tiene diversas aplicaciones como:

- **Controles de luz - Bandas Luminosas:** Al momento de proyectar instalaciones de iluminación para salas de uso industrial y terciario el tipo y número de luminarias se selecciona en función de la intensidad deseada. Con LOGO se puede realizar el mando de los diferentes grupos de luminarias.
- **Sistemas de vigilancia: Vigilante Inteligente de Puerta:** LOGO se emplea en edificios con seguridad. En pequeñas agencias bancarias se encuentran con frecuencia exclusas de seguridad simples. Estas están compuestas como mínimo de dos puertas que restringen la entrada al banco. Tan pronto como se desactive el bloqueo de una puerta, LOGO! bloquea la otra y autoriza exclusivamente la apertura de "su" puerta. Simultáneamente se señala de forma luminosa el estado "Puerta abierta". En edificios más grandes, todos los LOGO! se interconectan mediante el bus AS-Interface, lo que permite también señalar los estados a la central de seguridad así como controlar las diferentes accesos a través de un panel OP7. En cada caso los módulos lógicos controlan las exclusas de dos o tres puertas. Los LOGO! Intercomunicados autorizan así en un determinado instante sólo la apertura de un portal.
- **Controles de puertas - Mando de un portón industrial:** El acceso a los terrenos de una empresa está muchas veces cerrado por un portón xxxx corredizo. Éste sólo se abre cuando deban entrar o salir vehículos del terreno. El mando del portón corre a cargo del portón.
- **Calefacción, ventilación y aire acondicionado:** mediante un sistema de ventilación se desea aportar aire fresco a una sala al igual que extraer puntualmente aire contaminado. Los dos ventiladores se supervisan mediante sendos monitores de flujo. Por otro lado, en la sala no debe reinar nunca sobre presión. El ventilador de entrada sólo deberá

conectarse cuando el monitor de flujo señalice el funcionamiento seguro del ventilador de salida. Una lámpara de señalización deberá indicar si está averiado algún ventilador.

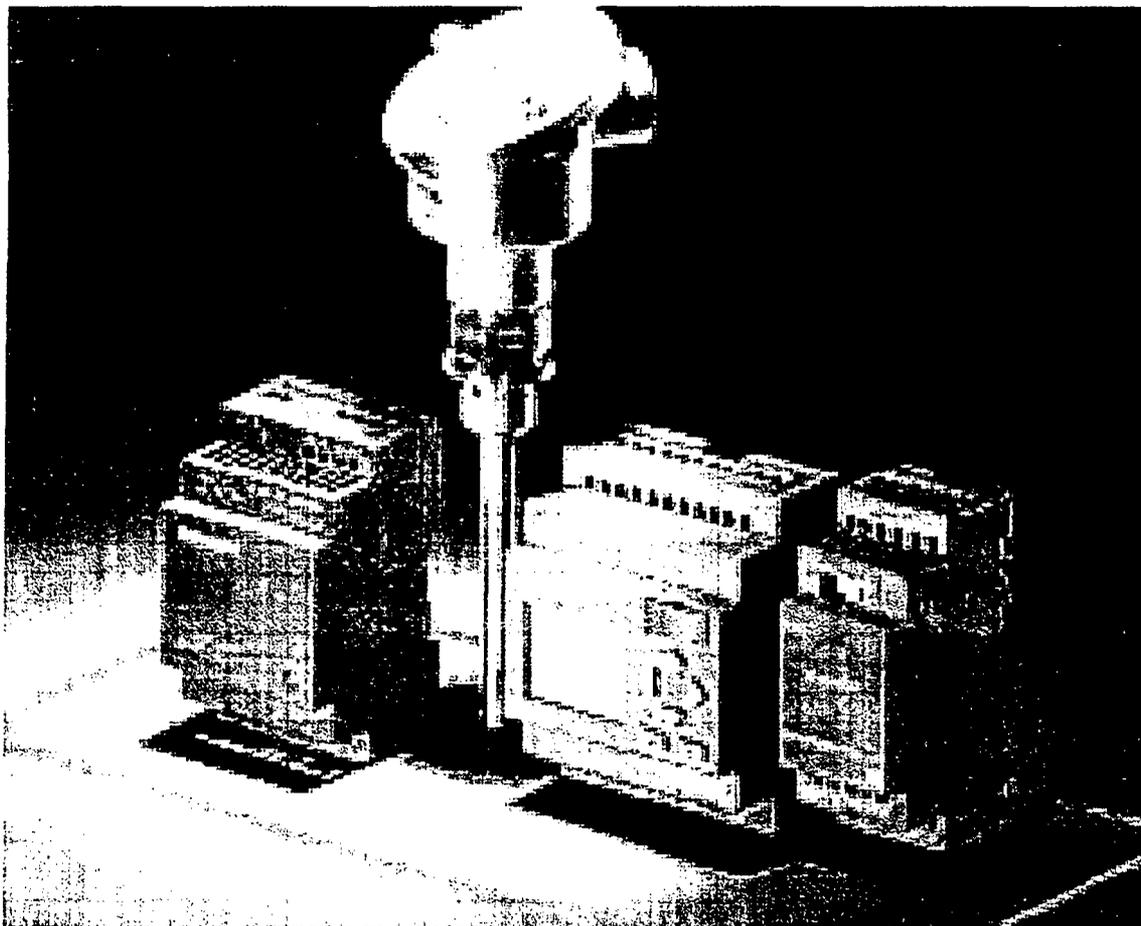


Fig.Nº 11 MICRO PLC'S LOGO- SIEMENS

EJEMPLO APLICATIVO:

1) PROGRAMA DE PUERTA AUTOMATICA

1.1) DIAGRAMA LADDER

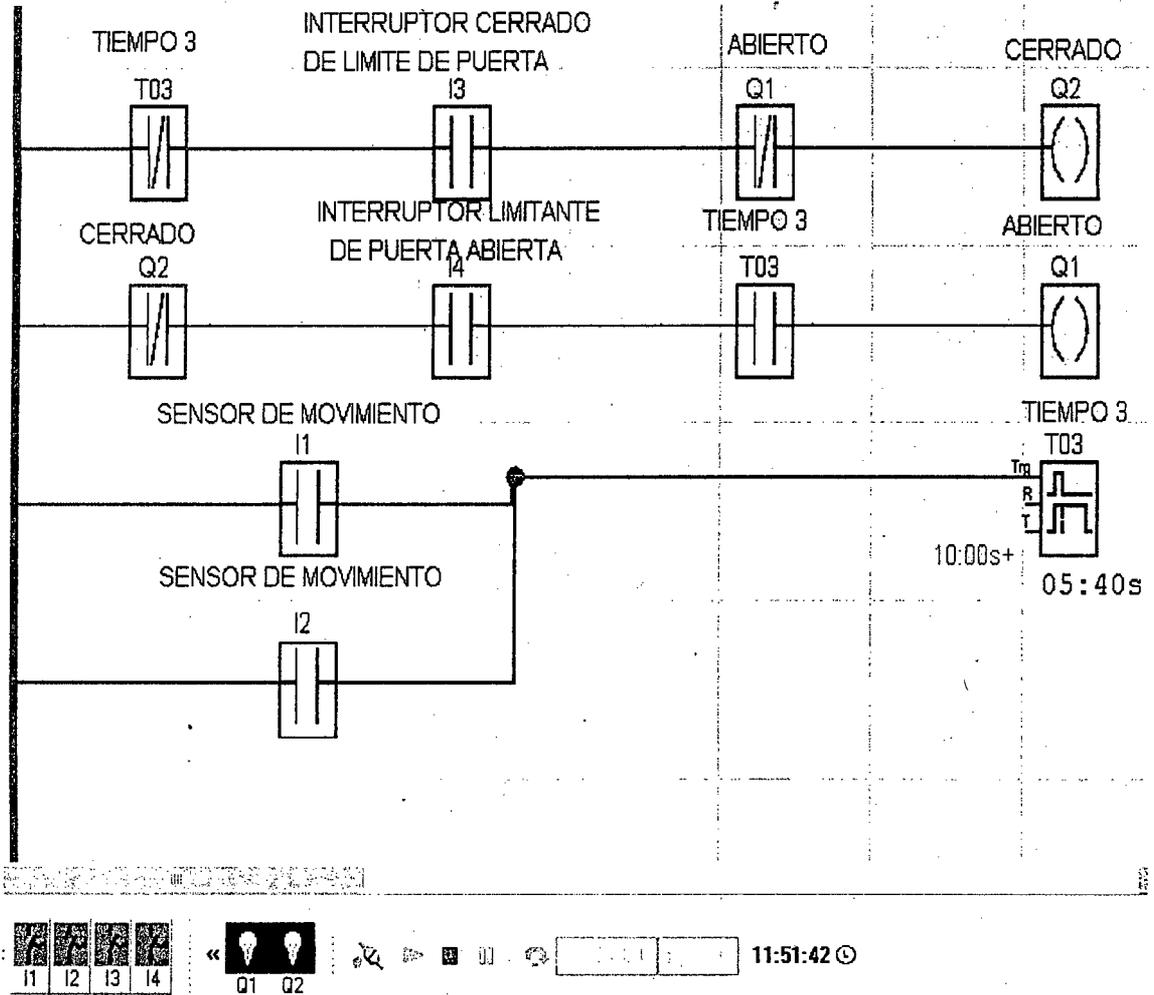


Fig.Nº12 DIAGRAMA LOGICO DE ENTRADA DE UN SISTEMA DE PUERTA AUTOMATICA

1.2) DIAGRAMA FUP O DIAGRAMA DE BLOQUES

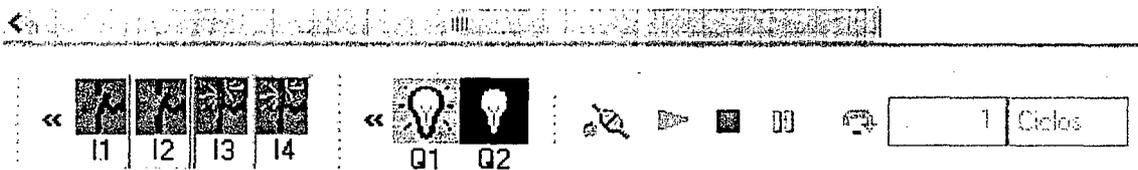
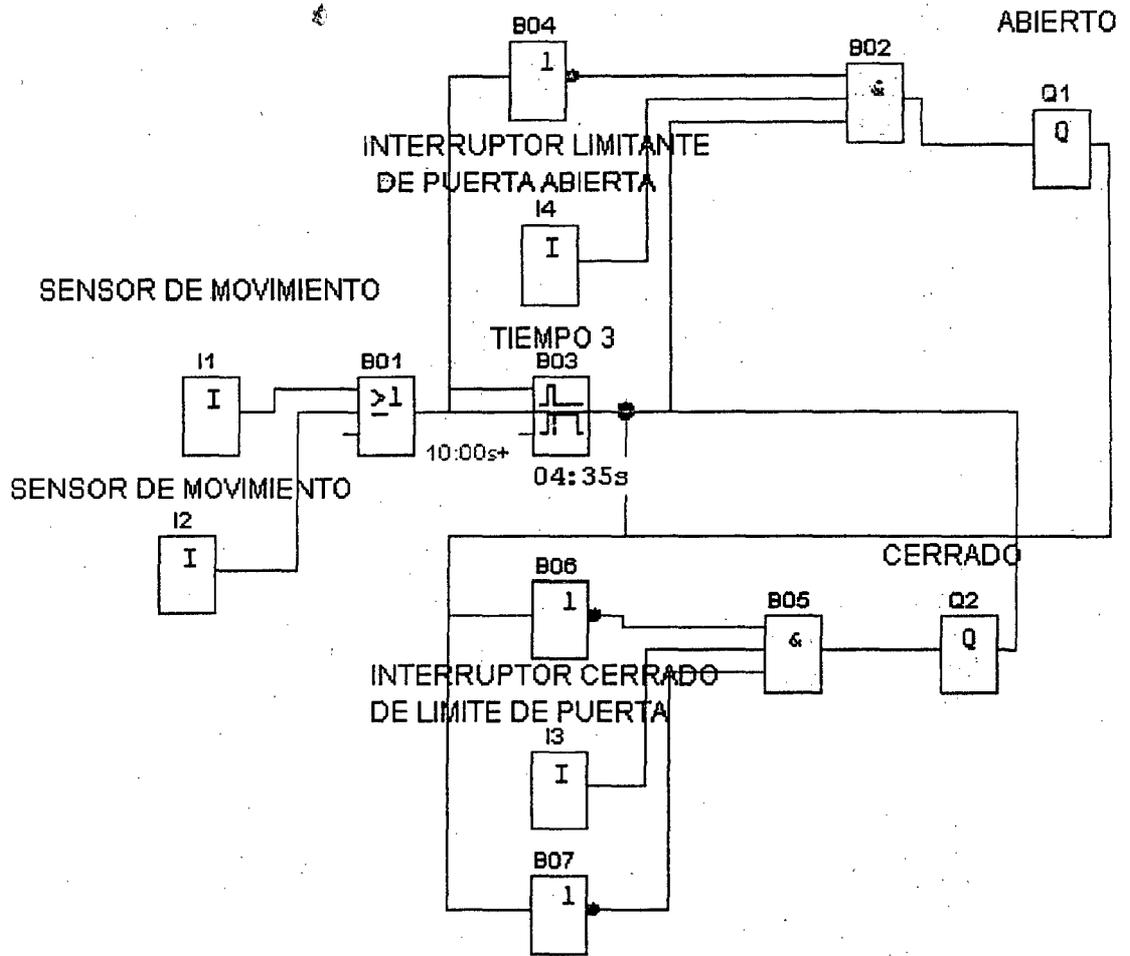


Fig.Nº13 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PUERTA AUTOMATICA

4.1.5 GE FANUC AUTOMATION:

GENERAL ELECTRIC ofrece energía y flexibilidad que le ofrecen la opción para satisfacer sus desafíos en automatización.

GE Fanuc tiene una amplia gama de las soluciones disponibles que le ofrecen una opción para encontrar sus necesidades exactas.

Integra estos productos de automatización flexible con un software potente abasteciendo a la ingeniería universal con todos los controladores y el operador Interface Hombre Máquina (HMI).

VERSIONES DEMO

Se muestra a continuación la versatilidad del Software Cimplicity de GENERAL ELECTRIC.

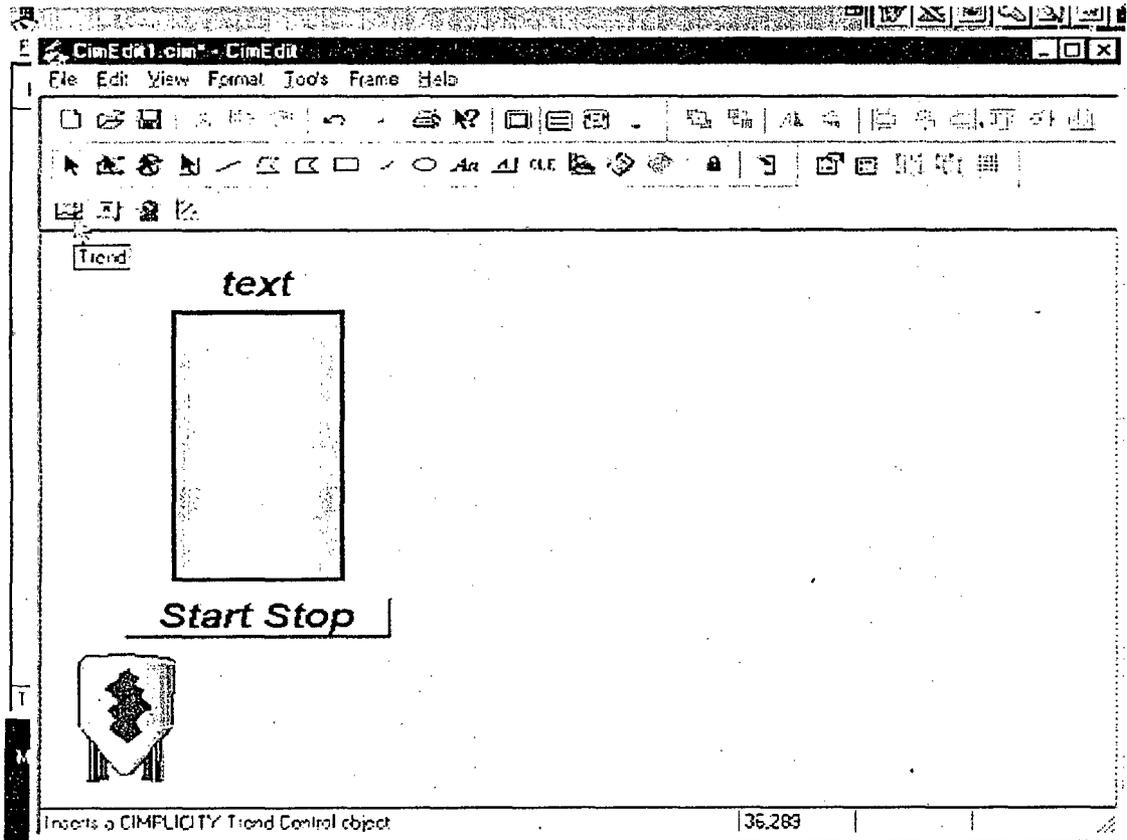


Fig.Nº14 VISUALIZACION DE UN PROCESO CON EL PROGRAMA CIMPLICITY

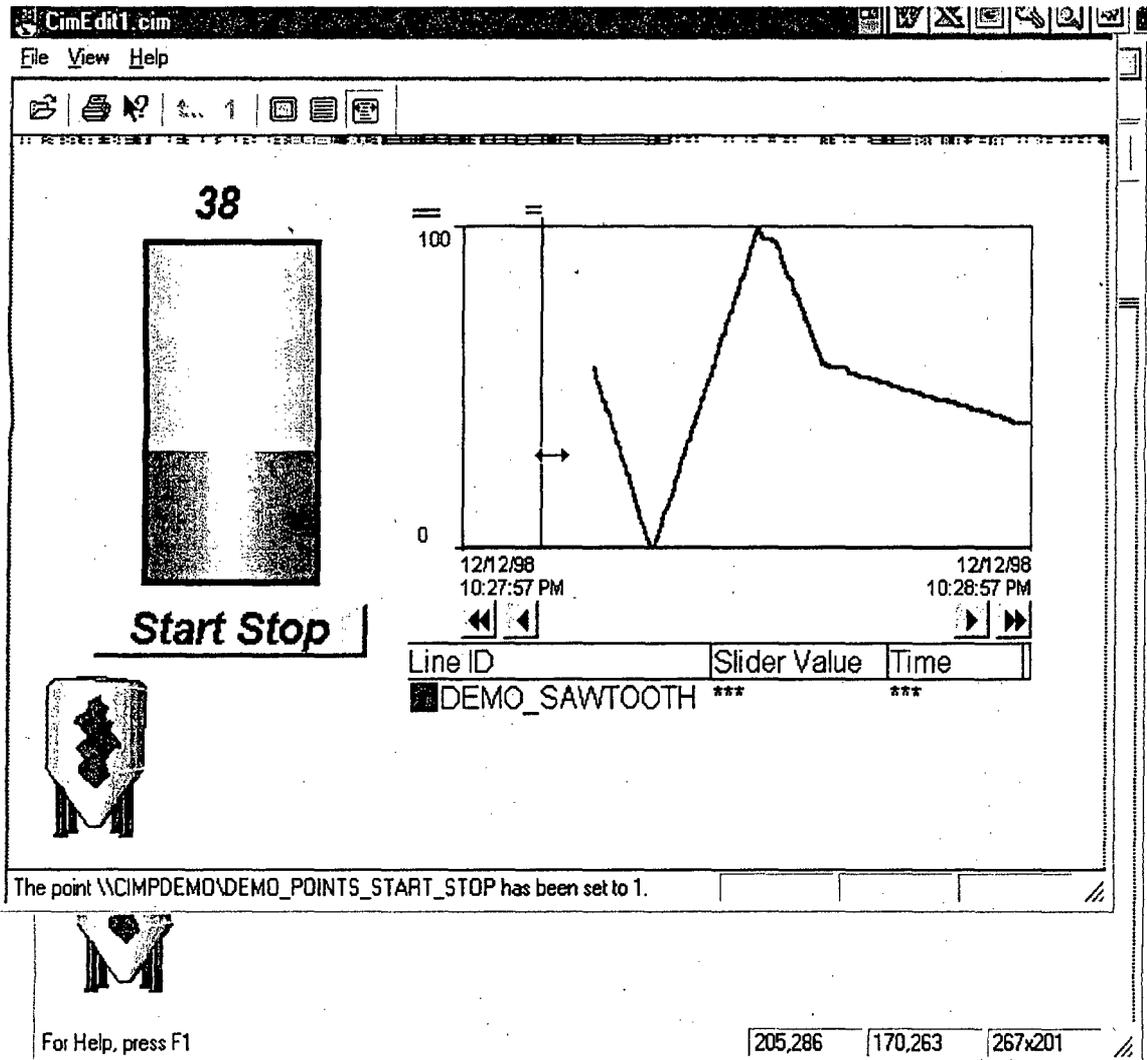


Fig. Nº 15 VISUALIZACION Y CARACTERISTICAS DE UN PROCESO CON EL PROGRAMA CIMPLICITY DE GE

4.1.6 NANO 10 PLCS:

El PLC del tamaño de la mano de VersaMax Nano es altamente compacto, con una construcción que ahorra el espacio del panel. Para instarlo se encaja a presión sobre un riel o montarlo en el panel. El Nano PLC es ideal para los usos en grandes cantidades que requieren el bajo costo, tamaño compacto, y rápidas velocidades del procesador. El Nano disminuye sus costos del ciclo vital, con la instalación fácil y confiabilidad a largo plazo.

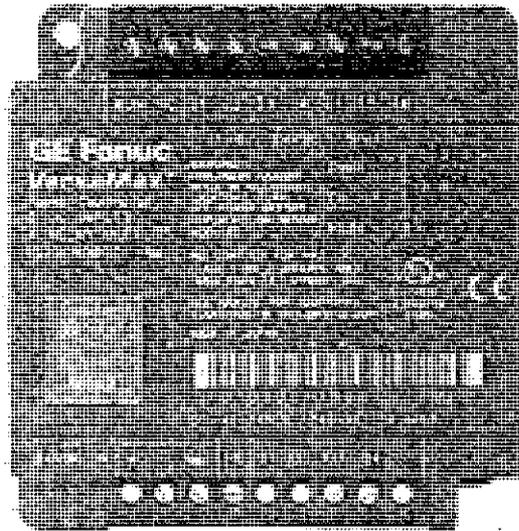


Fig.N° 16 NANO 10 PLC DE GE

4.1.7 MICRO 14 PLCS:

El Micro PLC14 posee hasta 14 Entradas/Salidas (I/O) expandible hasta 126 Entradas / Salidas (I/O) para la velocidad en las duraciones de ciclo, sistema de instrucción robusto, y memoria abundante que permite una programación más flexible.

Su diseño modular es robusto para el acceso y el largo plazo de durabilidad. Este PLC le da todo que se necesita controlar una variedad amplia de usos.

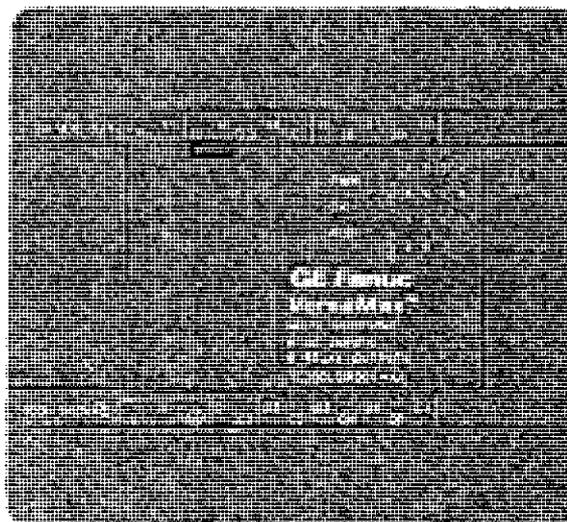


Fig.N° 17 Micro 14 PLCs

4.1.8 MICRO 23 PLCS

El Micro PLC 23 posee las características de 23 Entradas/Salidas (I/O) discretos y dos entradas análogas y uno de los puntos de la salida análoga (extensible a 135 I/O). Los micro 23 ejecutan el ciclo rápido, sistema de instrucción robusto, y memoria abundante para permitir una programación más flexible. Tiene un diseño modular robusto para el fácil acceso y la durabilidad a largo plazo.

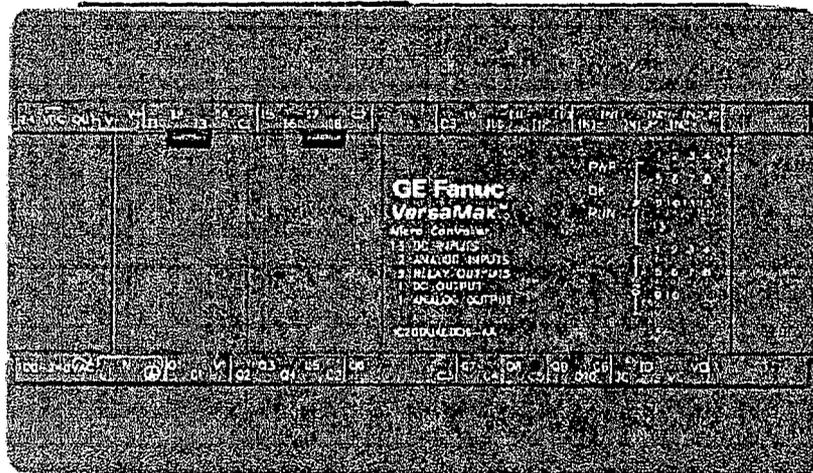


Fig.Nº 18 Micro 23 PLCs

4.1.9 UNIDADES DE EXPANSIÓN DISCRETA

El diseño modular del Micro VersaMax provee de diseño con notable flexibilidad en un control compacto. El micro PLC versátil puede apoyar hasta cuatro unidades de la extensión de cualquier manera sea discreta o análoga.

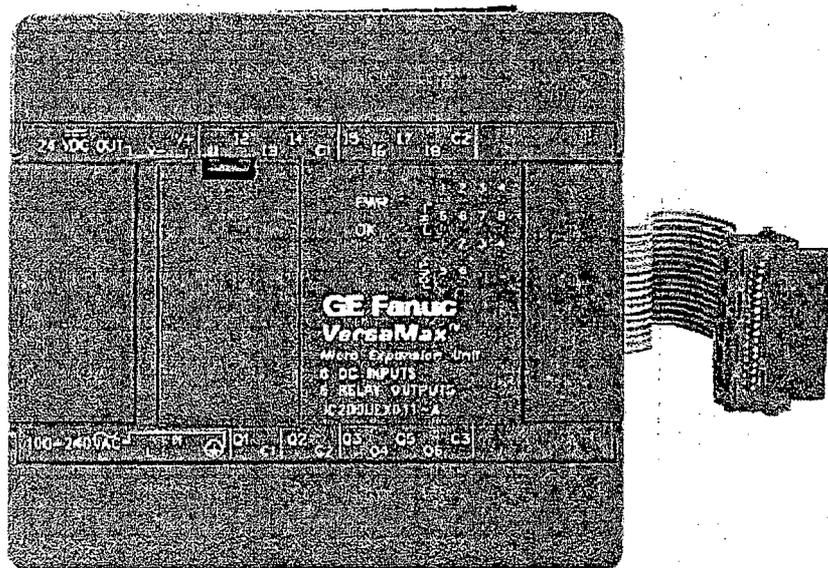
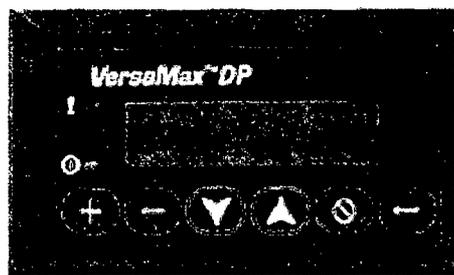


Fig.Nº 19 UNIDADES DE EXPANSIÓN DIRECTA

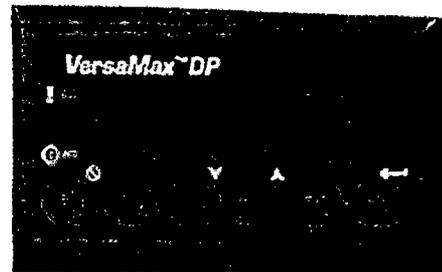
4.1.10 LOS INTERFACE-OPERADORES MEDIANTE EL PANEL DE DATOS O HMI =INTERFACE HOMBRE-MÁQUINA

Los Paneles de datos GE Fanuc VersaMax son ideales para una amplia gama de los usos que se extienden desde acceso simple de temporizador / contador/ registrador a la exhibición de mensaje del texto completo con el teclado numérico.

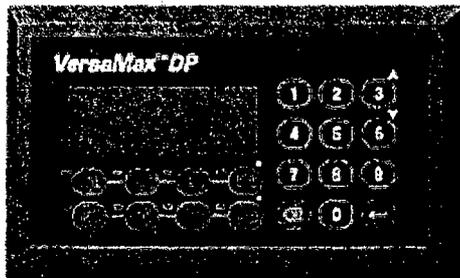
Todos los Paneles de Datos VersaMax se pre-programan para conectar rápidamente con un Micro VersaMax o un Nano PLC sin la configuración del usuario.



IC200DTX200



IC200DTX450



IC200DTX850



IC200DTX650

Fig.N° 20 TIPOS DE HMI DE GE

4.1.11 QUICK PANEL VIEW

A través de Quick Panel, la solución proporciona las herramientas requeridas para necesidades del uso. Las ayudas del software de edición de la máquina reducen tiempo de desarrollo del uso, y la conectividad se hace fácil con la familia de la serie GE, Ethernet y las Interfaces de Fieldbus.

Las características incluyen:

- Los tamaños a partir de 6 " a 15 "
- Opción de monocromo color STN o visualizador de Color TFT
- Sistema operativo Microsoft Windows
- Sistema expandible y tarjetas Fieldbus

- Funciones desde la colección de datos y tendiendo a la seguridad del sistema a la alarma
- Comunicación serie Ethernet, y expansión de tarjetas de comunicación
- Ayuda del Multi-lenguaje seleccionable por el operador cuando el sistema está en línea
- A través del Quick Panel se puede aumentar la productividad con el software de Edición de Máquina Proficy
- Librería extensiva de objetos animados pre-configurados

Edición de Máquina Proficy

Proficy es un software avanzado para el desarrollo y el mantenimiento de la automatización del nivel de la máquina. Visualización, control del movimiento y la lógica de la ejecución se desarrolla con un solo programador.

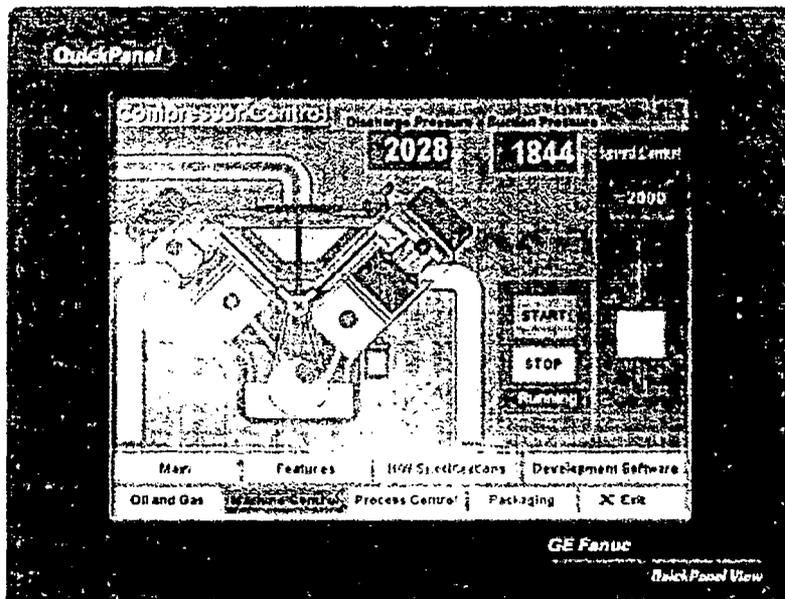


Fig.Nº 21 VISUALIZACION DE UN PROCESO INDUSTRIAL MEDIANTE QUICK PANEL

4.1.12 ZELIO: Reles Elegantes Lógicos son diseñados para uso en pequeños sistemas de automatización.

Son usados en sectores industriales y comerciales.

En sector Industrial:

- Automatización de procesos pequeños, producción, ensamblaje o máquinas empaquetadoras.
- Automatización descentralizada de equipo auxiliar grande y de tamaño mediano de máquinas (textil, plásticos, materiales que se procesan en sectores, etc.).
- Sistemas de automatización para la maquinaria agrícola (irrigación, bombeo, invernaderos, etc.).
- Para los sectores comerciales y /o edificios:
 - Automatización de barreras, fajas transportadoras, control de acceso.
 - Automatización de los sistemas de iluminación.
 - Automatización de compresores y de sistemas de aire acondicionado

Su tamaño compacto y la facilidad de creación lo hacen una alternativa competitiva a soluciones basadas en lógica cableada o tarjetas específicas.

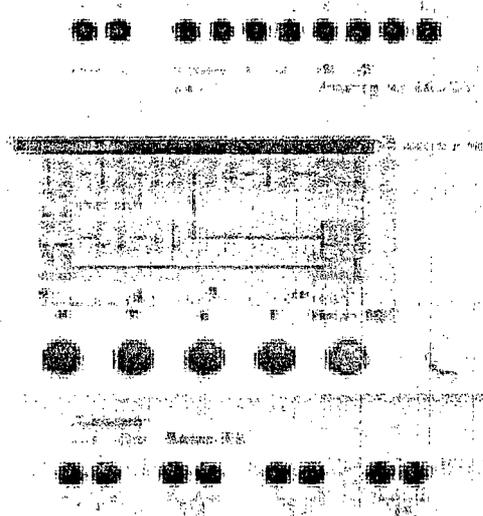


Fig.Nº 22 RELE ZELIO DE SCHNEIDER ELECTRIC

PROGRAMACIÓN:

La programación simple, asegurada por la naturaleza universal de los idiomas, resuelve todos los requerimientos de los especialistas de la automatización y necesidades del electricista.

La programación puede ser realizada:

- independientemente, usando los botones en el relé elegante (lenguaje ladder o escalera).
- en una PC usando " software Zelio 2". Cuando se usa una PC, programando se puede realizar en lenguaje ESCALERA o dentro del diagrama de bloque de la función (FBD).

La visualización de la exhibición del LCD (1) es fijado por cualquiera que usa los 6 botones de programación en el relé elegante usando el Zelio Soft 2

Relé Elegante Compacto

Posee requerimientos para sistemas de simple automatización

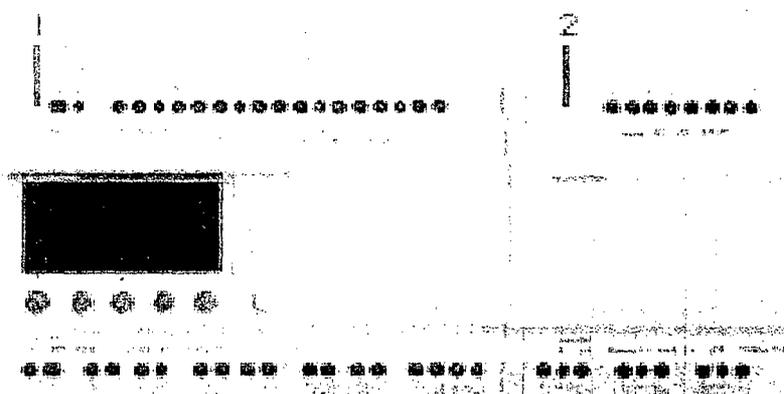
El número de entradas/salidas pueden ser:

- 12 o 20 I/O (Entradas/Salidas), provisto con 12 V o 24 V.
- 10, 12 o 20 I/O (Entradas/Salidas), provisto con 24 V o 100...240 V.

Relé Elegante Modular y Extensiones

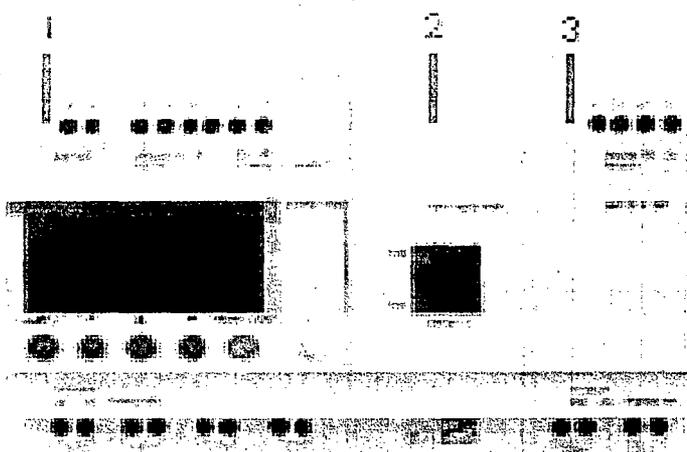
El número de entradas/salidas para relés elegantes modulares pueden ser:

- 26 I/O, provisto con 12 V.
- 10 o 26 I/O, con 24 V, 24 V o de 100...240 V.



- 1 Modular smart relay (10 or 26 I/O)
- 2 Discrete I/O (6, 10 or 14 I/O) or analogue I/O (4 I/O) extension module

fig.23 a)



- 1 Modular smart relay (10 or 26 I/O)
- 2 Network communication module
- 3 Discrete I/O (6, 10 or 14 I/O) or analogue I/O (4 I/O) extension module

fig.23 b)

Fig. N°23 a) y b) MICROPLC'S ZELIO DE SCHNEIDER ELECTRIC

EJEMPLO APLICATIVO:

1) PROGRAMA DEL CONTROL DEL CRISTAL DE LA VENTILACION DEL INVERNADERO

Si el dueño de un invernadero quisiera adquirir una instalación para manejar la apertura y el cierre de los cristales de ventana de la ventilación situados en la azotea del invernadero. El invernadero tiene dos cristales de ventana para proporcionar la ventilación. La abertura de estos cristales de ventana es controlada por un motor y 2 sensores que indiquen si los cristales de ventana son abiertos o cerrados:

1.1) DIAGRAMA LADDER

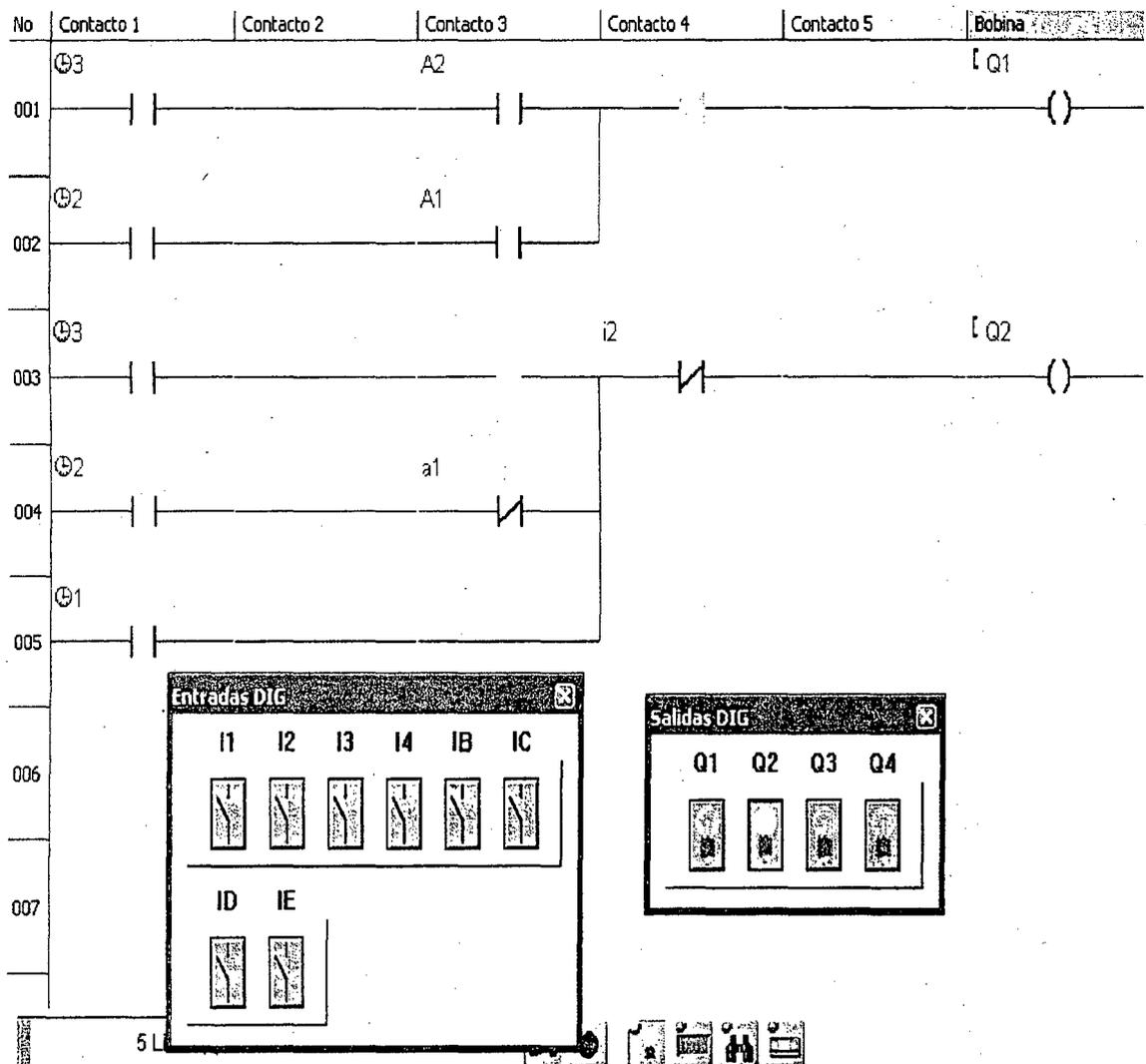


Fig. N° 24 DIAGRAMA LÓGICO DE CONTROL DE INVERNADERO

1.2) SIMBOLO ELECTRICO

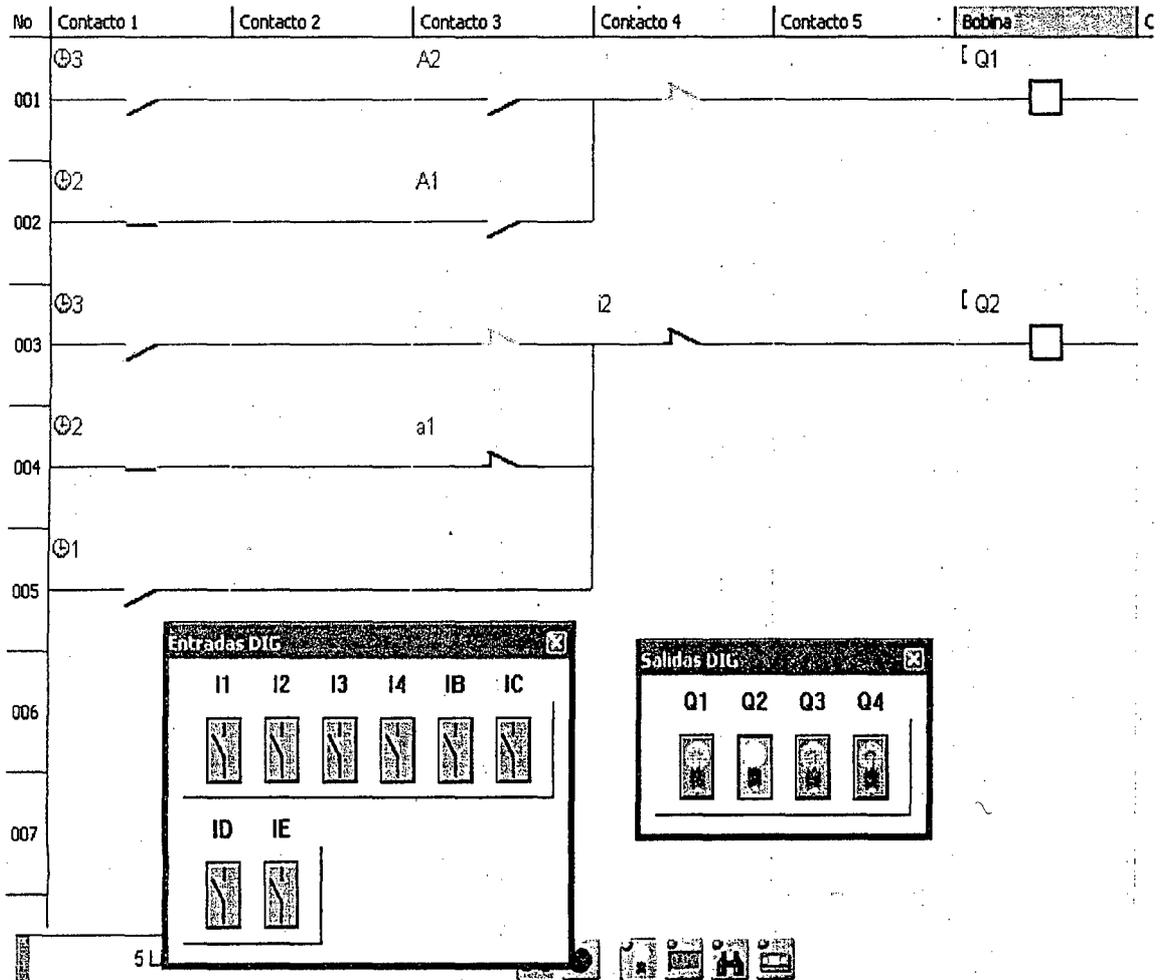


Fig.Nº 25 DIAGRAMA DE SIMBOLOGIA ELECTRICA

1.3) INTRODUCCION AL ZELIO:

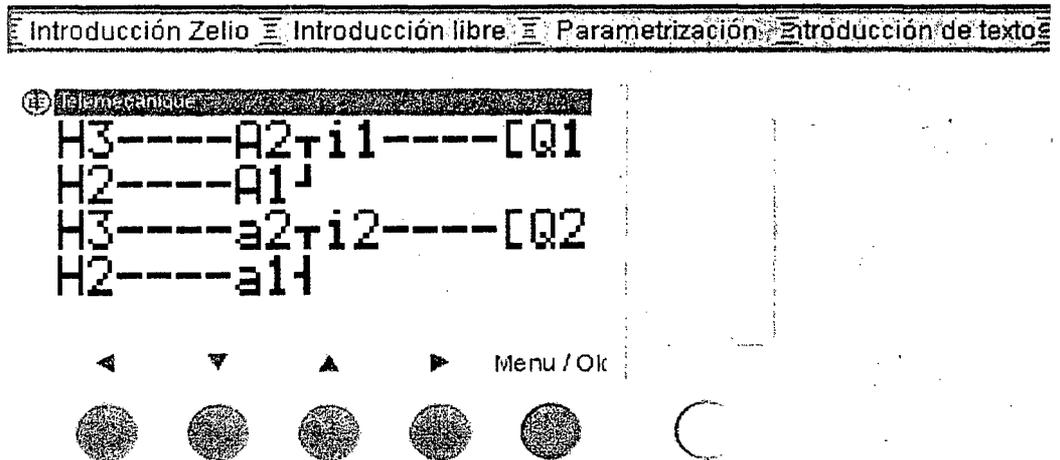


Fig.Nº 26 VISUALIZACION DEL ZELIO

4.1.13 MFD TITAN: Es un display, nuevo producto de la marca Moeller Electric.

Como display consta de las siguientes partes: Interface del Operador + CPU + I/O (entradas y salidas)= HMI Control (Interface Hombre Máquina).

Tiene las siguientes características:

- Atractivo diseño industrial
- Display Gráfico:
 - ❖ Bitmaps, bit valores, texto estático, hora y tiempo.
 - ❖ Objetos pueden ser posicionados y animados 132 x 64 pixeles de salida de Display
 - ❖ Switchable backlight
- Teclas Integradas(opcional si se desea)
 - ❖ Botones Programables
 - ❖ LED's definidos
- Temperatura de Operación hasta -25° C a 55° C
- El MFD Display de visualización: es pequeño de 2 x 22.5 mm. de huecos y 30 mm. de separación.
- El MFD TITAN es expandible hasta en 8 estaciones hasta los 1000m.
- Tiene bajo costo
- Se le puede hacer integración Network :DEVICENET, CAN open, Profibus, ASI
- Alta velocidad de Entrada, contadores.
- Posee visualizaciones con Mensajes de falla, Estados de Operación, Velocidades, Horas de Operación pueden servir al Sistema de Control de la Industria a la que se desea automatizar.
- Se le puede poner PASSWORD y ajustar el valor SETPOINT.

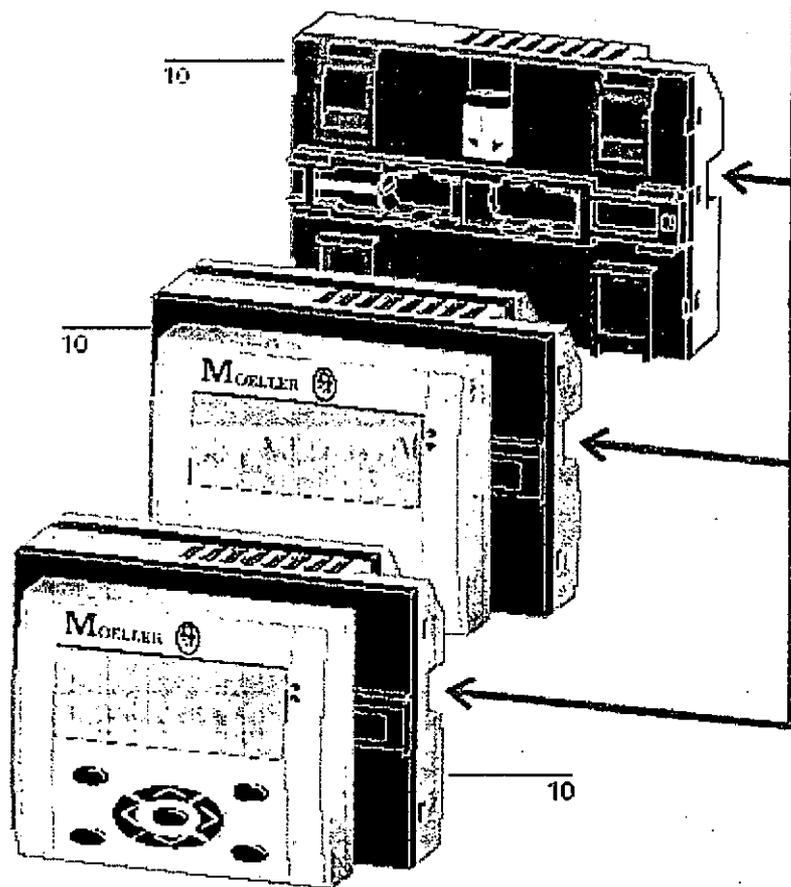


Fig.N° 27 a)

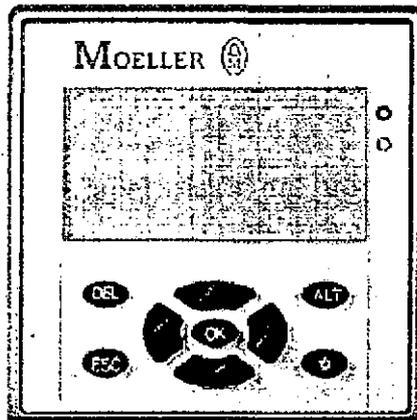


Fig.N° 27 b)

Fig.N° 27a) HMI (INTERFACE HOMBRE-MAQUINA) b) MFD TITAN-MOELLER ELECTRIC

EJEMPLOS APLICATIVOS:

- 1) Solo con el Dispositivo HMI (Interface Hombre Máquina) MFD TITAN de la Marca Moeller Electric
- Se puede apreciar una Pequeña Demostración de las posibilidades de Muestreo del Visualizador Display MFD TITAN, el programa conformado por una Alarma y un Interruptor interactuado a través del control de los interruptores I1 e I2.

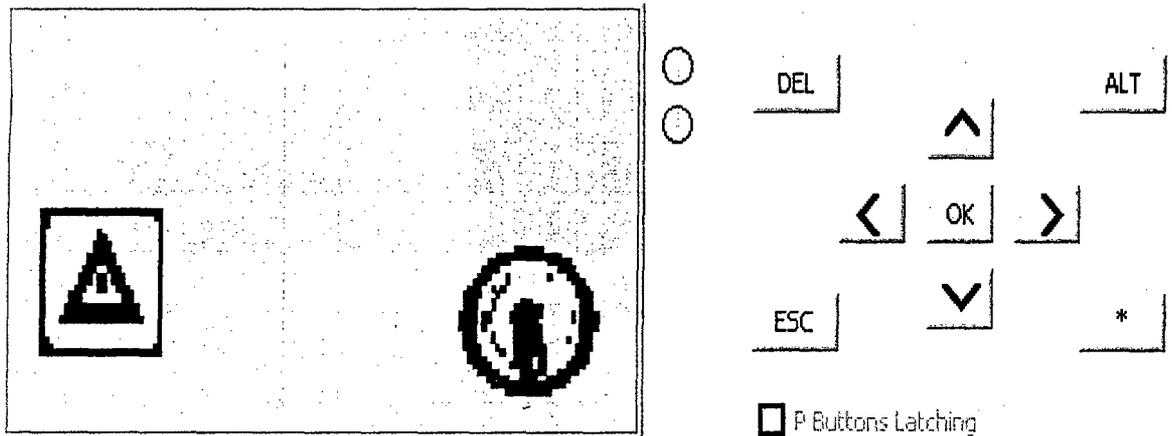


Fig.Nº 28 VISUALIZACION DE MASCARA DE UN PEQUEÑO PROCESO

- Observamos lo que arroja el link de Visualización del programita

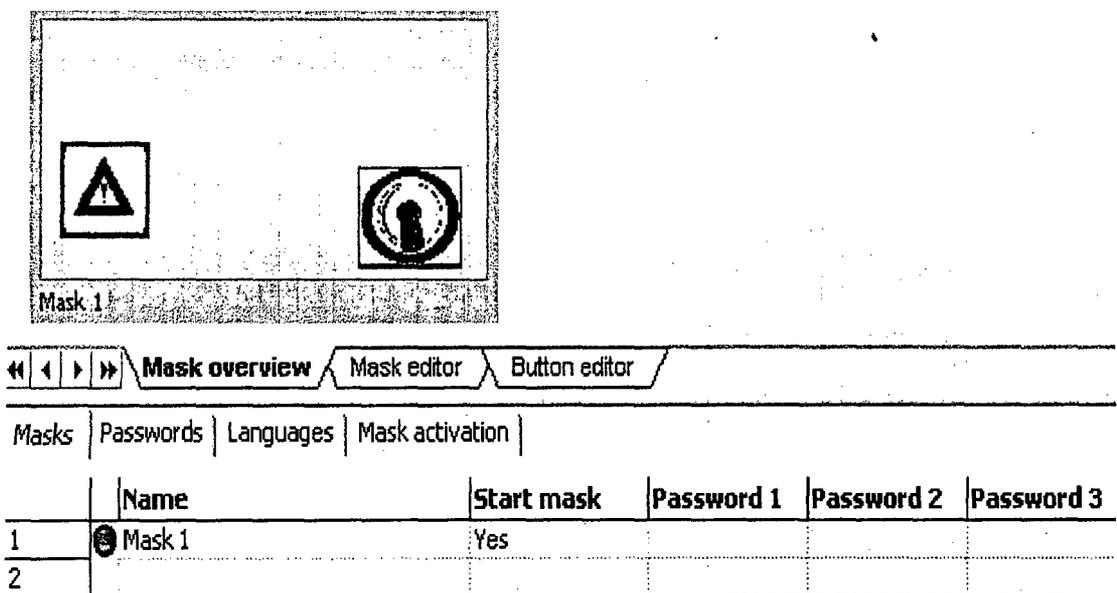
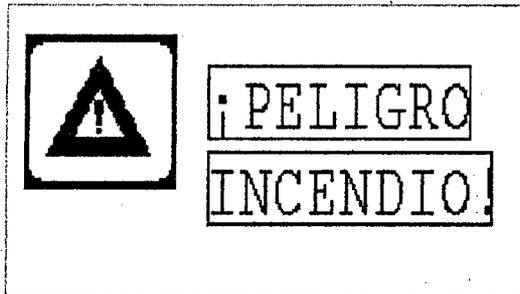
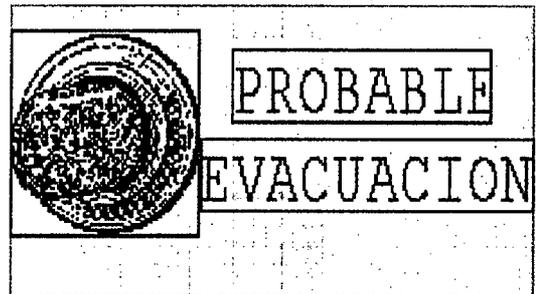


Fig.Nº 29 VISUALIZACION DEL PROCESO DE ELABORACION DE MASCARA DE UN PROCESO

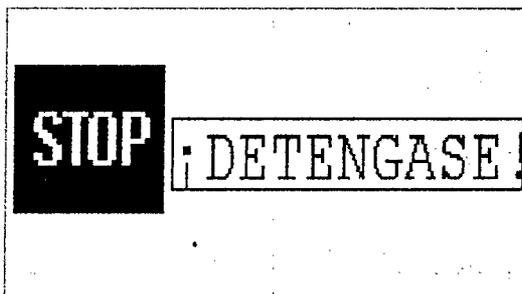
- Tenemos a continuación la Elaboración de 8 Mascaras con diversos tipos de Configuración, con la posibilidad de manejo secuencial o sea adelante y atrás.



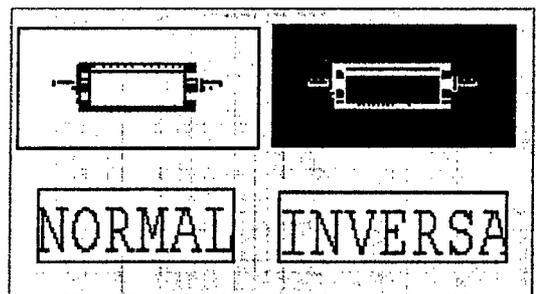
Mask 1



Mask 2



Mask 3



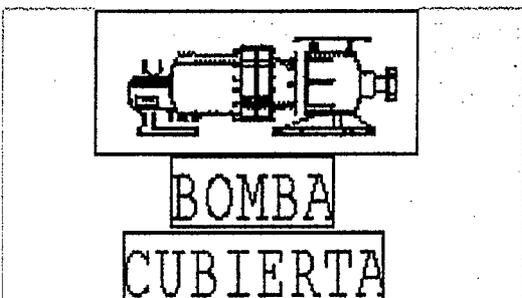
Mask 4



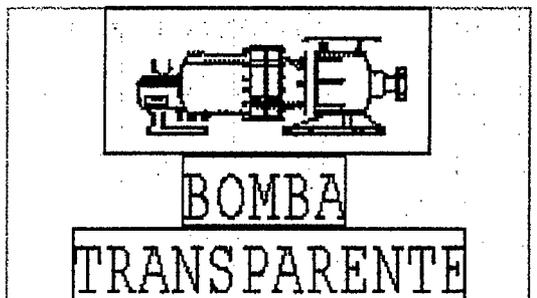
Mask 5



Mask 6



Mask 7



Mask 8

Fig. Nº 30 VISUALIZACION DE MASCARAS DE POSIBLES EVENTOS EN UNA INDUSTRIA

- Se tiene el sgte. ejemplo que muestra un esquema de contactos con 3 Mascaras para uso industrial.

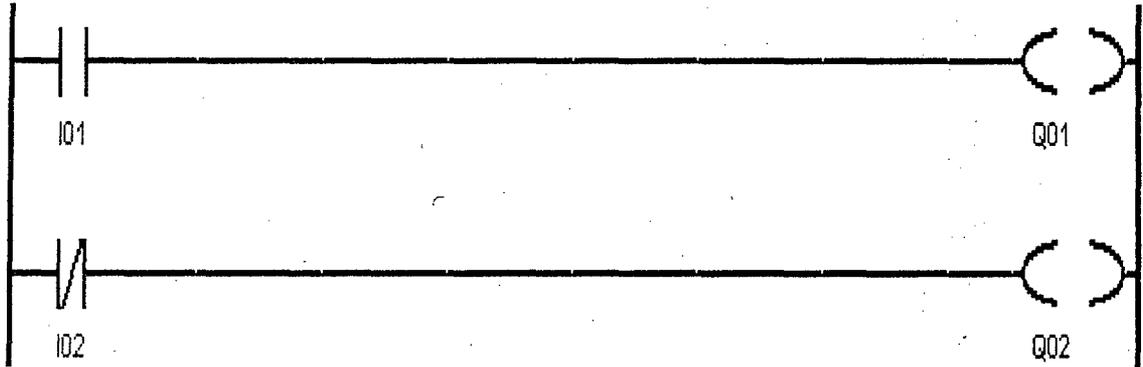
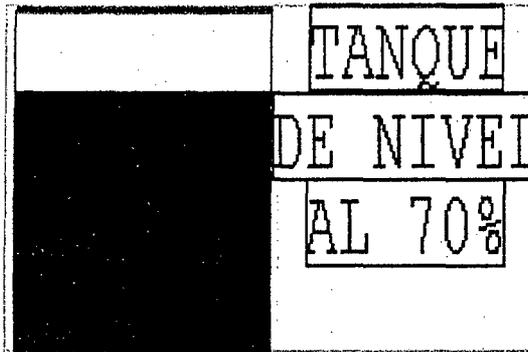
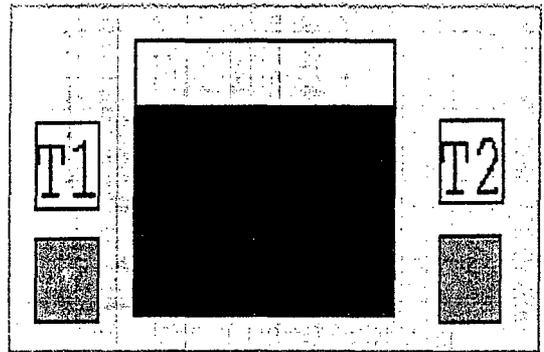


Fig.Nº 31 DIAGRAMA LADDER



Mask 1



Mask 2



Mask3

Fig.Nº 32 MASCARAS DE 3 EVENTOS EN UNA INDUSTRIA

- 2) Ejemplo con los 2 Dispositivos mediante interconexión vía NET con EASY 800 DC-RC y el MFD TITAN (HMI) con sus componentes: MFD-80-B, MFD-CP8-NT, MFD-RA17

EASY 820-DC-RC

MFD-80-B+CP8-...

NET-ID 1

NET-ID 2

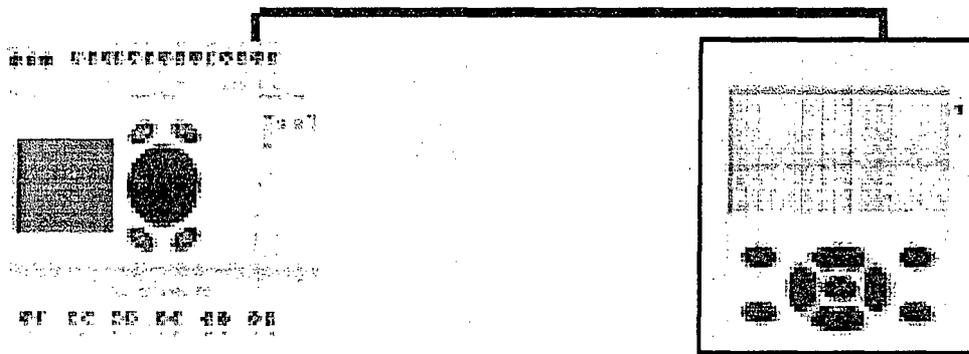


Fig.Nº 33 VISUALIZACION DE LA INTERCONEXION VIA NET EASY 800 MFD TITAN

2.1) CIRCUITO DEL ESQUEMA DEL DISPOSITIVO DE NET-ID 1

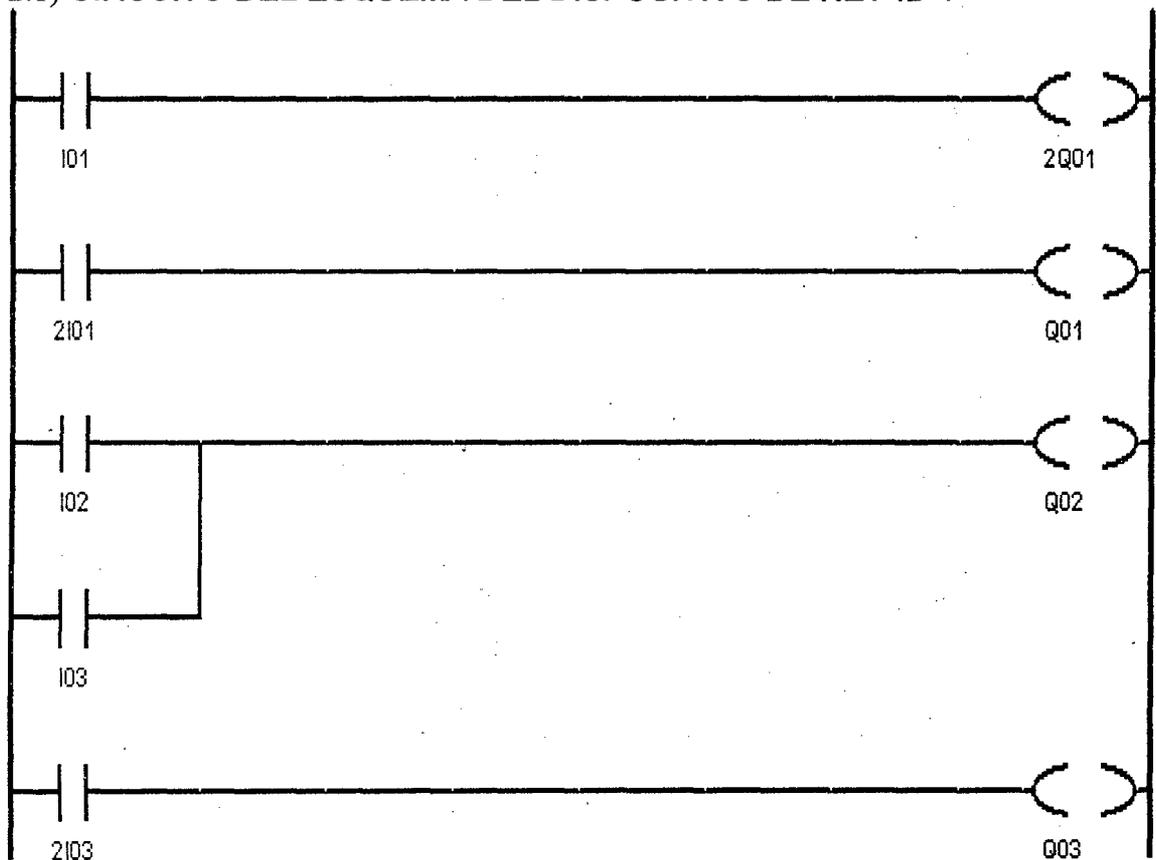


Fig.Nº 34 DIAGRAMA LADDER DEL DISPOSITIVO NET-ID1

2.2) CIRCUITO DEL ESQUEMA DEL DISPOSITIVO DE NET-ID 2

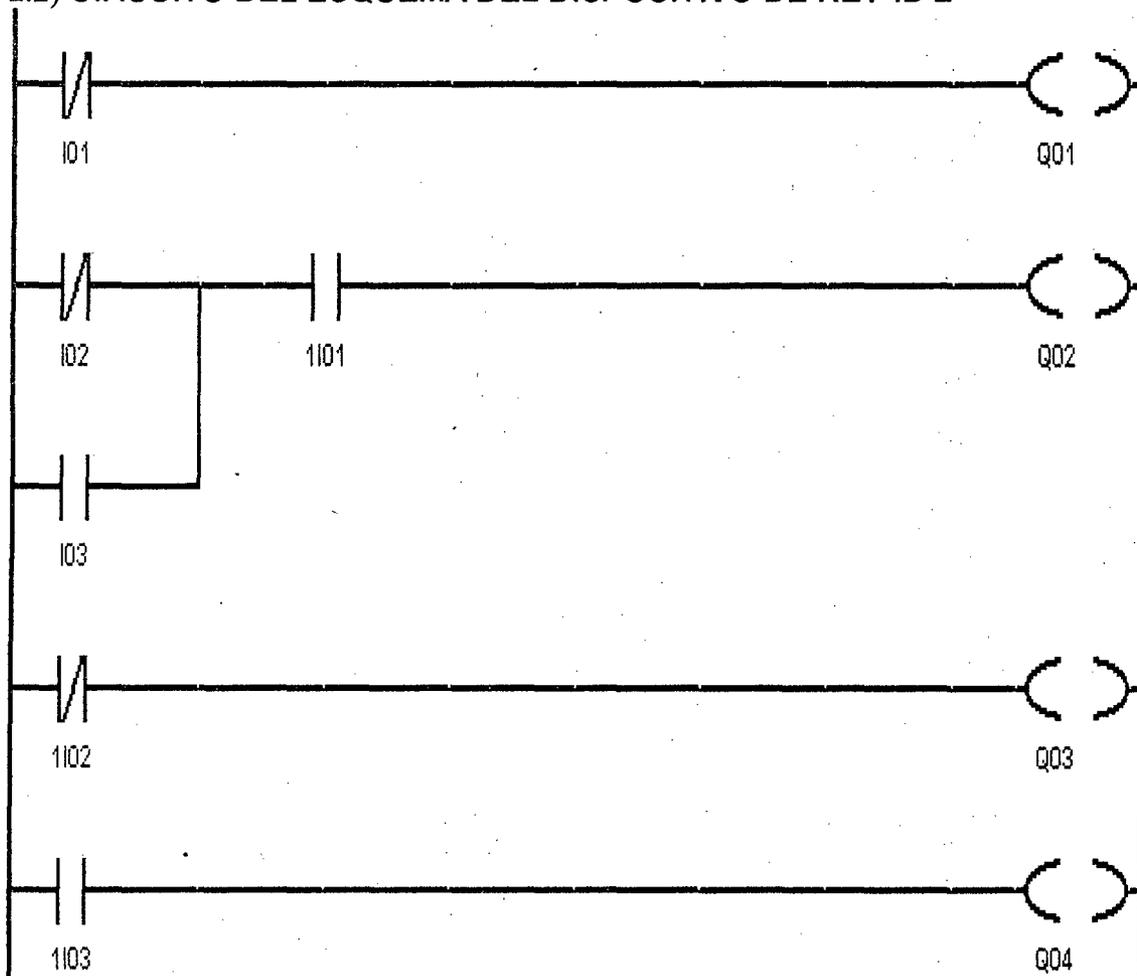


Fig.Nº 35 DIAGRAMA LADDER DEL DISPOSITIVO NET-ID2

4.1.14.. PROGRAMAS DE PLC: se va a utilizar los programas EASY SOFT5.11[PRO] y el EASY-SOFT 6.10 PRO

5. COMPONENTES DE LA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA

5.1..TURBINA MICHELL BANKI: es el tipo de turbina más usado en Micro Centrales Hidroeléctricas. Sus méritos más notables son:

- Es el tipo de turbina ideal para Pequeñas Centrales Hidráulicas. La turbina Cross Flow o Michell Banki puede aplicarse para una caída de 1 a 200m. caudal de agua de $0.02\text{m}^3/\text{s}$ a $8\text{m}^3/\text{s}$, puede cubrir todas las áreas de las Pequeñas Centrales Hidráulicas.
- La Turbina Cross Flow funciona en forma eficiente con cargas bajas de agua, comparando con el tipo de Turbina Francis.
- Los cambios de caída afectan mucho la eficiencia de las turbinas, en el tipo de Turbina Cross Flow el efecto es mucho menor en relación a las demás turbinas.
- El mecanismo de la Turbina Cross Flow es muy sencillo, por eso su costo de fabricación es muy bajo y su mantenimiento sumamente fácil.
- Se puede utilizar la caída de succión.
- La rueda de la Turbina Cross Flow no puede funcionar dentro de agua al igual que el de tipo Pelton, por eso la rueda debe estar colocada a un nivel más alto que el nivel de agua del canal de descarga.

5.2.. GALERÍA DE CONTROL (ACCESO): es el túnel de acceso a los piques, en donde se ubican los Tableros de Control y el Abastecimiento Eléctrico. El Sistema de Abastecimiento Eléctrico de Energía está conformado por: Sistema de Paneles Solares, Banco de Baterías y la Micro Central Hidroeléctrica (M.C.H.).

5.3.. PIQUES DE CONCRETO DE ACCESO A LA MICRO CENTRAL: donde se ubican las escaleras y descansos para permitir el descenso de

personal a la Cámara de Válvulas. Existe un Winche de accionamiento Eléctrico sobre el Pique Principal.

5.4.. UNIDAD HIDRÁULICA DE PODER (U.H.P): junto con las tuberías y actuadores hidráulicos forman parte del sistema óleo hidráulico para el accionamiento de la regulación de descarga y de la microcentral.

Suministra circuitos hidráulicos de fuerza a los siguientes actuadores:

- 02 Cilindros hidráulicos de la válvula de Servicio Howell Bunger.
- 01 Cilindro hidráulico de la válvula de Mantenimiento tipo Mariposa
- 01 Cilindro hidráulico de la válvula de Admisión tipo Mariposa, de la microcentral
- 01 Cilindro hidráulico del alabe directriz de la turbina.
- Los componentes principales de la U.H.P:
 - ❖ **Bombas de engranajes:** unidas directamente al motor de accionamiento por medio de acoplamiento flexible e instalado sobre el tanque de aceite en posición vertical. Se utilizan 2 bombas de aceite ,1 para motor eléctrico de corriente continua y otro para motor eléctrico de corriente alterna, la presión máxima de trabajo es de 115 bar.
 - ❖ **Bomba manual:** en casos de MANTENIMIENTO, cuando no se cuente con energía eléctrica, se instala una bomba manual con una capacidad mínima de 12 cc y 115 bar.
 - ❖ **Motor eléctrico AC:** el motor eléctrico es de tipo monofásico de 1.5 HP, para una tensión de 220 Vca, 60 Hz, seleccionado para operar a su velocidad de operación y con la presión máxima de diseño.
 - ❖ **Motor eléctrico DC:** el motor eléctrico es de corriente continua de 1.5 HP, para una tensión de 24 VDC, seleccionado para operar a la bomba a su velocidad de operación y con la presión máxima de diseño.

- ❖ **Tanque de aceite:** el tanque cuenta con un filtro de aire, un indicador de nivel y temperatura de aceite visual, un indicador de nivel eléctrico con contactos para bloqueo de la bomba por nivel mínimo, un filtro de retorno, tapa de inspección y un tabique deflector.
- ❖ **Elemento de protección y control:** se tiene elementos requeridos como válvulas de retención, presostatos de máxima y mínima presión, válvula limitadora de presión, manómetro en baño de glicerina, válvulas reguladoras de caudal, válvulas direccionales de 4 vías tres posiciones de accionamiento eléctrico a 24 Vcc, válvula proporcional, etc.

5.5.. SENSOR DE POSICIÓN: el utilizado en la M.C.H. es Micropulse de marca BALLUFF, tiene como características:

- ❖ Muy alta resolución, reproducibilidad y linealidad
- ❖ Insensibles a las sacudidas, vibraciones, ensuciamiento y campos perturbadores
- ❖ Señal de salida absoluta
- ❖ Grado de protección IP 67 según IEC

En el transductor de desplazamiento Micropulse se encuentra el guía ondas en forma de tubo, protegido por un perfil extruido de aluminio. A lo largo del perfil se desplaza un sensor de posición que es acoplado por el usuario a la pieza de la máquina cuya posición se desee determinar.

El sensor de posición define la posición a medir sobre el guía ondas. Un impulso INIT generado internamente, con el campo magnético del transmisor de posición genera una onda de torsión dentro del guía ondas, la que se origina por magnetostricción y se propaga a una velocidad ultrasónica.

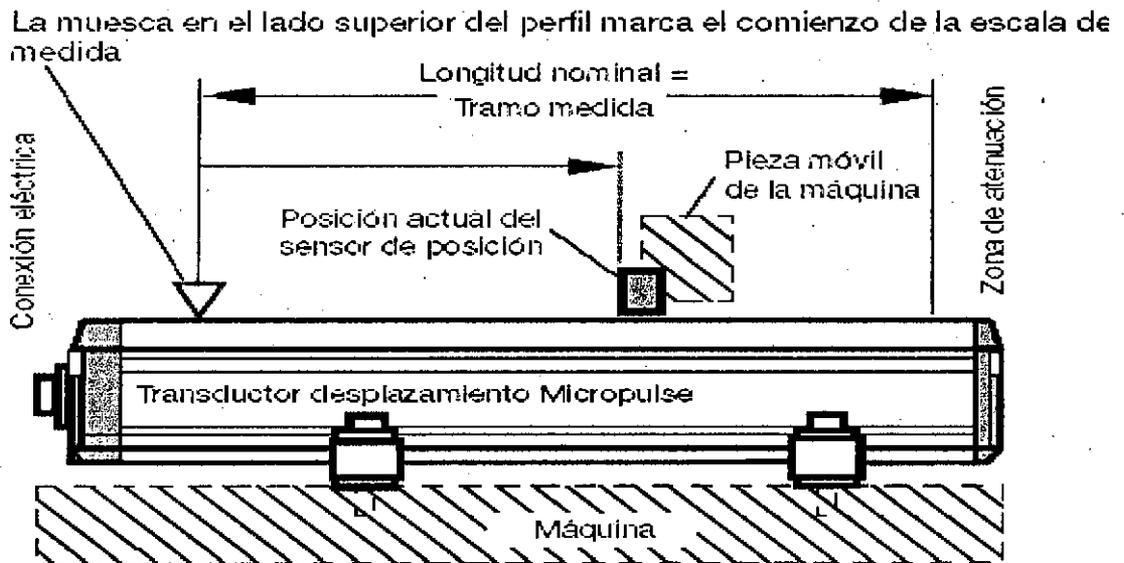


Fig.N° 36 DISPOSICION DE PRINCIPIO

La onda de torsión que se propaga hacia el extremo del guía ondas es absorbida en la zona de amortización. La onda que se desplaza hacia el inicio del tramo de medida genera una señal eléctrica en una bobina captadora.

La conexión eléctrica entre el transductor de desplazamiento, la unidad de evaluación/ PLC y la alimentación eléctrica se realiza mediante un cable, el cual, según la versión, está conectada firmemente al transductor de desplazamiento o mediante un conector.

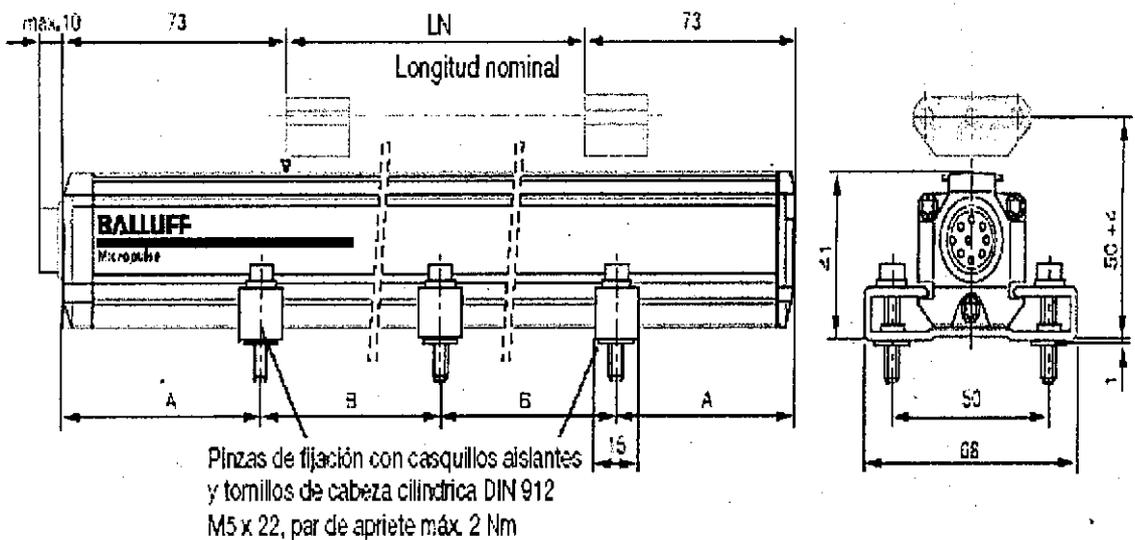


Fig.N° 37 DIBUJO ACOTADO (TRANSDUCTOR DE DESPLAZAMIENTO BTL5...P-S32 CON SENSOR DE POSICIÓN LIBRE BT5-P-3800-2)

5.6.. SENSOR DE NIVEL: el usado en la M.C.H. es Shuttle de la marca MJK, apto para todo tipo de aplicaciones para la medida de nivel por ultrasonidos.

Controla y supervisa niveles en pozos y tanques e incluso en medios agresivos y con alto grado de polución.

Mide altura mandando una señal ultrasónica contra una superficie y midiendo en tiempo de retardo con respecto al eco recibido.

Aunque está equipado de un sistema avanzado para evitar los errores de medida, el sensor ultrasónico debe estar montado tan lejos como sea posible, para que la señal ultrasónica no sea perturbada con tuberías, descargas de agua, mezcladores u otros elementos móviles fijos en el tanque.

El Sensor Ultrasónico está caracterizado por un haz muy estrecho de la Señal ultrasónica (3°), lo cual hace posible usar este equipo de medida bajo condiciones muy adversas, por ejemplo en pozos o tanques estrechos. 80% de la señal ultrasónica es concentrada dentro de ésta área, lo cual dará un eco suficiente para la mayoría de las aplicaciones.

Es mejor que la señal ultrasónica no sea perturbada por paredes, tuberías, cables, etc., y que el sensor ultrasónico no sea montado muy cerca de la pared del pozo o tanque.

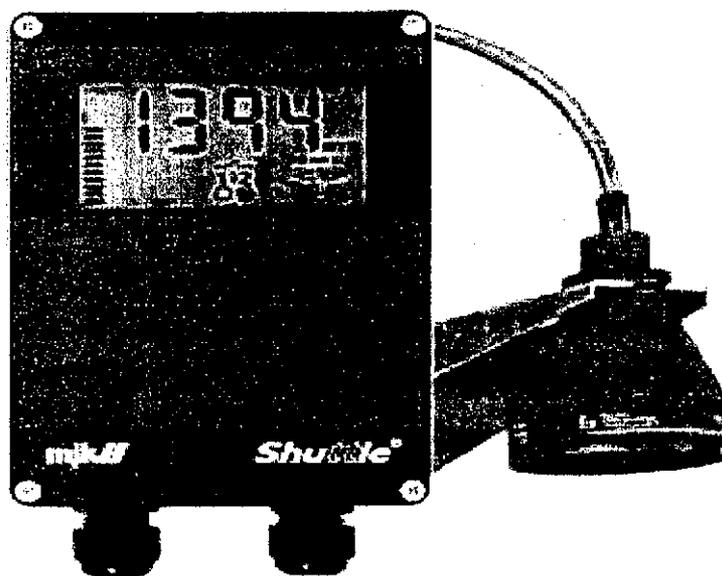


Fig.Nº 38 MEDIDOR ULTRASONICO DE NIVEL SHUTTLE

Se debe tener en cuenta dos cosas importantes cuando se monta un sensor ultrasónico :

Debe ser montado firmemente

- Debe ser montado en **posición vertical (90°)** .Use un nivel en ambas direcciones.

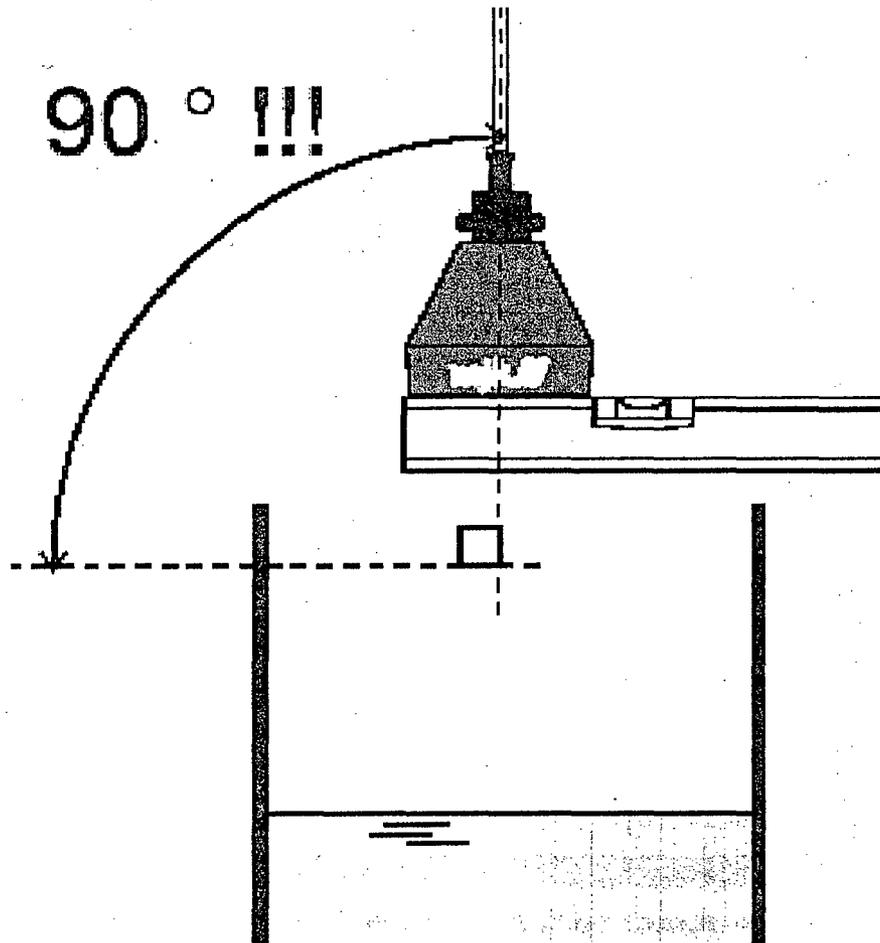


Fig.N° 39 SENSOR ULTRASONICO

Para una mayor precisión en la medida, el sensor debe ser montado lo más cerca posible del nivel máximo de medida en el pozo o tanque. Sin embargo siempre hay que respetar los 35 cm. de banda muerta.

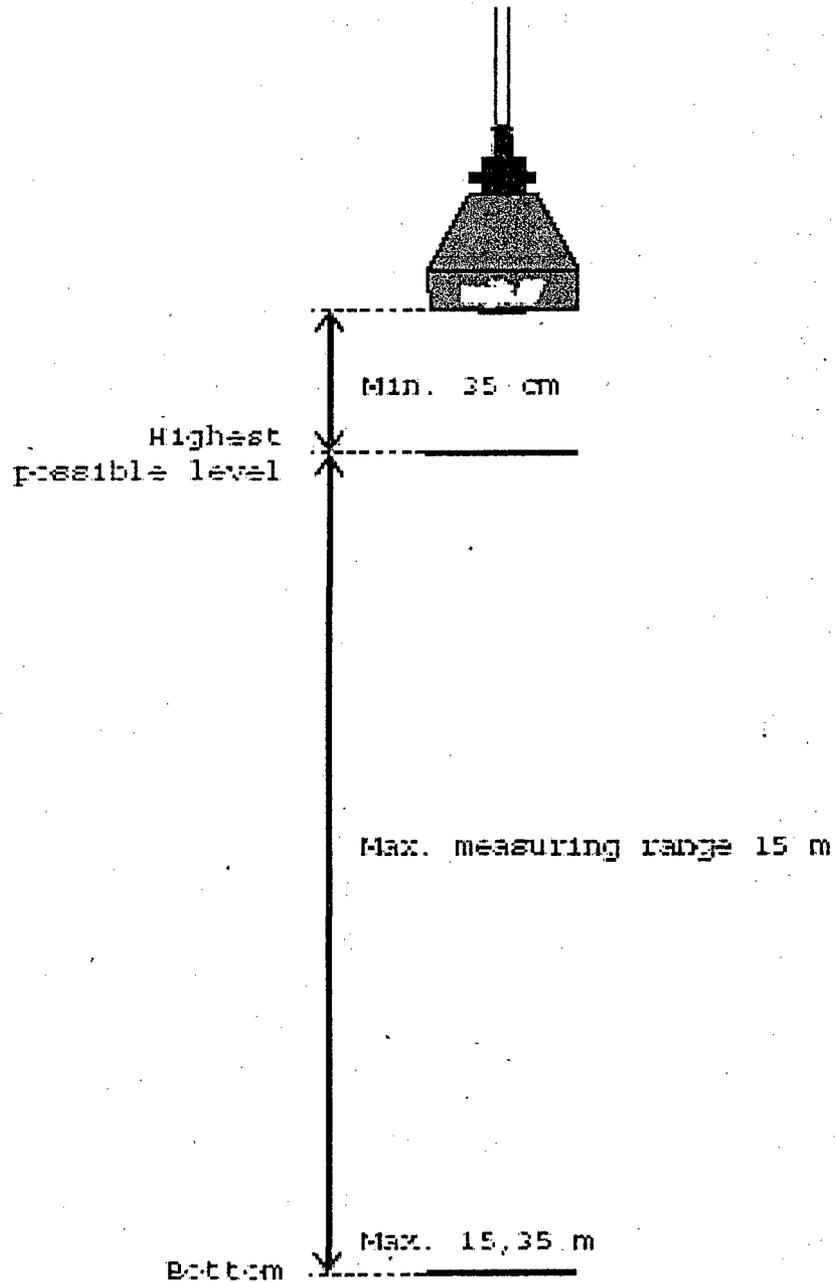


Fig.Nº 40 MONTAJE DEL SENSOR ULTRASONICO

5.7..SENSOR DE LOS RPM:

Se utiliza un Encoder para este caso, está montado axialmente al eje del generador.

Sensa las RPM del generador a 1200RPM.

Es de la marca KEP (Kessler–Ellis Products) tiene las siguientes características:

Mecánicas Principales:

- ❖ Velocidad máxima : 6000 RPM
- ❖ Momento de Inercia : $15 \times 10^{-6} \text{ kgm}^2$
- ❖ Capacidad Radial de Carga : hasta 70N
- ❖ Capacidad Axial de Carga : 35N
- ❖ Temperatura de Operación: 0- 50°C

Eléctricas Principales:

- ❖ Operación : 10-30 VDC
- ❖ Consumo de Corriente (sin carga) : máxima 50mA
- ❖ Corriente Permisible: máxima cercana a 30mA
- ❖ Nivel de Señal Alto a 30 mA : máxima 1.5 V
- ❖ Nivel de Señal Bajo a 30 mA : máxima a 7V
- ❖ Tiempo de Subida : máxima 1 μS
- ❖ Tiempo de caída : máxima 1 μS

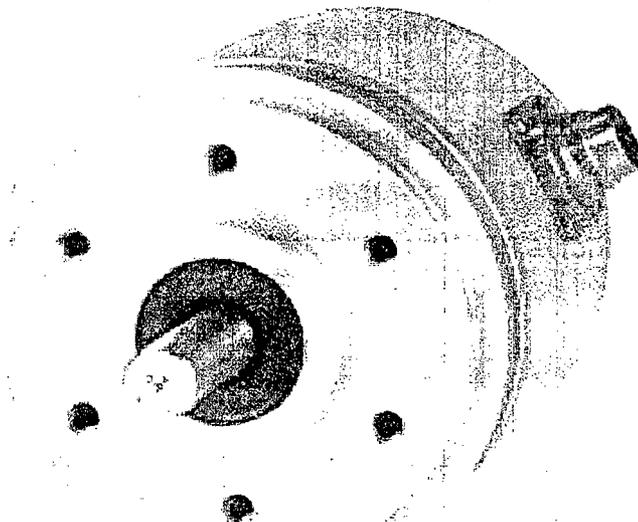


Fig.N° 41 SENSOR DE LOS RPM

5.8.. MEDIDOR MULTIFUNCIÓN ION :

Es un Tipo de Relé Multifunción de la marca PWRM(POWER MEASUREMENT). Como todo relé moderno se toma como una Unidad Adquisidora de Datos, en su memoria se puede almacenar datos, cuando hay falla debe haber datos de registro.

Su funcionamiento es a base de Microprocesadores. Es de bajo costo. Tiene diferentes funciones de Protección y autochequeo permanente. Posee la posibilidad de explotar la información en forma local con el HMI(Interface Hombre Maquina) o en forma remota mediante una PC.

Los sistemas ION son específicamente direccionados para satisfacer completamente los requerimientos de manejo de energía de las empresas de suministro, proveedores de servicios, grandes medianos y pequeños consumidores de energía. La tecnología del ION difiere de las soluciones tradicionales ya que resuelve simultáneamente múltiples necesidades, incluyendo medición clase facturación, calidad de energía y análisis de confiabilidad, SCADA (Sistemas de Control, de supervisión y adquisición de los datos), reportes de energía, asignación de costos, control de cargas y generación y mucho más.

Los sistemas ION también proporcionan información y control prácticamente en tiempo real y es entregado a un número ilimitados de usuarios, a través de múltiples instalaciones, subestaciones, generadores, u otros nodos.

Posee las siguientes opciones:

- **Modo Visualización (predeterminado):** En este modo puede visualizar los siguientes grupos de medición: Sistema (total), Energía, demanda (por fase), Demanda Pico.

Los valores a visualizar dependen del paquete de opciones que haya solicitado en su pedido

Medición de parámetros en modo visualización

Grupo de medición	Parámetros medidos(metros Megawatt)	Parámetros medidos(resto de los modelos)
Sistema(Total)	kV_{AVG} , I_{AVG} , MW, MVA, MVAR, PF, frecuencia, I4	V_{AVG} , I_{AVG} , kW, kVA, kVAR, PF, frecuencia, I4
Fase A,B,C	kV_{LN} , kV_{LL} , I, PF, MW, MVA, MVAR, kV_{THD} , I_{THD}	V_{LN} , V_{LL} , I, PF, kW, kVA, kVAR, V_{THD} , I_{THD}
Energía	MWh, MVAR, MVARh	kWh, kVAh, kVARh
Demanda	MVA, MVAR, MW, I_{AVG}	kVA, kVAR, kW, I_{AVG}
Demanda pico (máx.)	MVA, MVAR, MW, I_{AVG}	kVA, kVAR, kW, I_{AVG}

- **Modo reset:** puede reajustar una demanda de corriente (máxima), reajustar la demanda. reajustar la demanda de potencia(máxima) o reajustar la demanda de energía.
- **Modos de configuración:** utiliza los botones para localizar el parámetro que desea modificar.
- **Modo de información:** puede comprobar el funcionamiento de los LED's del panel frontal y visualizar la información del medidor.

Mediciones Standard

Parámetro	Estandar			Paquete Mejorado1			Paquete Mejorado2		
	Pantalla	COM	Pulso	Pantalla	COM	Pulso	Pantalla	COM	Pulso
Voltios L-N media	✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Voltios L-N Por Fase	✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Voltios L-L media	✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Voltios L-N Por Fase	✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Corriente media	✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Corriente Por Fase	✓	✓		✓	✓		✓	✓	
Corriente Neutra				✓	✓		✓	✓	
Potencia Total				✓	✓		✓	✓	
Potencia Por Fase							✓	✓	
Potencia Reactiva Total							✓	✓	
Potencia Aparente Total							✓	✓	
Potencia Aparente Por Fase							✓	✓	
Energia Del.(Imp.)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Energia Del. Por Fase (Imp.)								✓	
Energia Rec.(Exp.)			✓		✓	✓		✓	✓
Energia Rec. Por Fase(Exp.)								✓	
Energia Reactiva Del.(Imp.)			✓			✓	✓	✓	✓
Energia Reactiva Del.(Imp.) Por Fase								✓	
Energia Reactiva Rec.(Exp.)			✓			✓		✓	✓
Energia Reactiva Rec.(Exp.)Por Fase								✓	
Energia Aparente			✓			✓	✓	✓	✓

Energia Aparente Por Fase							✓	
Frecuencia			✓	✓		✓	✓	
Factor de Potencia Total			✓	✓		✓	✓	
Factor de Potencia Por Fase						✓	✓	
Corriente Media.Deman da			✓	✓		✓	✓	
Demanda Corriente Media Por Fase			✓	✓		✓	✓	
Demanda Corriente Media Pico			✓	✓		✓	✓	
Demanda Corriente Pico Por Fase			✓	✓		✓	✓	
Demanda de Potencia						✓	✓	
Demanda de Potencia Pico			✓	✓		✓	✓	
Demanda de Potencia Reactiva						✓	✓	
Demanda de Potencia Reactiva Pico						✓	✓	
Demanda de potencia Aparente						✓	✓	
Demanda Potencia Aparente Pico						✓	✓	
THD Voltaje Por Fase						✓	✓	
THD Corriente Por Fase						✓	✓	

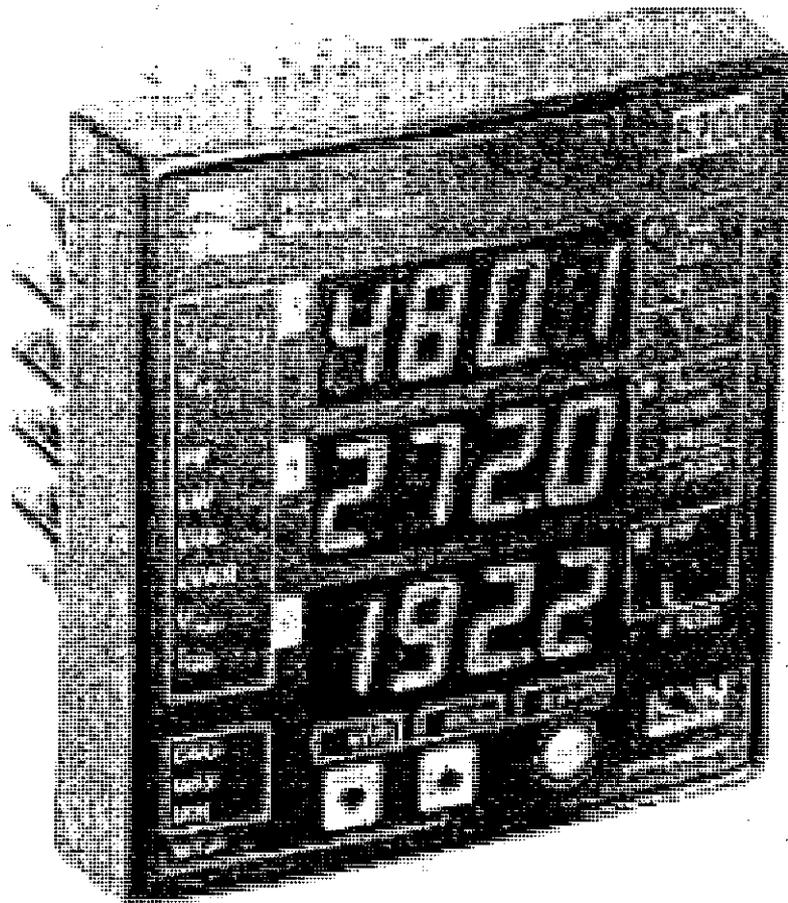


Fig.Nº 42 MEDIDOR MULTIFUNCION ION 6200

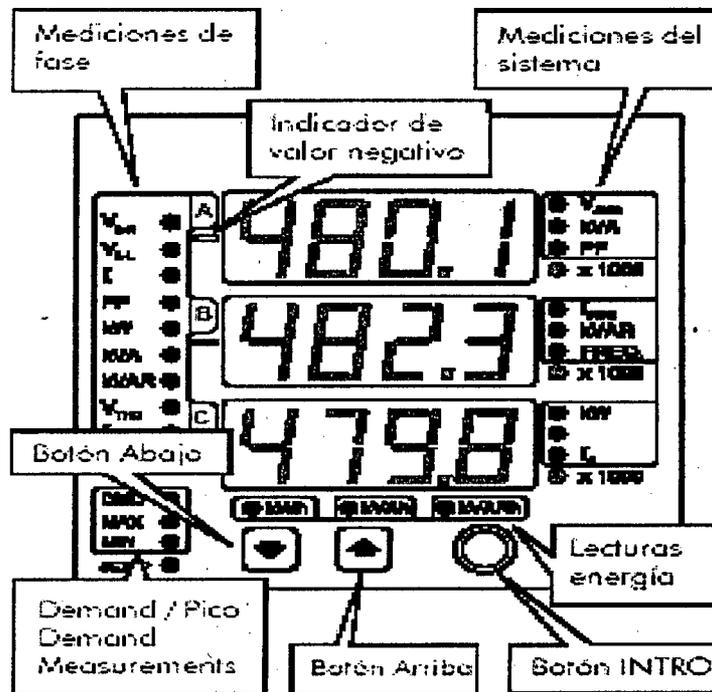


Fig.Nº 43 VISTA FRONTAL

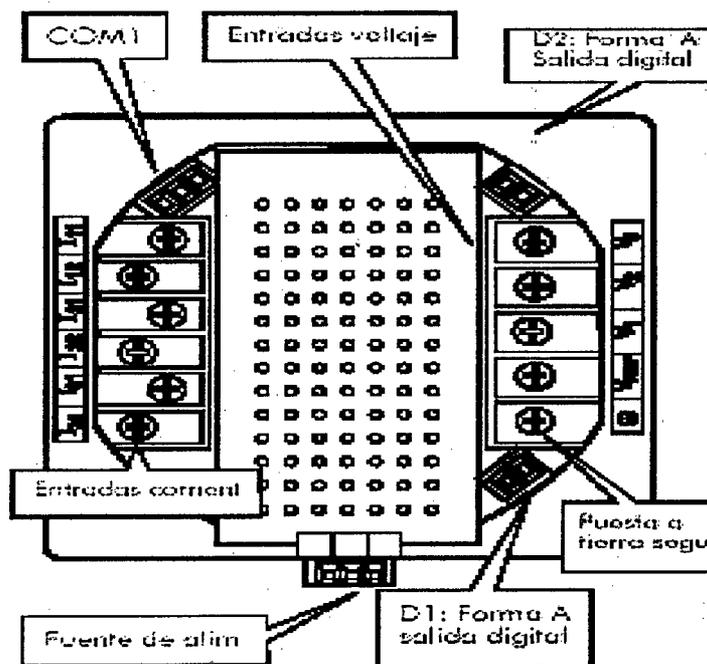


Fig.Nº 44 VISTA TRASERA

5.9..CONTROL DE GENERADORES (ALTERNADORES GCZ):

5.9.1.. GENERALIDADES

1) DESCRIPCION

Los Alternadores GCZ son del tipo sin escobillas,campo rotativo,autoregulados, autoexcitados y controlados por un regulador automático de tensión electrónico (AVR).

2) CONSTRUCCION

Los núcleos del rotor y estator son fabricados a partir de la lámina magnética de bajas pérdidas,los bobinados de alambre de cobre usan aislamiento clase F (155°C) y H(180°C).

El rotor está constituido por el campo principal con bobinados de excitación y amortiguamiento, rectificador rotativo trifásico de onda completa,el rotor de excitatriz y el ventilador de enfriamiento.

3) PRINCIPIO DE OPERACION DE ALTERNADOR SIN ESCOBILLAS

A velocidad nominal , el magnetismo remanente del rotor del Alternador proporciona el flujo magnético de excitación que induce en el estator principal la tensión inicial (tensión remanente).Esta tensión inicial,es censada por el AVR,amplificada e inyectada nuevamente al rotor principal,aumentando el flujo magnético de excitación,lo que a su vez aumenta la tensión de salida del Alternador.

El AVR censa y compara la señal de tensión generada en el estator principal, con un valor referencial preestablecido y alimenta con una corriente de excitación controlada al estator de la excitatriz ,que a su vez induce una tensión alterna controlada en el rotor de la excitatriz.Esta tensión es rectificadora por el rectificador rotativo, y es inyectada al campo principal del Alternador ,cerrándose el ciclo de regulación y control de la tensión.

El puente rectificador rotativo trae incorporado 6 diodos :tres directos y tres inversos montados en dos disipadores térmicos de aluminio .

El voltaje se mantiene constante por el regulador de voltaje del mismo alternador.

El balance de energía se logra dividiendo la carga en dos: La Carga Principal y la Carga Secundaria. La Carga Principal es la carga de consumo que consiste en luces, maquinaria, etc. Y puede ser tratada como un suministro principal normal. La carga Secundaria es una carga separada y usualmente consiste en el calentamiento de espacios o agua. Es una carga fija capaz de absorber la energía total de la planta y puede ser una carga especial aplicada a un solo lugar.

Energía Total del Alternador = Carga Principal + Carga Secundaria.

Los Reguladores Electrónicos G.P. se fabrica en una variedad de tamaños standard tanto en monofásico como trifásico, cubriendo un rango de energía de 7 a 100 KW.

5.10 REGULADOR ELECTRÓNICO DE TENSION (AVR)

El Regulador de Tensión AVC63-4 es diseñado en 50 o 60 Hz para generadores sin escobillas. El Regulador incluye compensación de frecuencia, sobreexcitación de parada, circuito de acumulación de estado sólido.

5.10.1 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS DEL DISPOSITIVO

- **Potencia dc de Salida**
4 A dc a 63 Vdc (700 W) forzando para 10 segundos 8ª 153 V ac de entrada)
- **Resistencia de Excitación de Campo DC**
15 ohms mínimo; 100 ohms máximo
- **Entrada de potencia AC**
Rango de Operacion: 190 Vac a 240 Vac, cada fase, 50/60 Hz ±10% común con Potencia
- **Rango de Tensión Ajustado:**
171 a 264 Vac
- **Tiempo de respuesta:**
Menos que 1,5 ciclos para ±5% en cambios de tensión sensados.

- **Sobreexcitación de Parada :**
Voltaje de Campo sobreexcitado luego de tiempo de retardo si voltaje excitador de campo excede 100 Vdc , $\pm 5\%$
- **Disipación de Potencia:**
Maximo 8 Watts

5.10.2 ESPECIFICACIONES FISICAS DEL DISPOSITIVO

- **Temperatura de Operación**
-40°C a 60°C
- **Temperatura de Soporte:**
-65°C(-85°F) a 85°C(185°F)

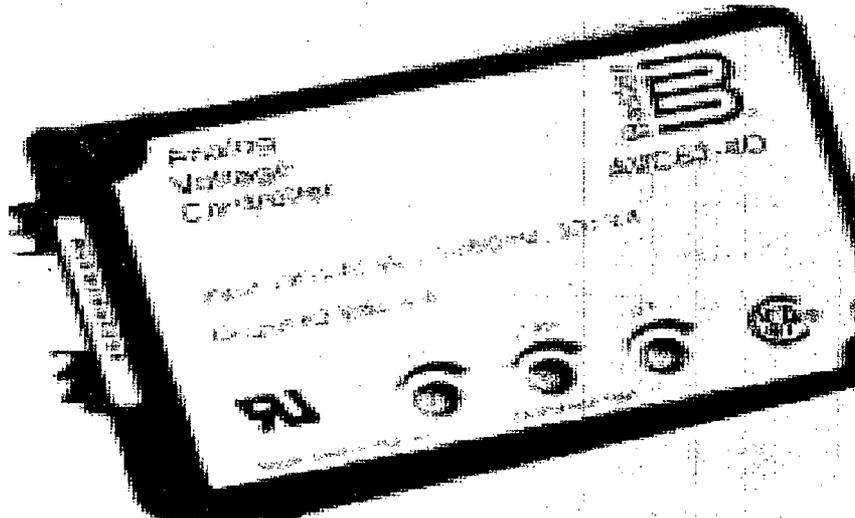


Fig.Nº 45 Regulador de Tensión AVC63-4D

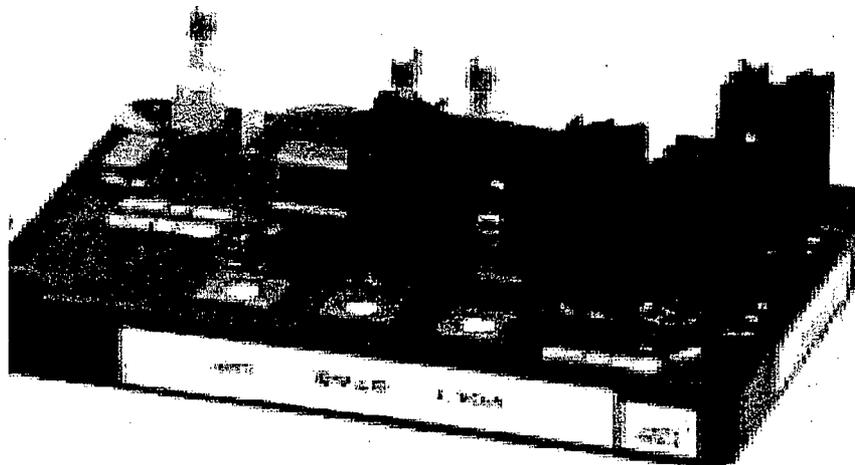


Fig.Nº 46 Regulador de Tensión AVC63-4

El Regulador debe ser montado en forma conveniente en el Generador.
Un control interno provee el ajuste del generador a la salida del voltaje.
El ajuste incrementa el voltaje.

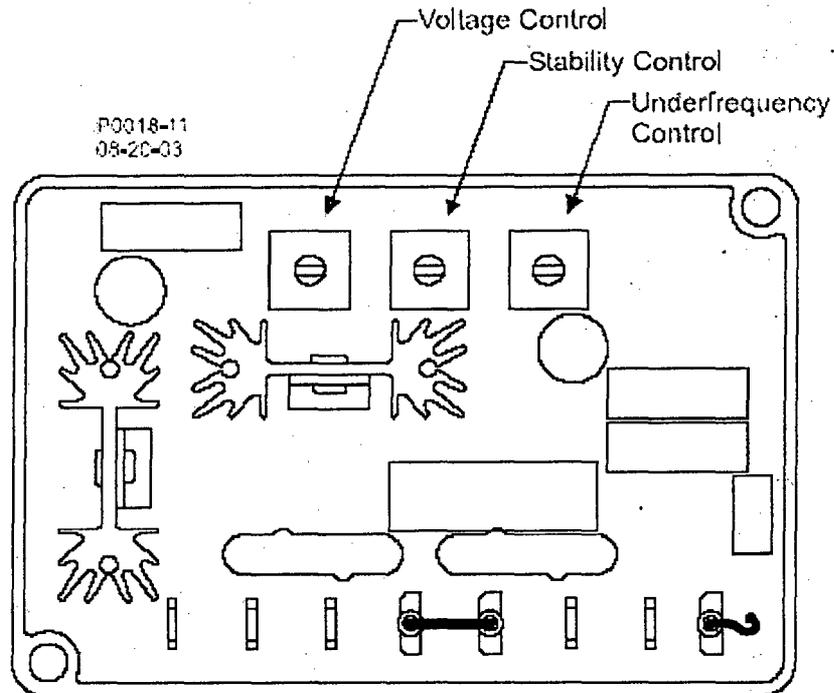


Fig.Nº 47 Localización del Potenciómetro de Control AVC63-4

6. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE M.C.H.

6.1 LA OPERACIÓN DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA: la M.C.H. consta de un conjunto generador de 220V, 1200 RPM, 31 KVA, el que alimenta al tablero de fuerza por medio de un interruptor y al regulador de carga electrónico por medio de unos fusibles seccionables. Este conjunto turbina generador funciona como servicio aislado: la operación se puede realizar en forma manual o automática y local remoto.

El mando control y regulación de la MCH se realiza por medio de los equipos:

- Controlador Lógico Programable (PLC) GE-FANUC versamax
- Regulador de carga
- Medidor multifunción

Para operar la micro central hidroeléctrica se debe realizar la siguiente rutina:

1. Revisar que el interruptor de excitación se encuentre en la posición $\odot N$.
2. Comprobar que el fusible de excitación se encuentre en buenas condiciones
3. Revisar que el interruptor de carga principal se encuentre desconectado
4. Verificar el estado de las resistencias LASTRE(5Ω por grupo)
5. Verificar que no se encuentre ningún cuerpo extraño en las guardas de las fajas entre el Generador y la Turbina Michell Banki.
6. Verificar que el PLC se encuentre en estado RUN.

6.2.. REGULACIÓN MANUAL DE LA MICRO CENTRAL:

Si se desea iniciar la operación de la Micro central Hidroeléctrica desde la cámara de válvulas .Se puede hacer esto como modo de prueba, poder accionar el álabe directriz y dejarlo en posición deseada , la válvula mariposa igualmente. Para la operación del modo local manual debe realizar los siguientes pasos:

1. Verificar que las condiciones iniciales estén dadas para la operación del arranque.
2. Presionar el pulsador de apertura de la válvula mariposa, hay que tenerlo pulsado hasta que el fin de carrera lo interrumpa.

3. Presionar el pulsador de apertura del álabe directriz y observar que en el Medidor de Multifunción, la frecuencia y la potencia que se desea trabajar.
4. Luego de establecida la potencia se procede a levantar el interruptor de carga principal.
5. Si la frecuencia cae (menos de 60 Hz) se puede abrir manualmente el álabe directriz para aumentar la frecuencia, de igual manera si la frecuencia tiende a dispararse.

6.3..LA OPERACIÓN DE LOS PLC'S EN LA M.C.H.:

Se puede comprobar que gracias al empleo de los PLC's (Controladores Lógicos Programables) se monitorean procesos de Control y extraen o captan señales tales como Caudal, Nivel de descarga, etc.

El PLC de Chilicocha Versamax de General Electric FANUC realiza las siguientes tareas:

Control encendido/apagado de la Válvula Cónica Howell Bunger.

- Control encendido/apagado de Motores AC o DC de la Unidad Hidráulica.

Monitoreo de variables discretas de botoneras, selectores, presostatos en la Unidad Hidráulica. Sensores de inundación. Niveles de laguna mínimo.

Monitoreo de variables continuas (4-20mA) de posicionamiento de Howell Bunger, sensores de presión, nivel de sensor ultrasónico en el túnel de descarga.

Señalización de alarmas.

Comunicaciones Seriales vía Protocolo MODBUS sobre RS485.

En el Sistema de la Cámara de Válvulas se encuentran los PLC's con la misión de monitorear el Sistema de Regulación de la Laguna Chilicocha y por medio del Programa CIMPLICITY se puede adquirir datos del Sistema.

El Sistema de Automatización de la Laguna Chilicocha en forma general es como sigue: En otras lagunas el sistema de regulación esta constituido

por una Estación Maestra (EM) que forma el Centro de Control, donde se controlan o supervisan todas las instalaciones.

El centro de Control, donde se encuentra situado en Tablachaca. Es la única Laguna del Sistema Hidrometeorológico que tiene un Sistema de Regulación mediante Válvulas Mariposa y Howell Bungler y con M. C. H. para la operación de estos debido a la altura hidrométrica que posee.

III..PROPUESTA

MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE REGULACION DE CAUDAL DE DESCARGA MEDIANTE EL CONTROL DE LAS VALVULAS MARIPOSA Y HOWELL BUNGER

Se tomó como parámetros: $V=220$ V y $f=60$ Hz. De acuerdo al APENDICE 5

1..CASO 1: VISUALIZACIÓN DE PROGRAMA CON EASY 820 DC-RC

Para efectos de Simulación se optó por casos específicos:

- a) Con apertura de válvula Cónica (Howell Bungler) al 50%.
- b) Con apertura al 100%.
- c) Apertura al 0% con la acción de una alarma para una eventual parada de emergencia.

Los casos de apertura de la Válvula Cónica Howell Bungler logran su cometido al comparar el valor de la consigna previamente establecida por el PLC con las señales de los sensores de posición (Z) y de caudal (SQ) respectivamente.

Los valores de consigna a comparar serán igualmente valores de Z (Posición) o SQ (Caudal) según sea el caso que se desee simular y controlar.

1.1 GRAFCET PARA CASO 1

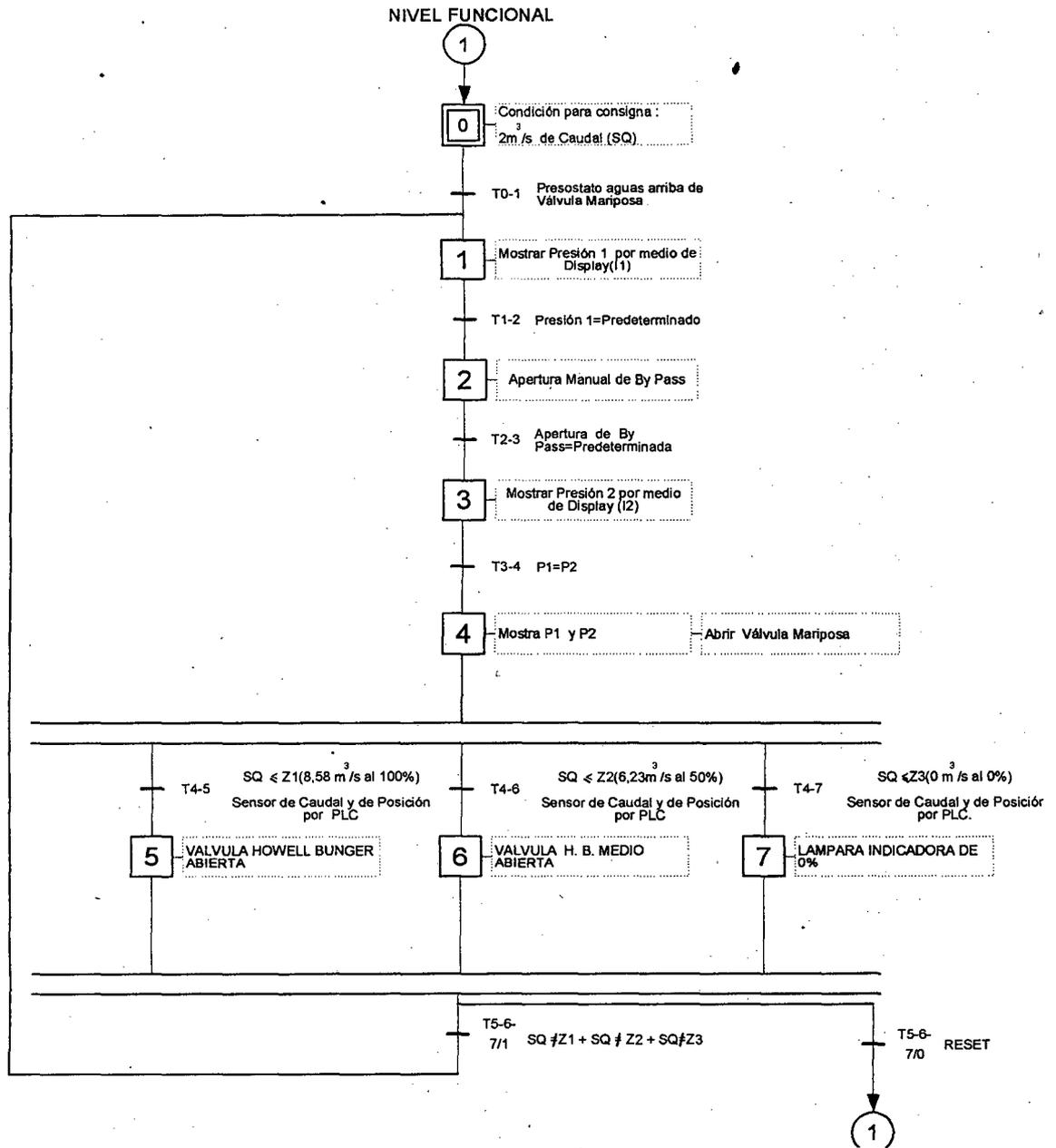


Fig.Nº 48 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL FUNCIONAL DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA

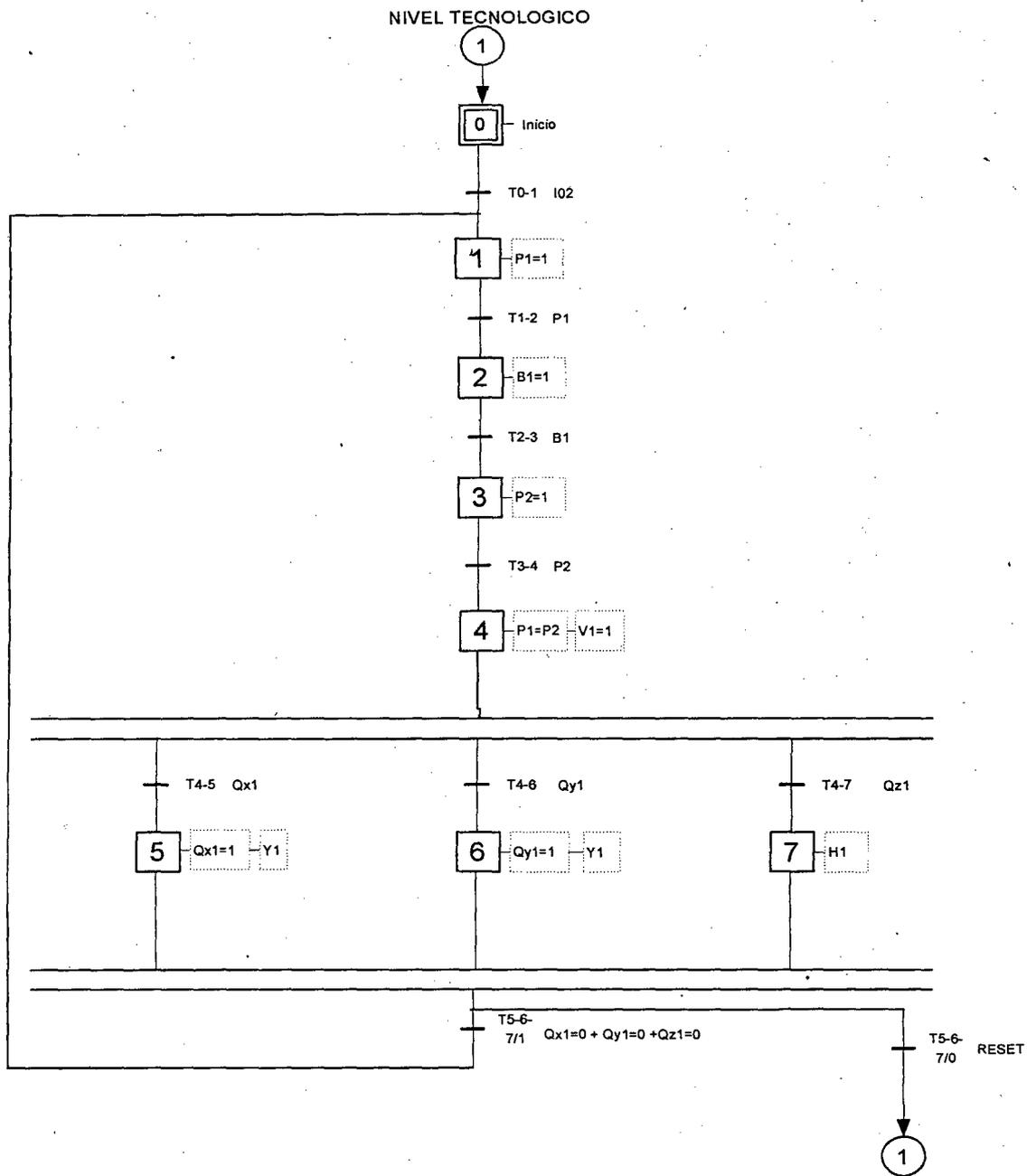


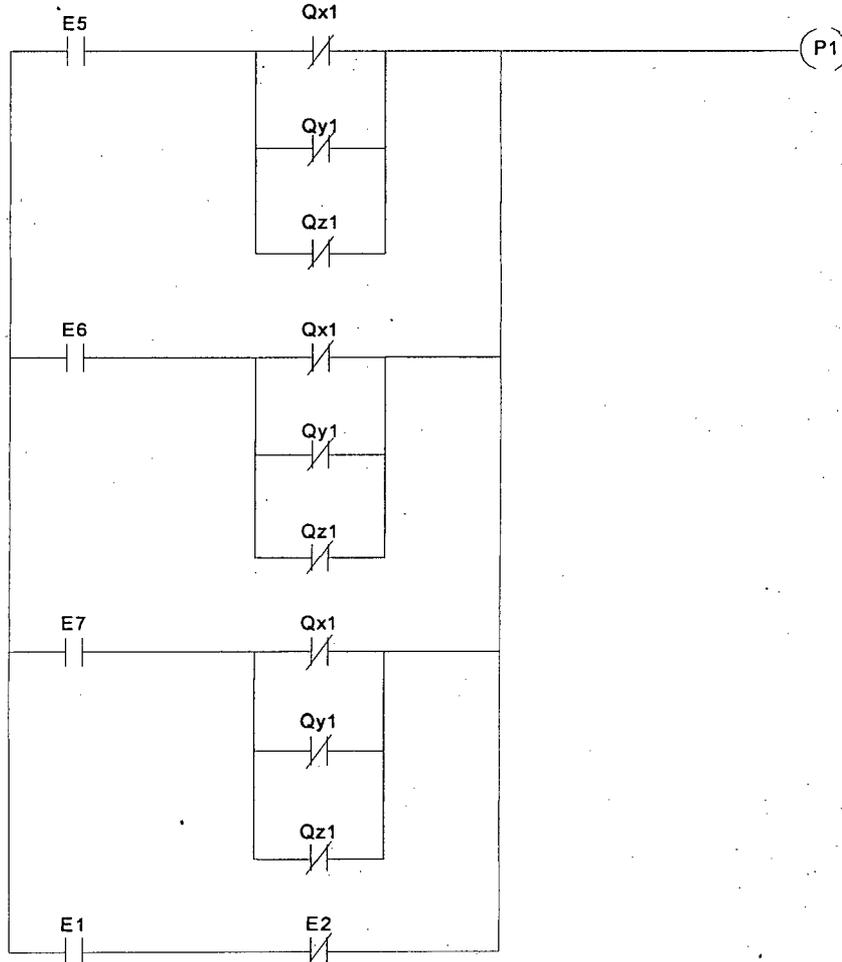
Fig.N° 49 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL TECNOLÓGICO DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA

ECUACIONES DEL ESQUEMA GRAFCET 1:

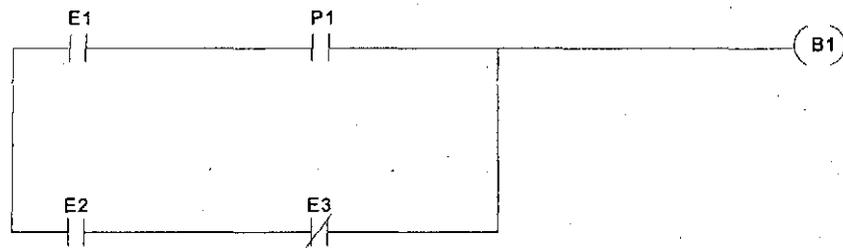
1. $E_0 = INICIO; E_0 = RESET$
2. $E_1 = E_5(\overline{Q_{x1}} + \overline{Q_{y1}} + \overline{Q_{z1}}) + E_6(\overline{Q_{x1}} + \overline{Q_{y1}} + \overline{Q_{z1}}) + E_7(\overline{Q_{x1}} + \overline{Q_{y1}} + \overline{Q_{z1}}) + \overline{E_2}.E_1$
3. $E_2 = E_1.P_1 + \overline{E_3}.E_2; \overline{E_2} = B_1$
4. $E_3 = E_2.B_1 + \overline{E_4}.E_3; E_3 = P_2$
5. $E_4 = E_3.P_2 + E_4(\overline{E_5} + \overline{E_6} + \overline{E_7}); E_4 = (P_1 = P_2)$
6. $E_5 = Q_{x1}.Y_1; E_5 = E_4.Q_{x1}$
7. $E_6 = Q_{y1}.Y_1; E_6 = E_4.Q_{y1}$
8. $E_7 = Q_{z1}.E_4; E_7 = H_1$

Se puede deducir de las Ecuaciones Booleanas los siguientes Esquemas:

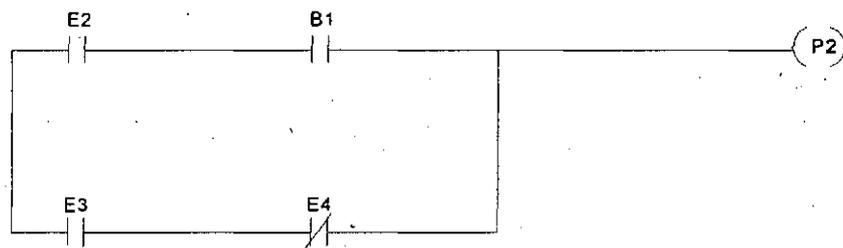
1) $E_1 = E_5(\overline{Q_{x1}} + \overline{Q_{y1}} + \overline{Q_{z1}}) + E_6(\overline{Q_{x1}} + \overline{Q_{y1}} + \overline{Q_{z1}}) + E_7(\overline{Q_{x1}} + \overline{Q_{y1}} + \overline{Q_{z1}}) + \overline{E_2}.E_1$



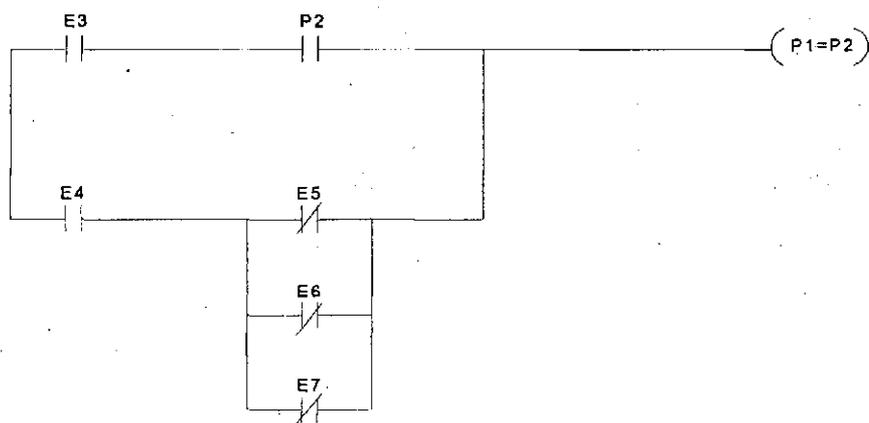
2) $E2 = E1.P1 + \overline{E3}.E2; E2 = B1$



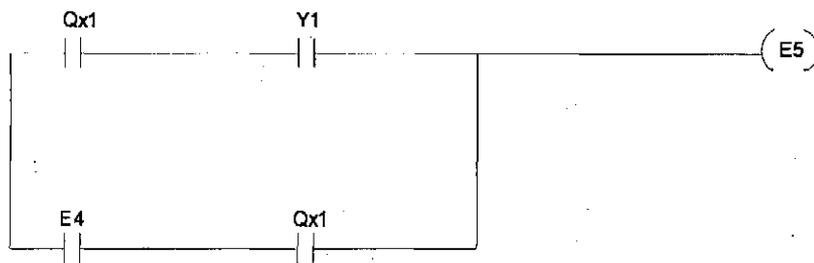
3) $E3 = E2.B1 + \overline{E4}.E3; E3 = P2$



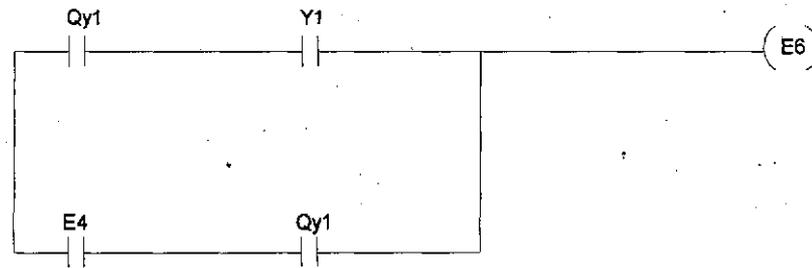
4) $E4 = E3.P2 + E4(\overline{E5} + \overline{E6} + \overline{E7}); E4 = (P1 = P2)$



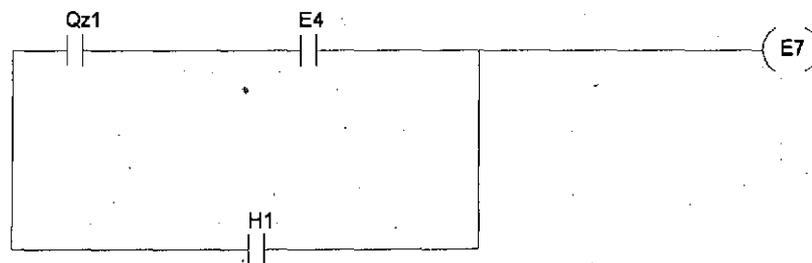
5) $E5 = Qx1.Y1; E5 = E4.Qx1$



$$6) E6 = Qy1.Y1; E6 = E4.Qy1$$



$$7) E7 = Qz1.E4; E7 = H1$$



LEYENDA DEL DIAGRAMA ELECTRICO 1

ENTRADAS

I01=PARADA

I02=ARRANQUE

I03=PRESOSTATO1

I04=VALVULA BY PASS

I05=Z1 (SENSOR DE POSICION 1)

I06=SQ1 (SENSOR DE NIVEL 1)

I07=Z2 (SENSOR DE POSICION2)

I08=SQ2 (SENSOR DE NIVEL 2)

I09=Z3 (SENSOR DE POSICION3)

I10=SQ3 (SENSOR DE NIVEL 3)

SALIDAS

Q01=CONTACTO DEL PRESOSTATO1

Q02=CONTACTO DEL PRESOSTATO2

Q03=VALVULA MARIPOSA

Q04=APERTURA VALVULA CONICA AL 100%

Q05=APERTURA VALVULA CONICA AL 50%

Q06=APERTURA VALVULA CONICA AL 0%

Q07= APERTURA VALVULA CONICA (Y2) EXPANSION

MARCAS

M01=MARCA1

1.2.. DIAGRAMA ELECTRICO

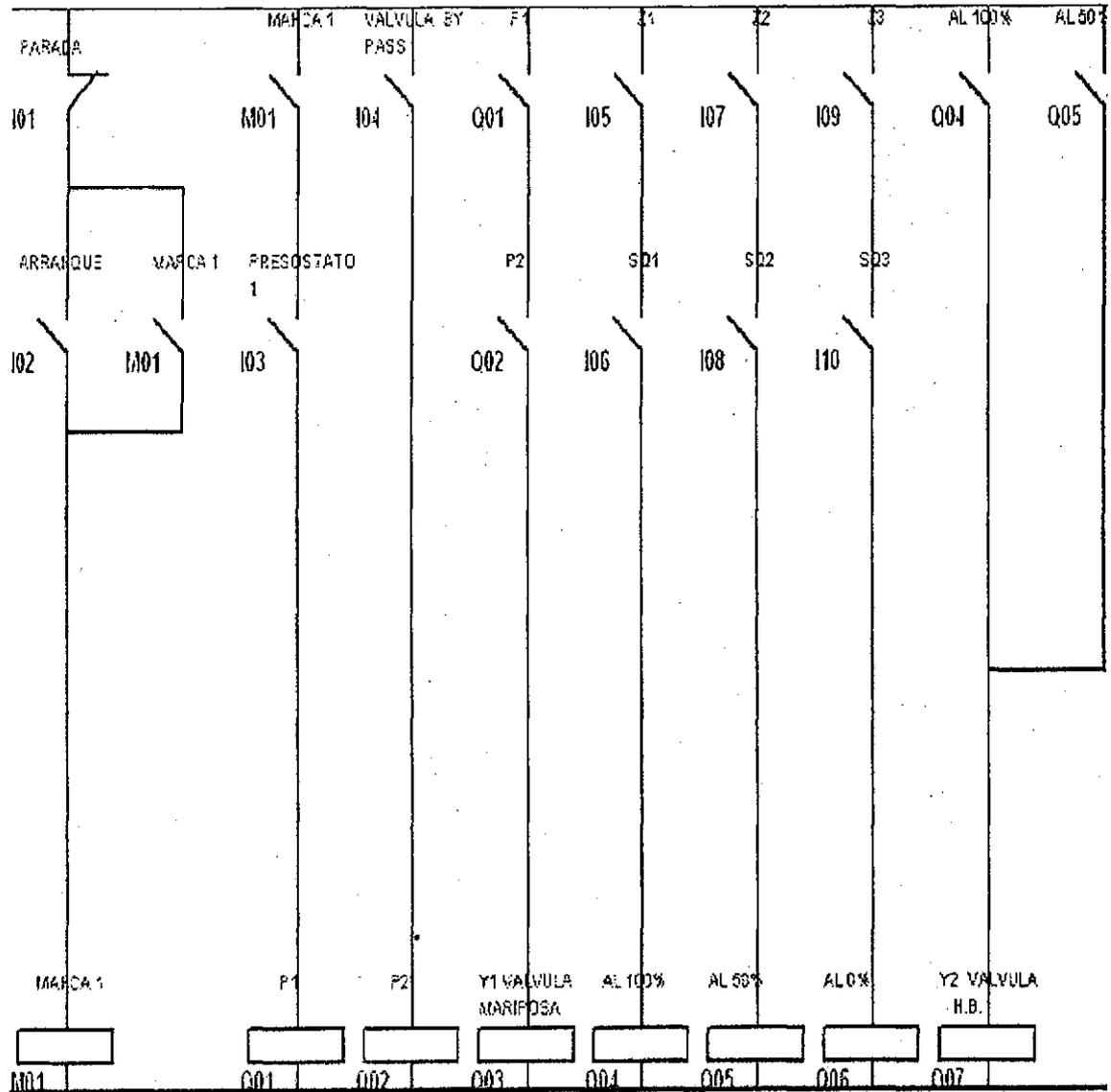


Fig.№ 50 DIAGRAMA ELECTRICO DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA

1.3.. DIAGRAMA LADDER

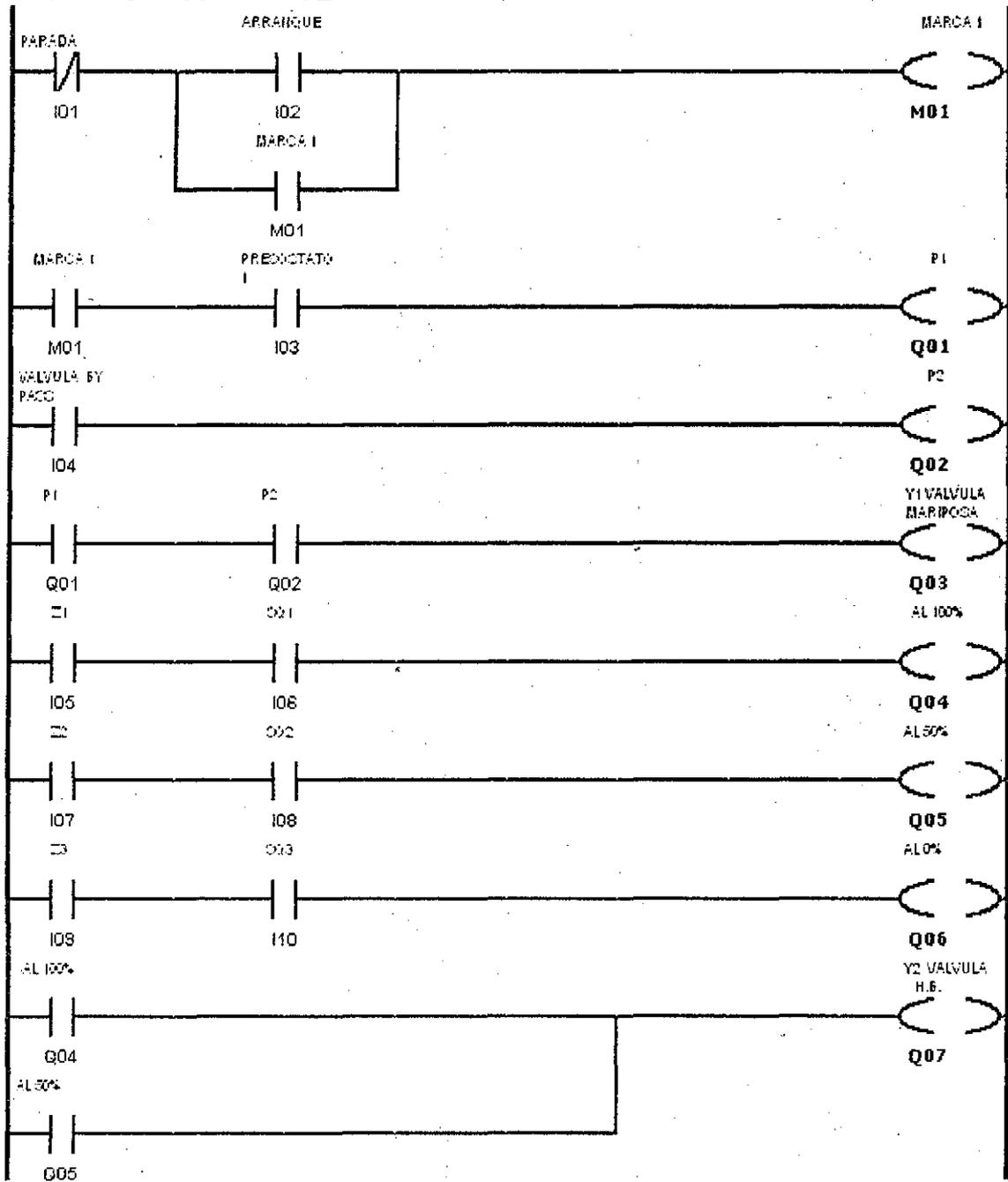


Fig.Nº 51 DIAGRAMA LADDER DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA

2..CASO 2: VISUALIZACIÓN DE UNA ESTACIÓN PASIVA CON EASY 820 DC-RC Y MFD TITAN (HMI)

Para efectos de Simulación se vio conveniente interactuar con 2 temporizadores para las opciones: t1 a 10 segundos (simula caso de 10 minutos) y t2 a 15 segundos (simula caso de 15 minutos) de su activación. Estas 2 opciones tienen activaciones por medio de los sensores principales del Sistema de Control: Z (Posición) y SQ (Caudal).

Los valores de consigna tomados para este caso son:

- a) Caudales de $7,54\text{m}^3/\text{s}$ y $6,23\text{m}^3/\text{s}$
- b) Caudales de $4,19\text{m}^3/\text{s}$ y $2,09\text{m}^3/\text{s}$

Los casos de consigna tienen por fin la apertura de la Válvula Cónica, en el caso a) al 62,5 % y 50%, en el caso b) al 37,5 y 25 % respectivamente.

2.1.. GRAFCET PARA CASO 2:

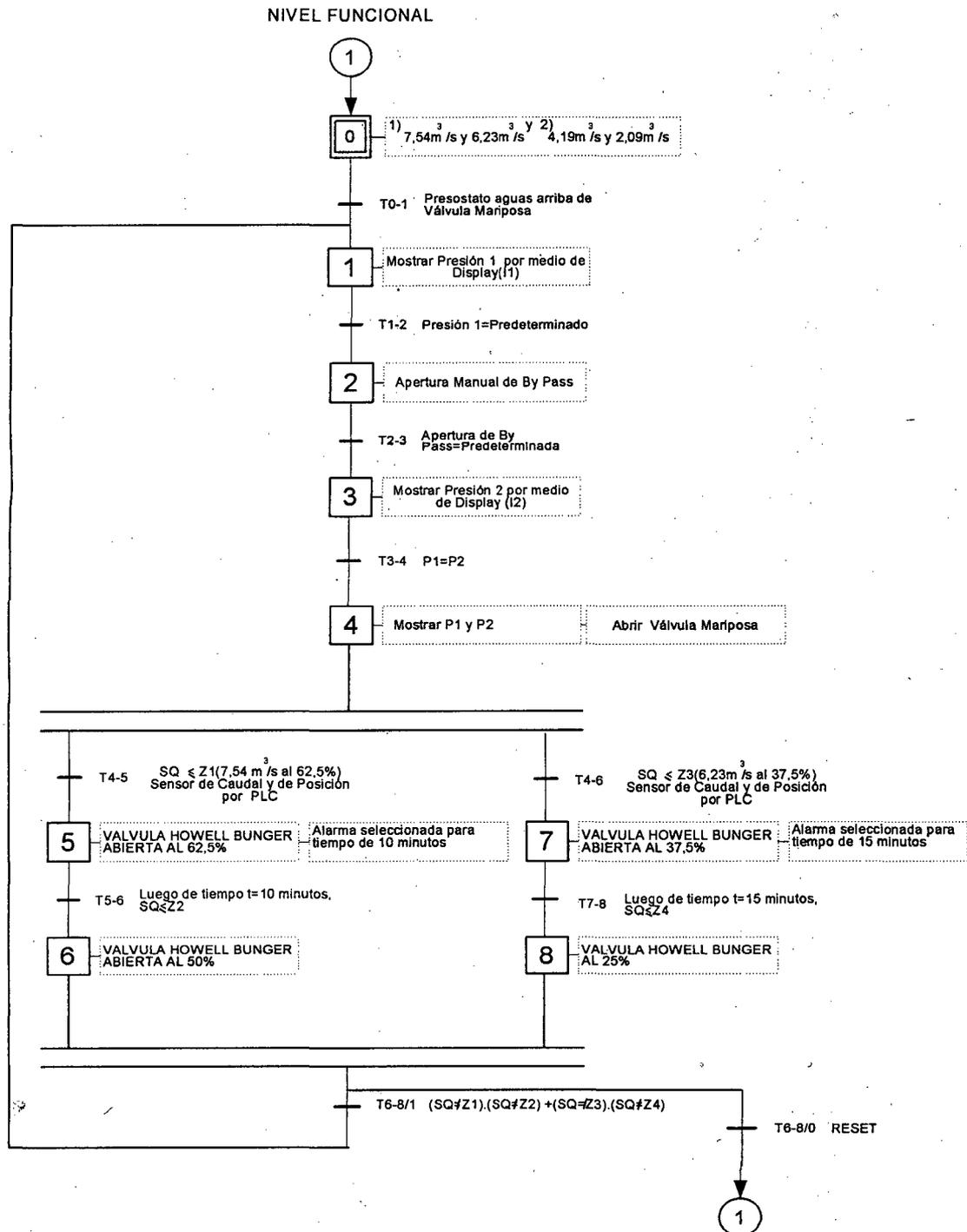


Fig.Nº 52 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL FUNCIONAL PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA

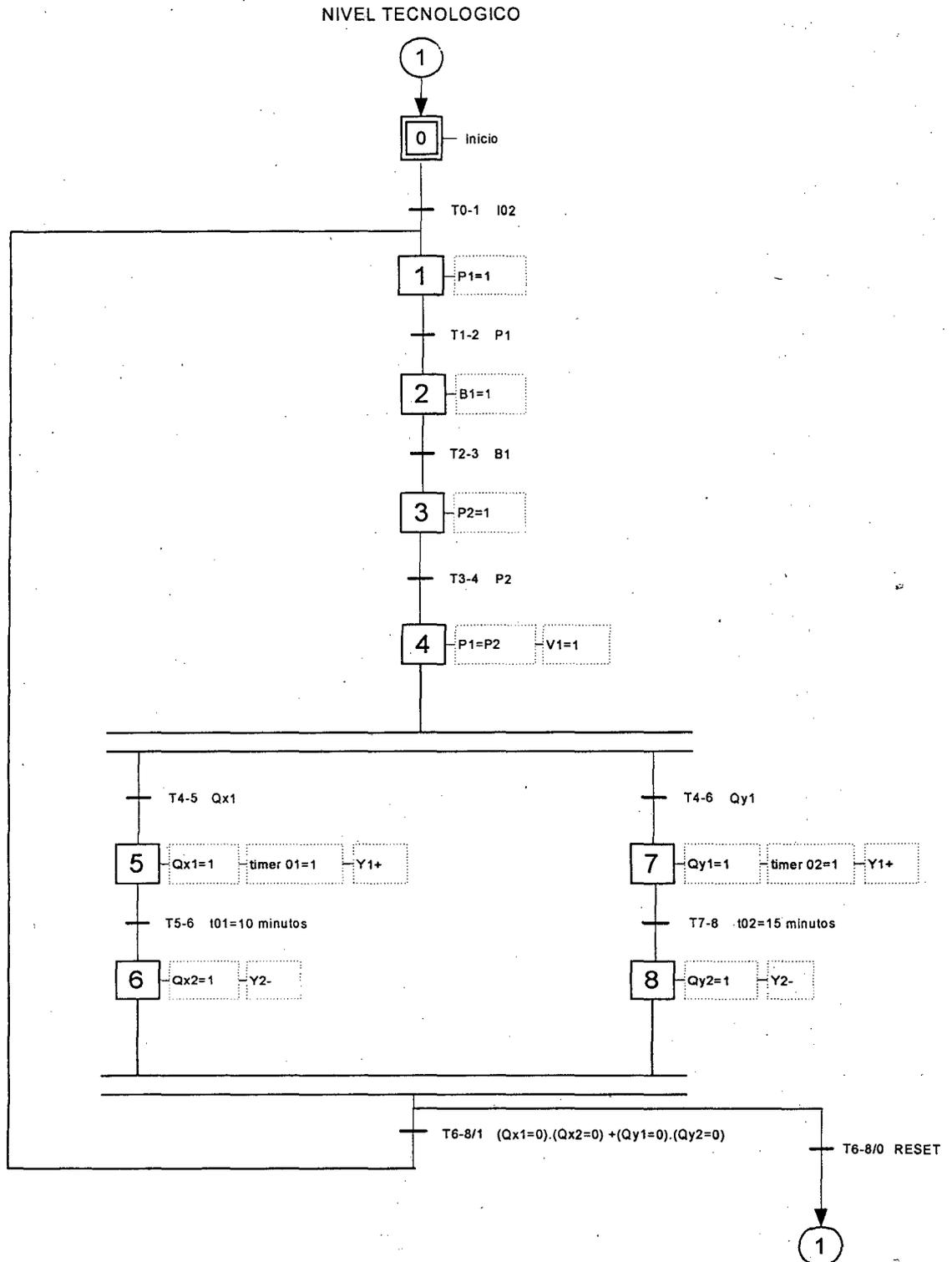


Fig.N° 53 GRAFCET ELABORADO PARA NIVEL TECNOLOGICO PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA

ECUACIONES DEL ESQUEMA GRAFCET 2:

$$1. E_0 = INICIO; E_0 = RESET$$

$$2. E_1 = E_6(\overline{Q_{x1}}.\overline{Q_{x2}} + \overline{Q_{y1}}.\overline{Q_{y2}}) + E_8(\overline{Q_{x1}}.\overline{Q_{x2}} + \overline{Q_{y1}}.\overline{Q_{y2}}) + \overline{E_2}.E_1$$

$$3. E_2 = E_1.P_1 + \overline{E_3}.E_2; \overline{E_2} = B_1$$

$$4. E_3 = E_2.B_1 + \overline{E_4}.E_3; E_3 = P_2$$

$$5. E_4 = E_3.P_2 + E_4(\overline{E_5} + \overline{E_7}); E_4 = (P_1 = P_2)$$

$$6. E_5 = E_4.Q_{x1}; E_5 = Q_{x1}.T_1.Y_1; timer1 = T_1$$

$$7. E_6 = E_5.I_{01}; E_6 = Q_{x2}.Y_2$$

$$8. E_7 = E_4.Q_{y1}; E_7 = Q_{y1}.T_2.Y_1; timer2 = T_2$$

$$9. E_8 = E_7.I_{02}; E_8 = Q_{y2}.Y_2$$

LEYENDA DEL DIAGRAMA ELECTRICO 2**ENTRADAS**

I01=PARADA

I02=ARRANQUE

I03=PRESOSTATO1

I04=VALVULA BY PASS

I05=Z1 (SENSOR DE POSICION 1)

I06=SQ1 (SENSOR DE NIVEL 1)

I07=Z2 (SENSOR DE POSICION2)

I08=SQ2 (SENSOR DE NIVEL 2)

I09=Z3 (SENSOR DE POSICION3)

I10=SQ3 (SENSOR DE NIVEL 3)

2I01=Z4 (SENSOR DE POSICIÓN 4)

2I02=SQ4 (SENSOR DE NIVEL 4)

SALIDAS

Q01=CONTACTO DEL PRESOSTATO1

Q02=CONTACTO DEL PRESOSTATO2

Q03=VALVULA MARIPOSA

Q04=APERTURA VALVULA CONICA AL 62,5%

Q05=APERTURA VALVULA CONICA AL 50%

Q06=APERTURA VALVULA CONICA AL 37,5%

2Q01= APERTURA VALVULA CONICA AL 25%

2Q02=VÁLVULA CONICA (Y2 +) EXPANSION

2Q03=VÁLVULA CONICA (Y1 -) COMPRESION

MARCAS

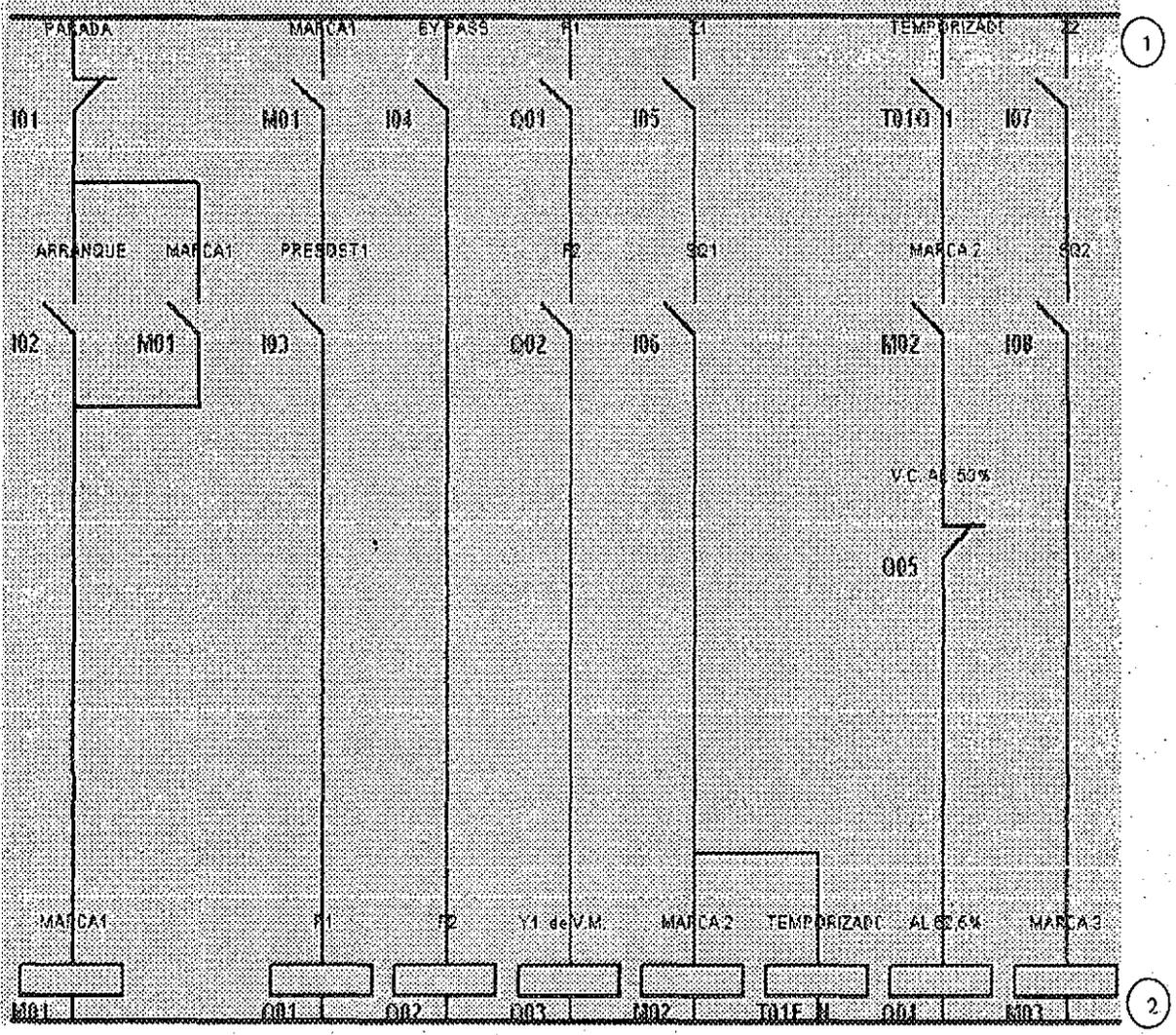
M01=MARCA1

M02=MARCA2

M03=MARCA3

M04=MARCA4

2.2.. DIAGRAMA ELECTRICO



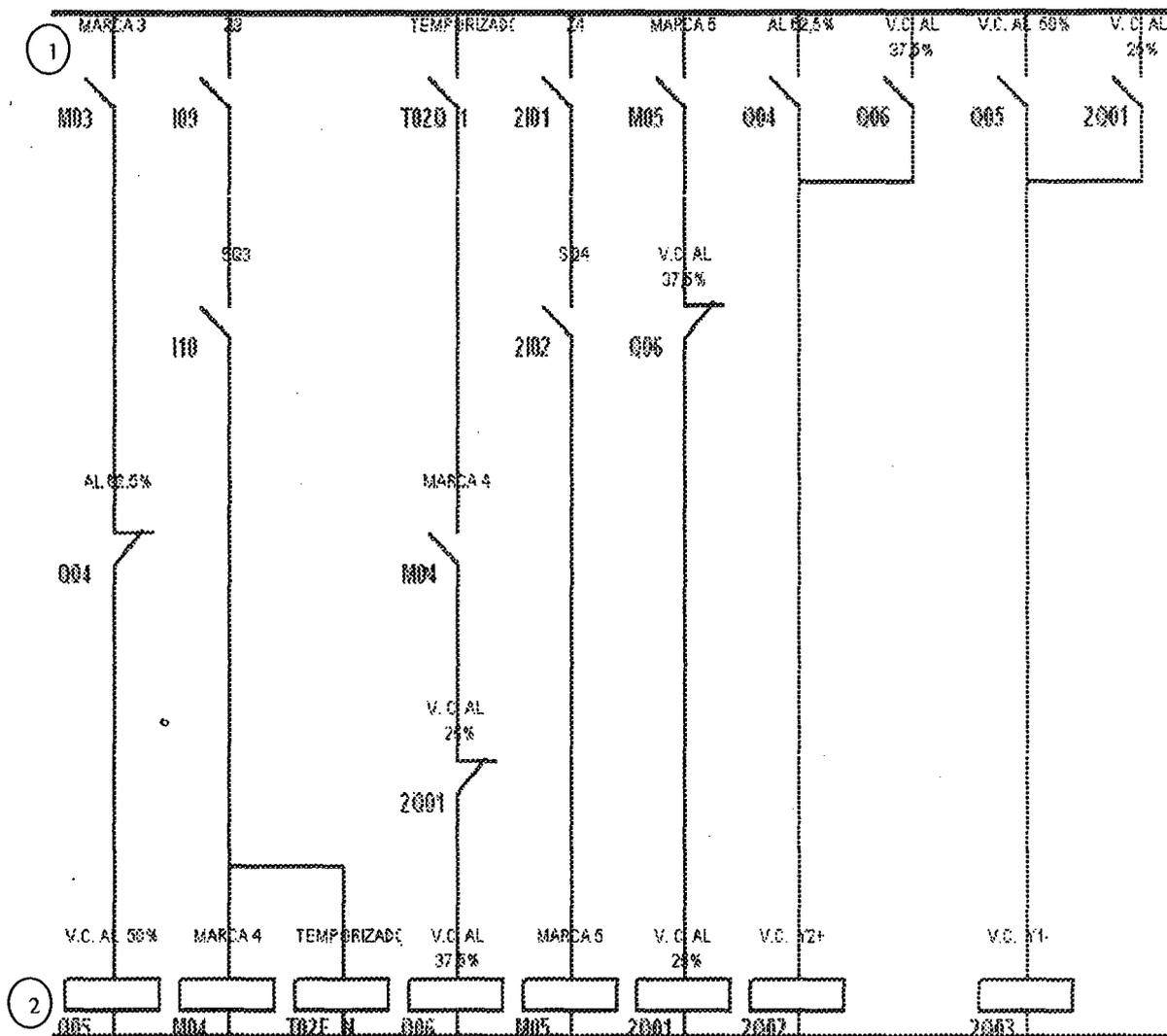
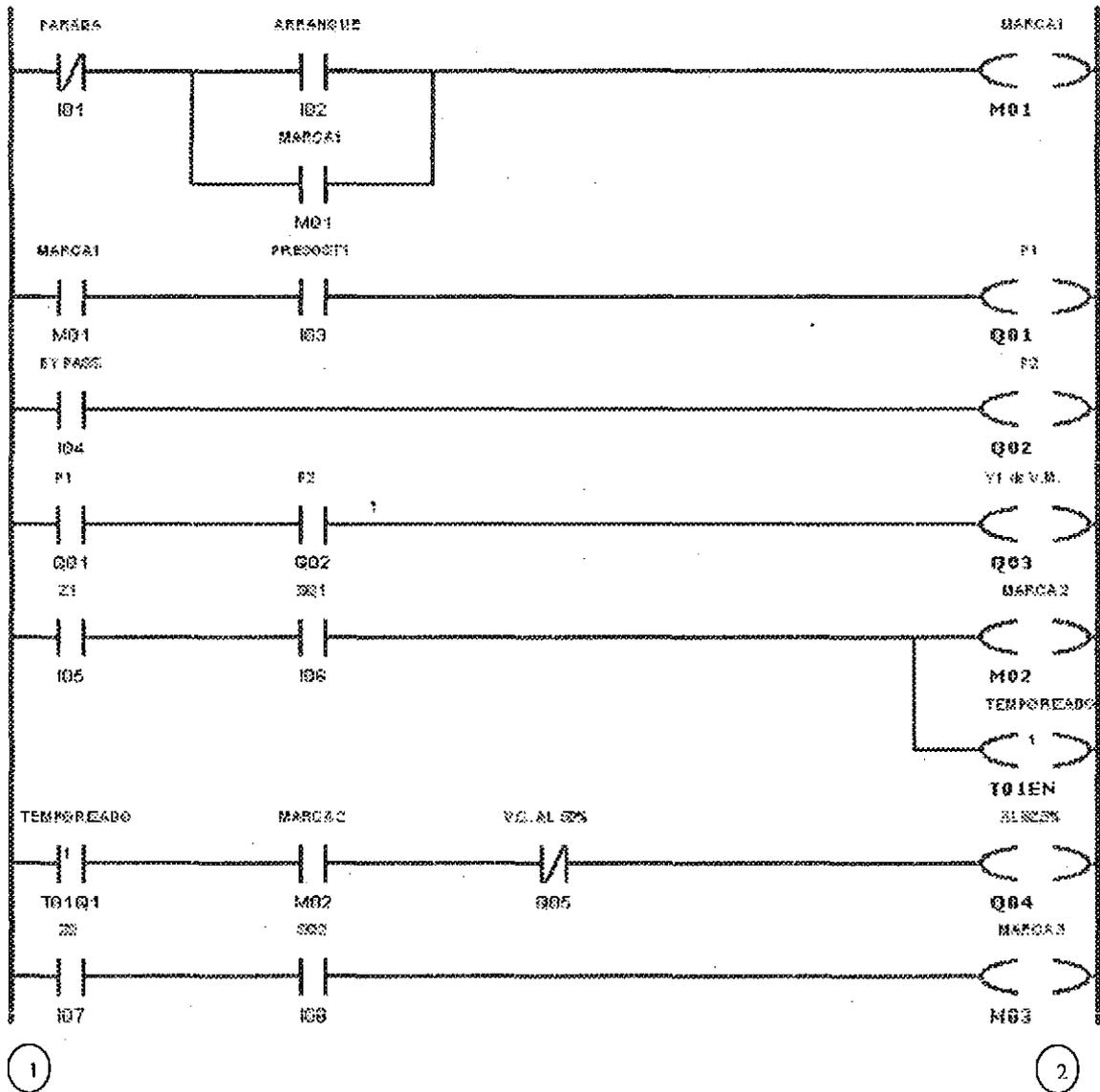


Fig.N° 54 DIAGRAMA ELECTRICO PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA

2.3.. DIAGRAMA LADDER



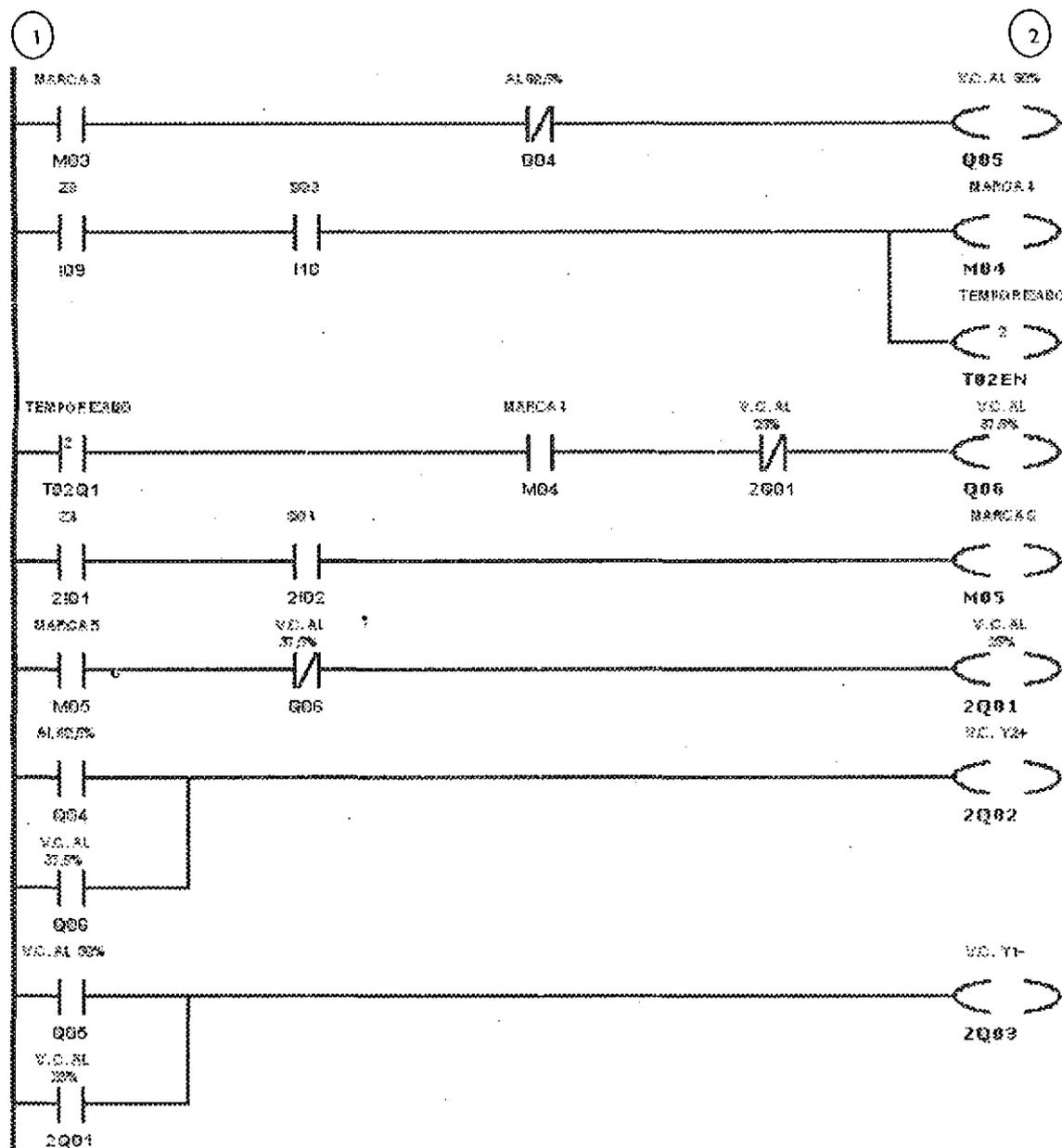


Fig.Nº 55 DIAGRAMA LADDER PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA

2.4.. DIAGRAMA DE BLOQUES (FUNCTION BLOCK)

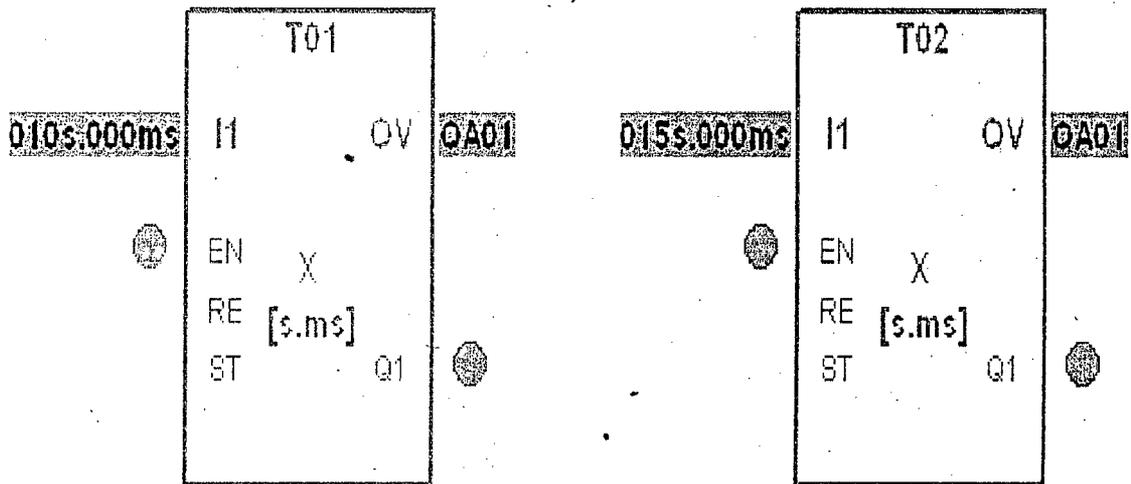


Fig.Nº 56 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA

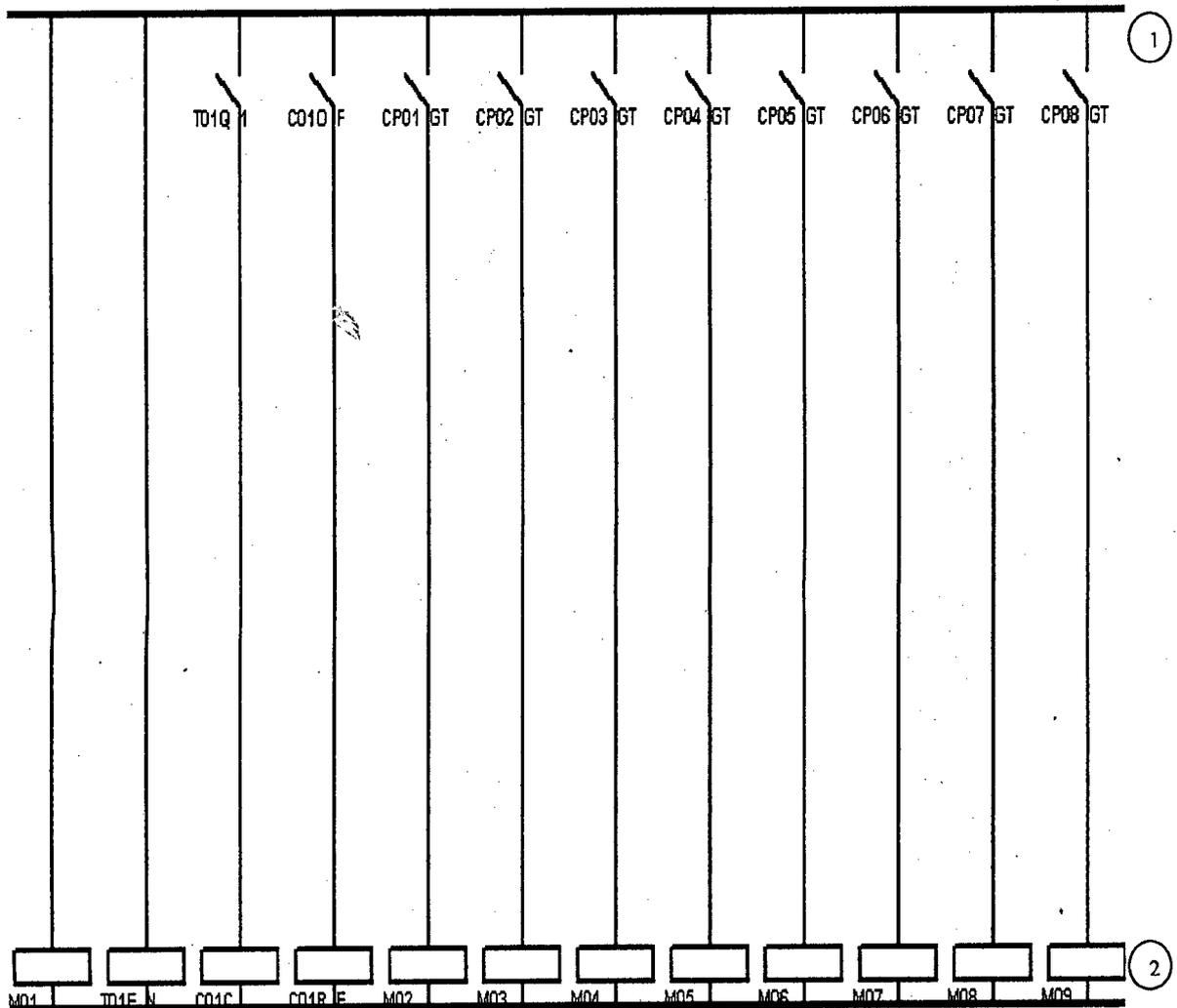
3..VISUALIZACIÓN DE MÁSCARAS MEDIANTE LA INTERACCIÓN DEL MFD (HMI)

Para efectos de Elaboración y Simulación de Máscaras con el MFD TITAN se simuló un proceso de Control de la M. C .H. Chilicocha con 7 Opciones generales vistas en la Segunda Máscara (de opciones) .El programa tiene la particularidad de visualizar las opciones deseadas tales como Presión, Caudal y Posición, vitales en el muestreo del proceso de la M.C.H.

No debemos dejar de mencionar la ayuda en el diagrama ladder de 1 Contador, Comparadores y 1 Temporizador y un Limitador de Valores.

La simulación esta dada para el caso de Consigna: 62,5% (Posición) y 7,54 m³/s (Caudal).

3.1.. DIAGRAMA ELECTRICO



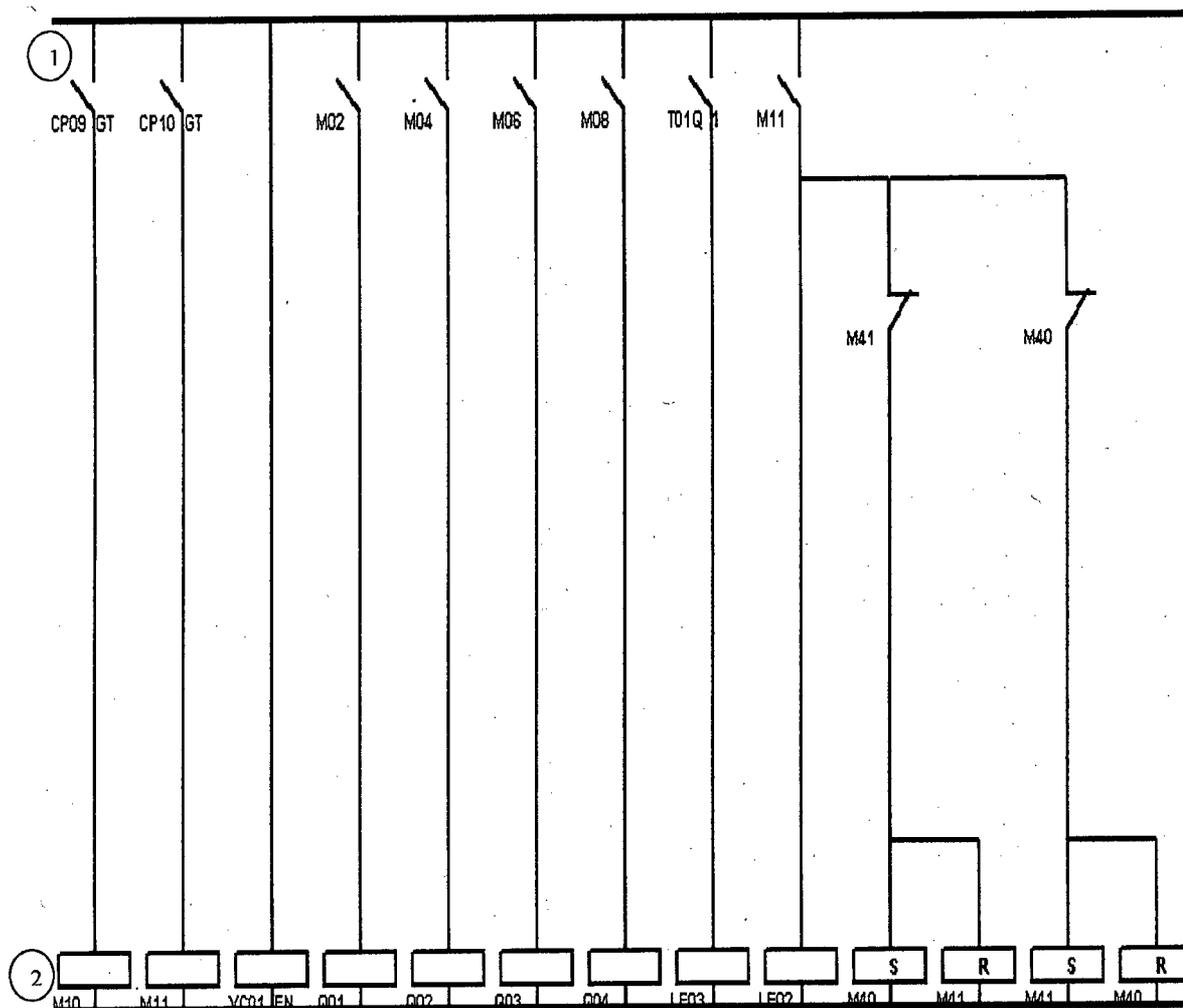
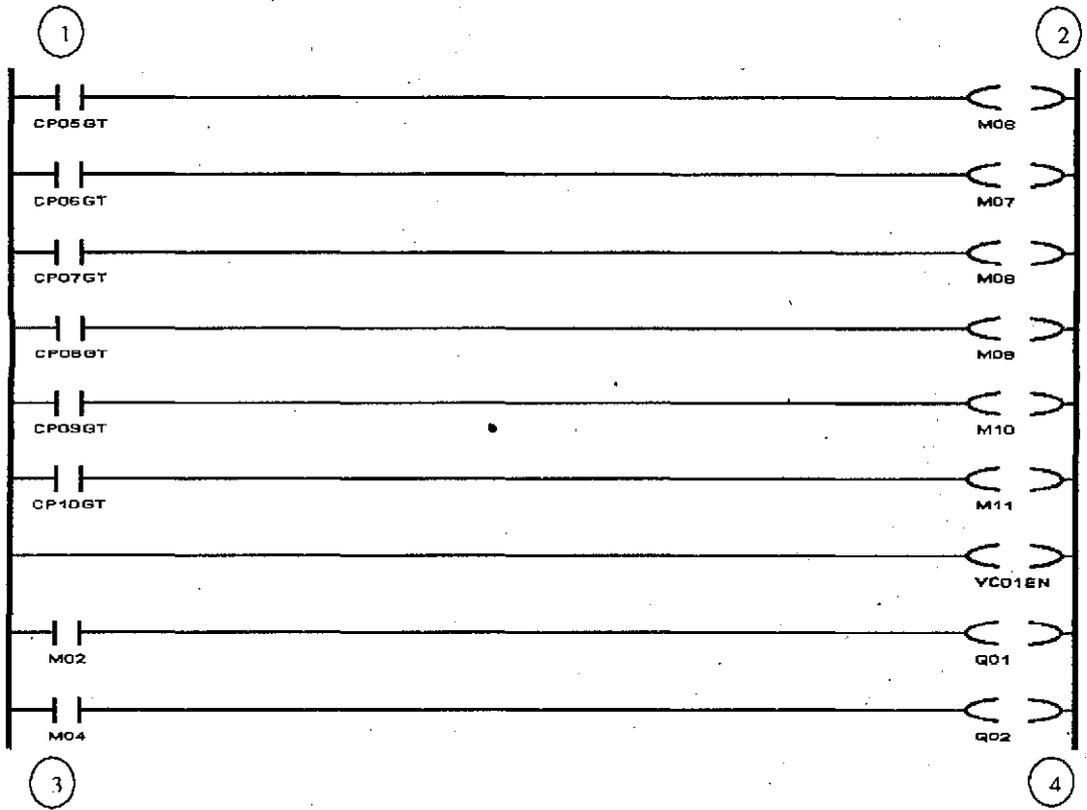
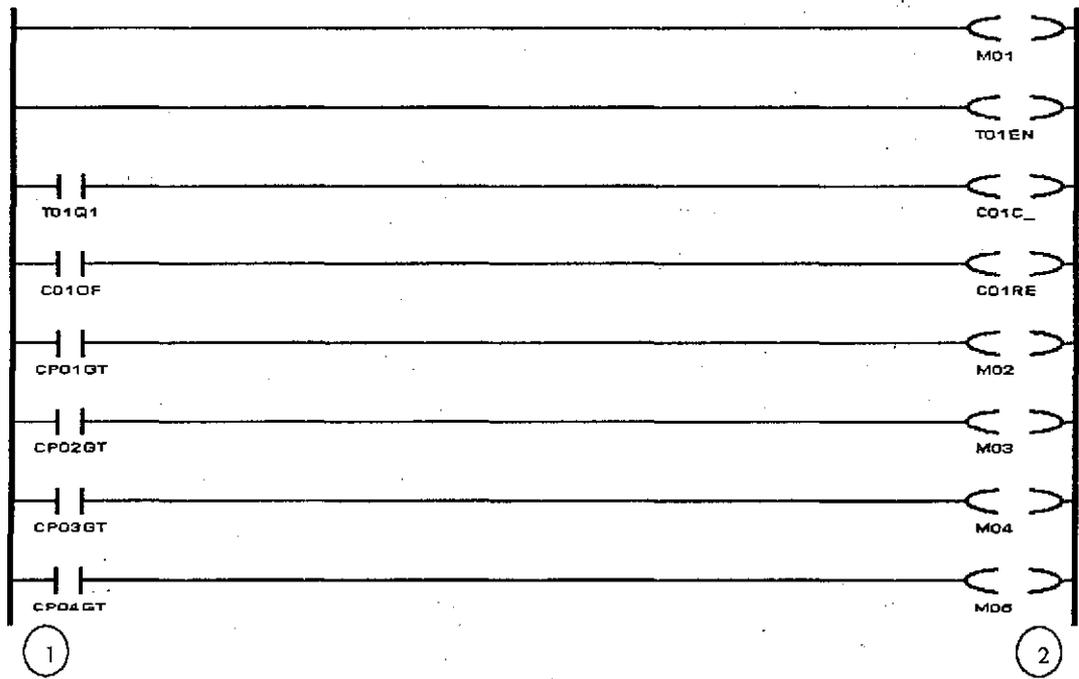


Fig.Nº 57 DIAGRAMA ELECTRICO PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA .

3.2..DIAGRAMA LADDER



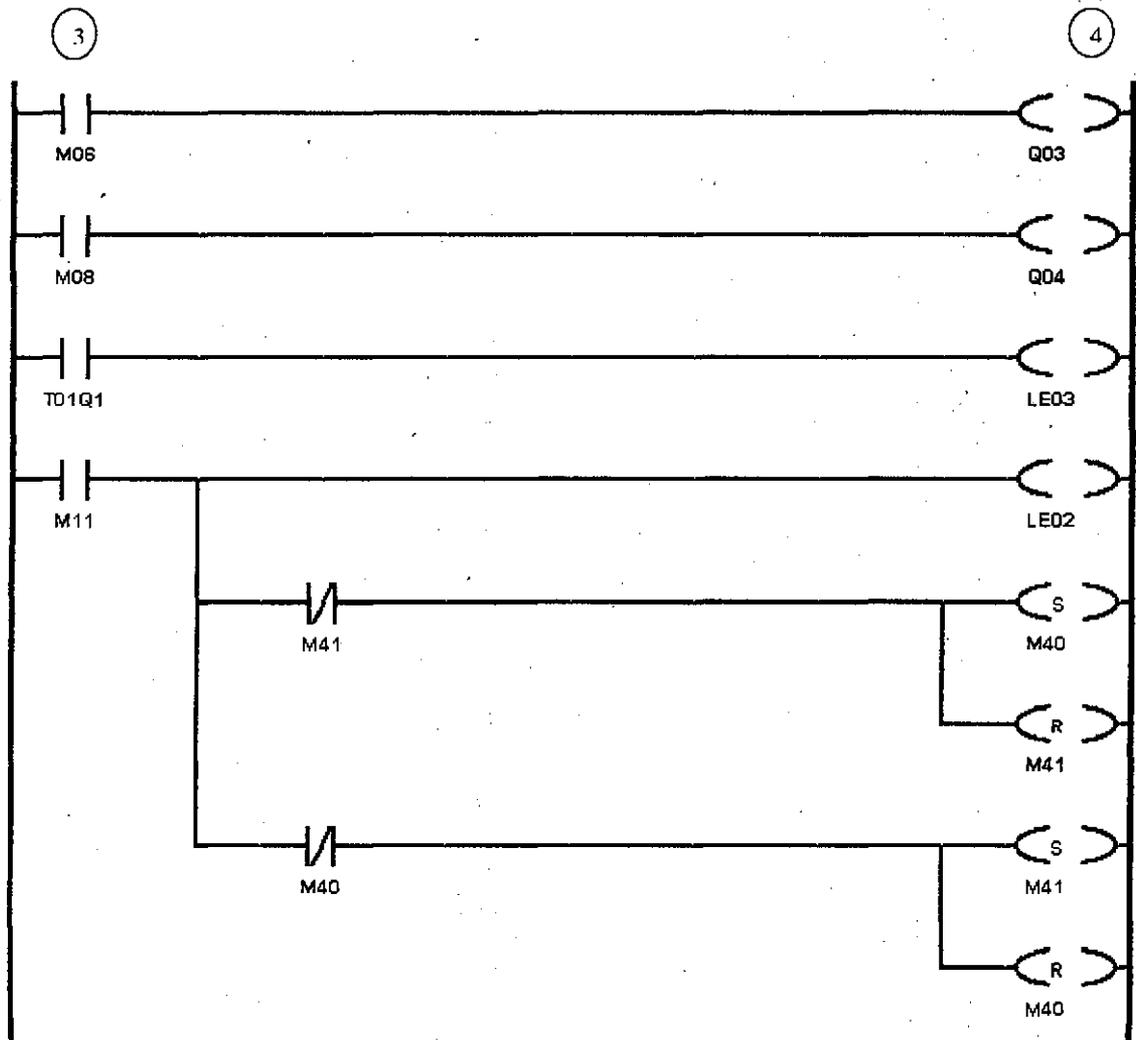
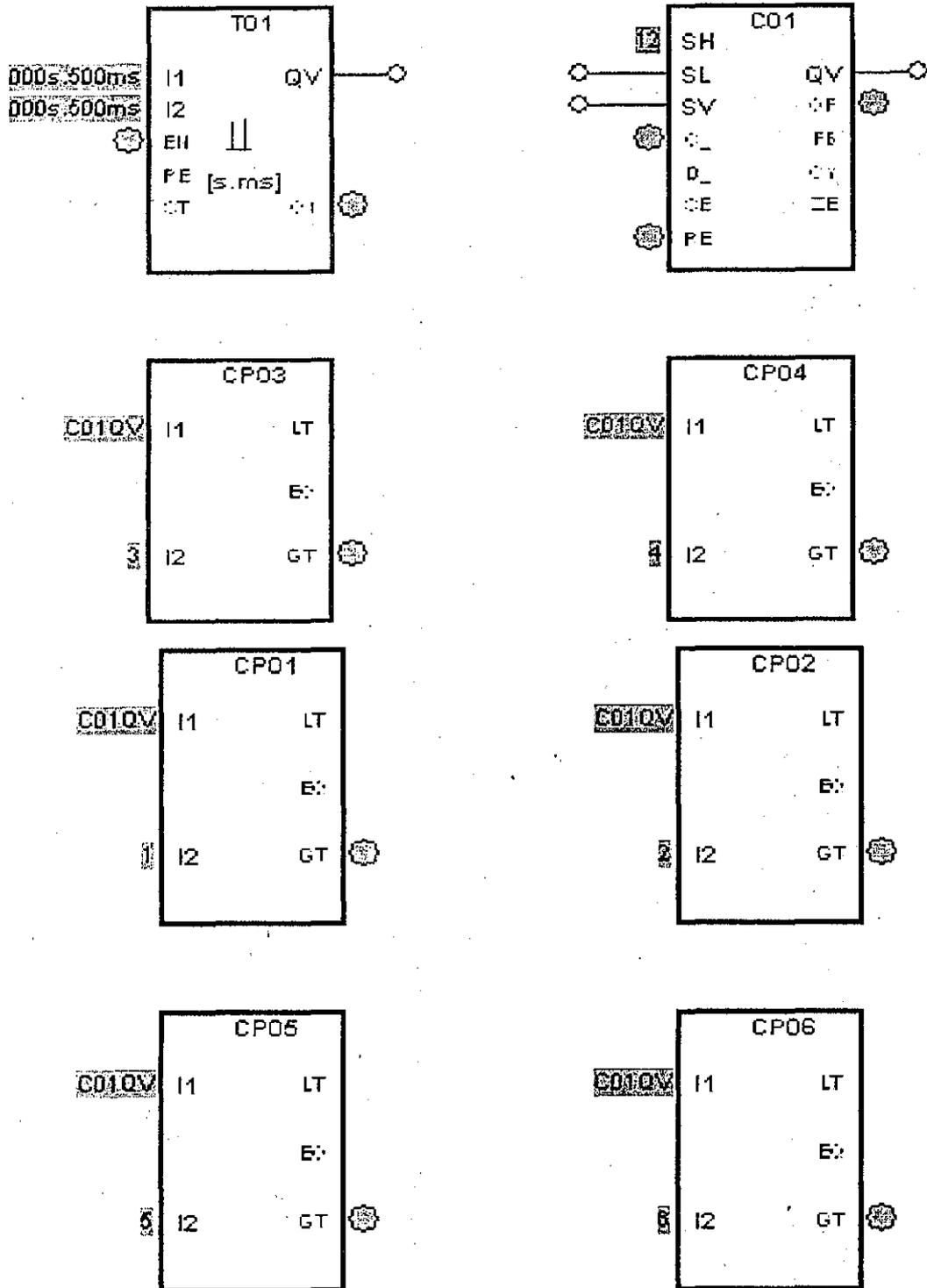
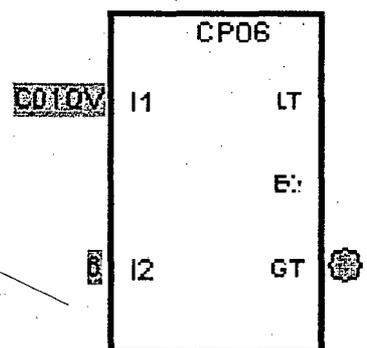
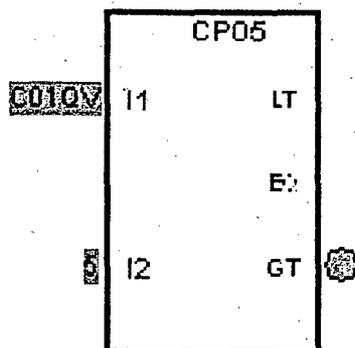
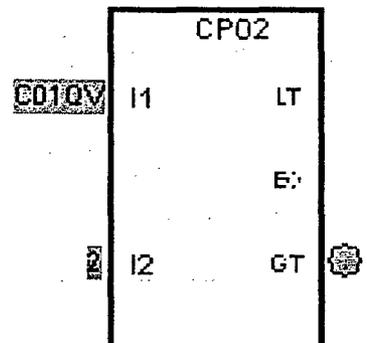
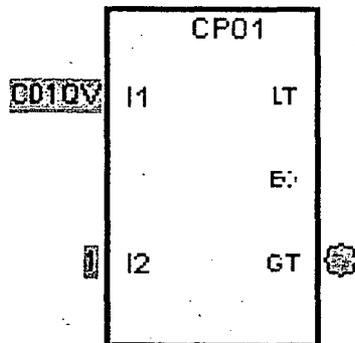
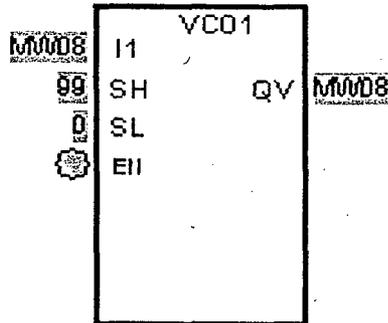
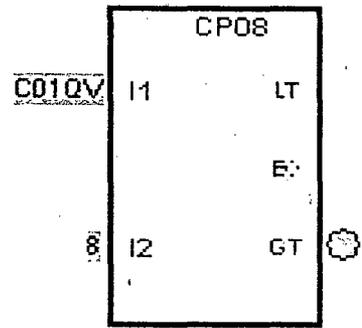
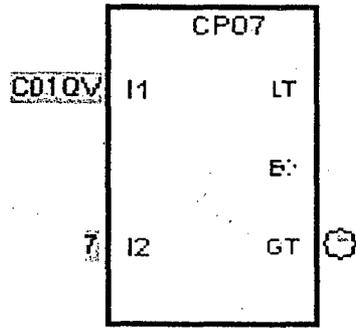


Fig.N° 58 DIAGRAMA LADDER PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA

3.3.. DIAGRAMA DE BLOQUES (FUNCTION BLOCK)





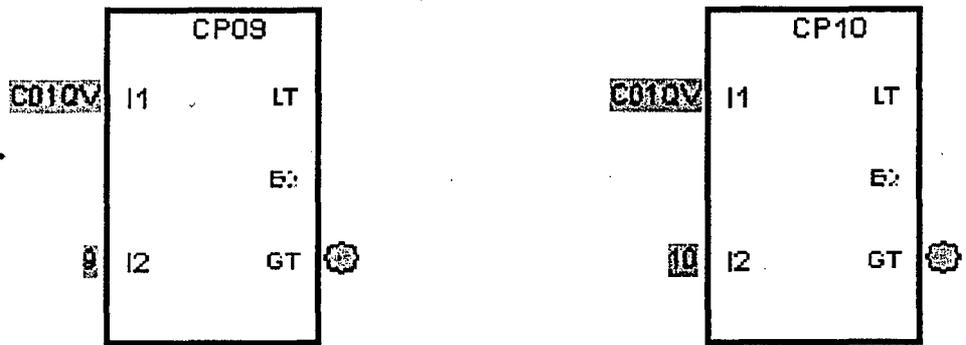
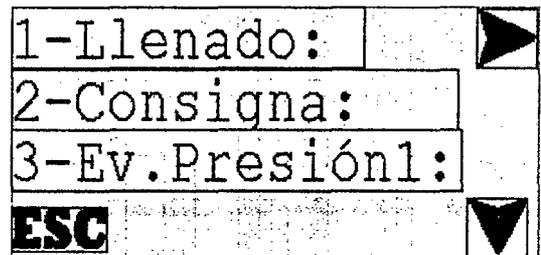


Fig. Nº 59 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA

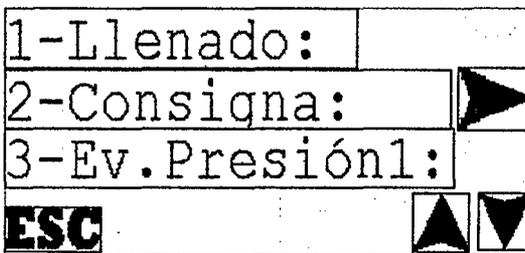
3.4..ELABORACION DE MASCARAS:



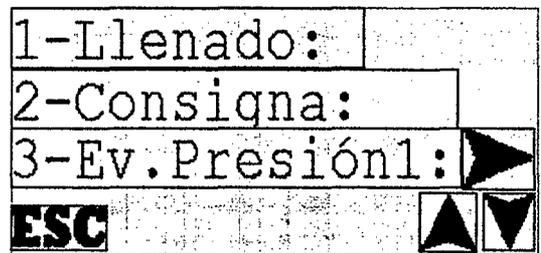
Máscara 1



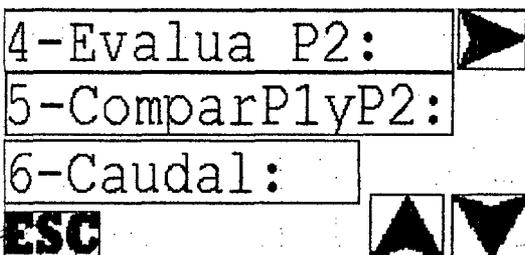
Máscara 2



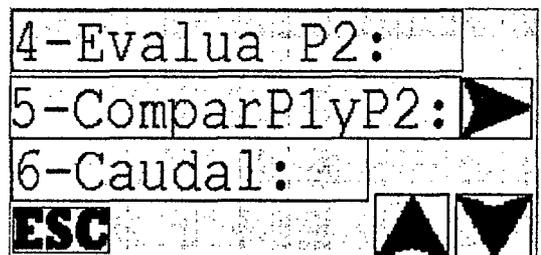
Máscara 3



Máscara 4



Máscara 5



Máscara 6

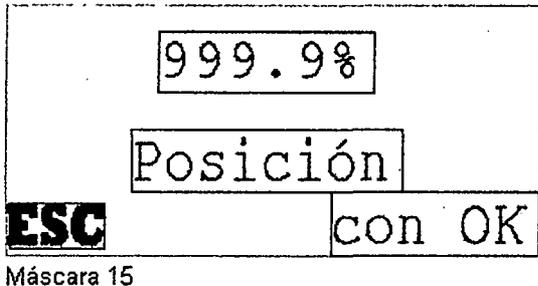
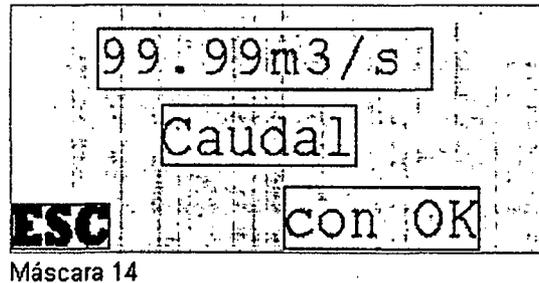
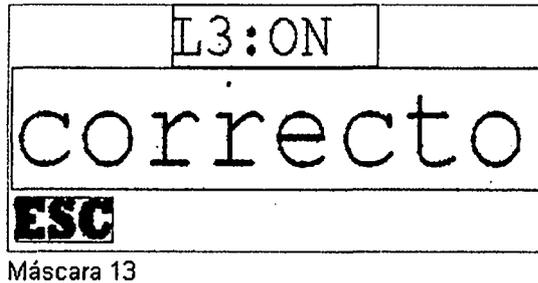
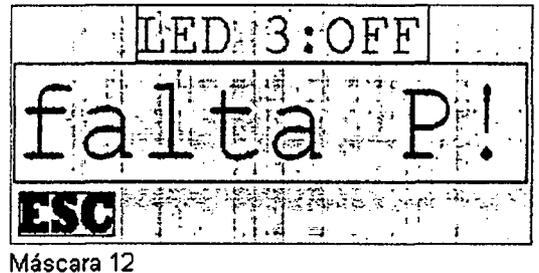
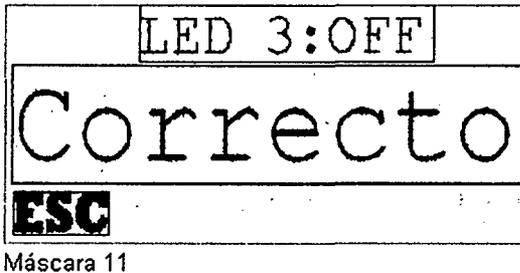
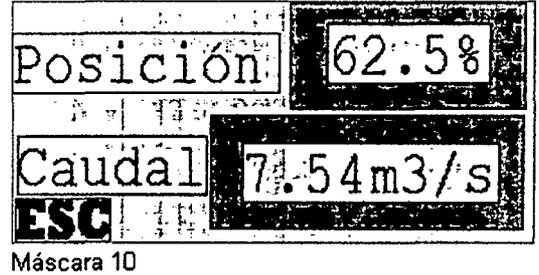
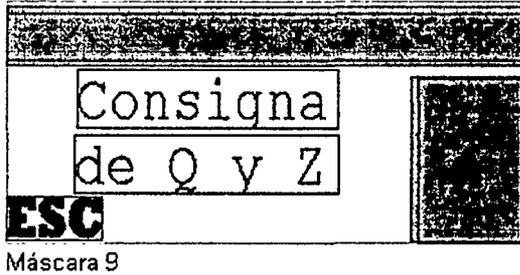
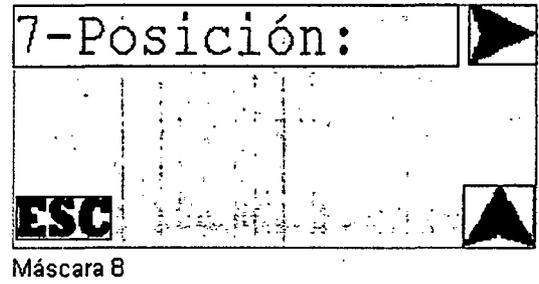
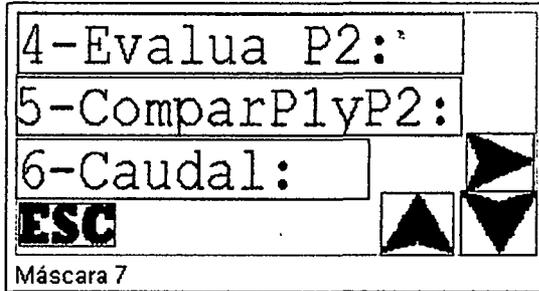


Fig.Nº 60 MASCARAS PARA PARA VISUALIZACION DE MASCARAS MEDIANTE OPCIONES :DE CONSIGNA E INGRESO DE DATOS PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA

IV..RESULTADOS

1 ASPECTOS COMPARATIVOS

Resultados a los que se llegaron ,diferencias y congruencias.

RESULTADOS:

ANTES

- Sistema de Regulación Chilicocha Automatizado.
- Sistema de Control de las Válvulas Mariposa y Howell Bunger
- Control Local y Remoto de la Micro Central Hidroeléctrica de la Laguna Chilicocha.

DESPUES

- Creación de programas Ladder y GRAFCET para Sistemas de Control del Sistema de Regulación Chilicocha.
- Modelamiento del Sistema de Control de Válvulas Mariposa y Cónica(Howell Bunger)
- Modelamiento y visualización de procesos mediante programas de PLC's, Micro PLC's y HMI (Interface Hombre Máquina) de tecnología de última generación.
- La operación es mucho más simple con los sistemas implementados que conllevan a ganar tiempo.
- El rendimiento del sistema es más eficiente ya que se eliminaron tiempos muertos en la operación.

V..DISCUSION

1..CONCLUSIONES

- Se ha mejorado el Sistema de Automatización mediante el desarrollo de unos programas para la simulación del Sistema de Control del Sistema de Regulación de la M.C.H. Chilicocha.
- Se modeló y simuló el Sistema de Regulación de Caudal de la M.C.H. mediante Micro-PLC's, HMI (Interface Hombre Máquina) y programas de aplicación especializados para este sistema.
- Se puede simular igualmente cualquier proceso industrial complejo con la elaboración paso a paso de los programas respectivos ,ya sean: Grafcet ,Electrico,Ladder y de Bloques.
- Dejamos constancia de la variedad de aplicaciones de la Automatización Industrial en las Centrales de Generación de Electricidad .

2..RECOMENDACIONES

- Deseo que los estudiantes de Ingeniería Eléctrica tengan esta referencia y promuevan la costumbre de hacer INVESTIGACION DE INGENIERIA tan importante.

3..PERSPECTIVAS Y CONTINUIDAD DEL PRESENTE TRABAJO

- Espero sirva este proyecto como referencia para los estudiantes de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la aplicación de la Automatización en la industria y para el modelamiento de Procesos tan complejos como los de Centrales Electricas.

REFERENCIAS

- **GARCIA, EMILIO.** AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALES. AlfaOmega. Mexico DF. 2001.
- **BOLTON, W.** MECATRONICA. 2da. Edicion. AlfaOmega. Mexico DF. 2001.
- **PIEDRAFITA M. RAMÓN** INGENIERIA DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL. Alfaomega .Mexico DF. 2001
- **SIEMENS.** LOGO SOFT COMFORT. Versión demo. **AYUDA DE LOGO SOFT COMFORT V5.0 . 2005.**
- **GENERAL ELECTRIC.** VIDEO DE PROGRAMA SIMPLICITY 1994-1995.
- **MOELLER** USER MANUAL-EASY800 CONTROL RELAY EASY 800. **06/03 AWB 2528 – 1423GB. 2003.**
- **SCHNEIDER ELECTRIC.** ZELIO SOFT 2. Versión 3.1.1 **AYUDA EN ZELIO LOGIC 2. 2002.**
- **GENERAL ELECTRIC.** VIDEO DE PROGRAMA SIMPLICITY. 1994-1995.
- **NOZAKI, TSUGUO.** GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DESTINADAS A LA ELECTRIFICACIÓN ELECTRIFICACIÓN RURAL DEL PERÚ. **Marzo 1981.**

PROGRAMAS

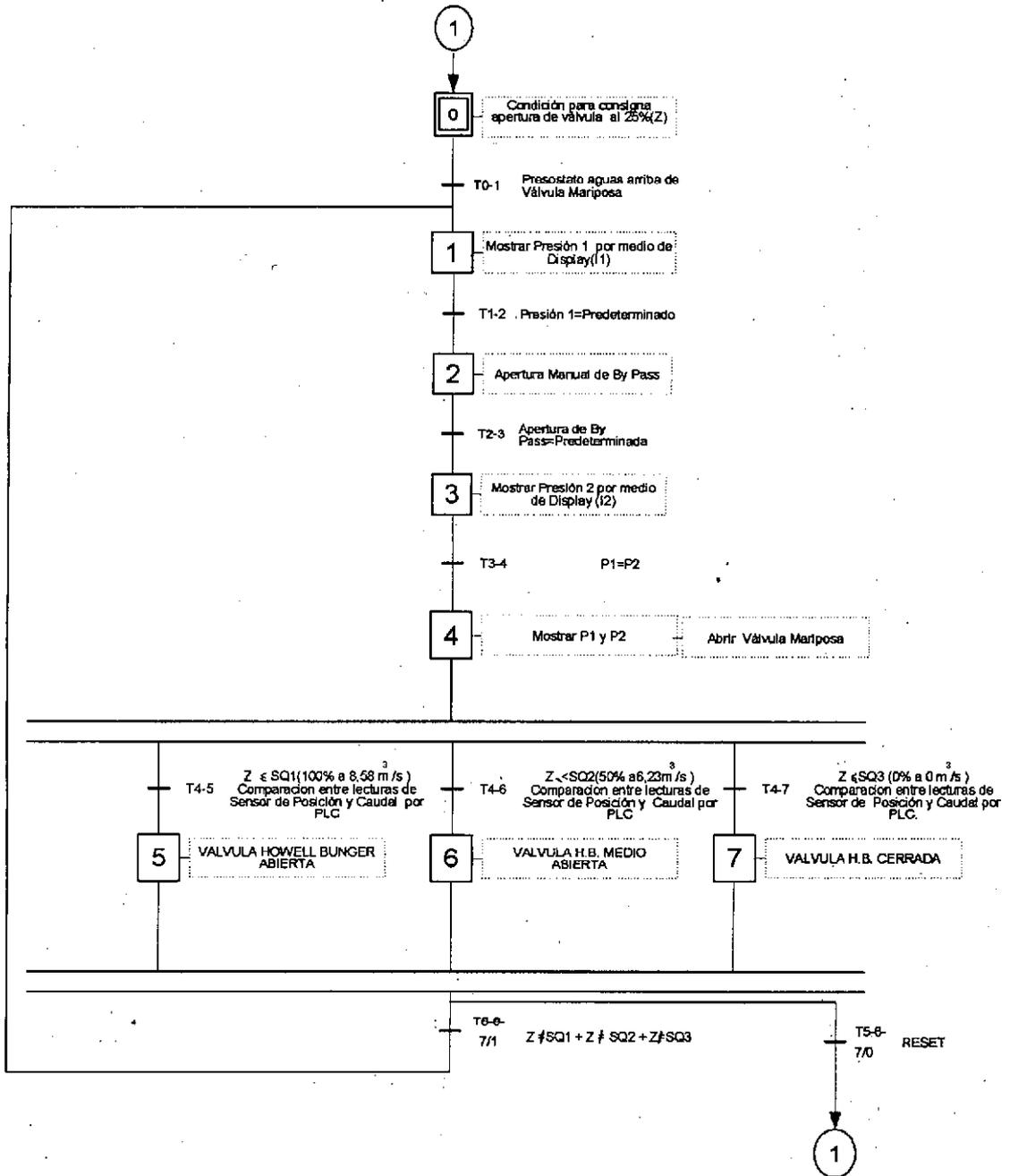
- **MOELLER** .EASY SOFT. **Versión 6.10 (PRO) 2005.**
- **SIEMENS** .LOGO SOFT COMFORT. **Versión demoV5.0.19. 2005.**
- **MOELLER** .EASY SOFT. **Versión 5.11 (PRO). 2004.**
- **SCHNEIDER ELECTRIC** .ZELIO SOFT 2. **Versión demo3.1.1. 2002.**

WEB SITES

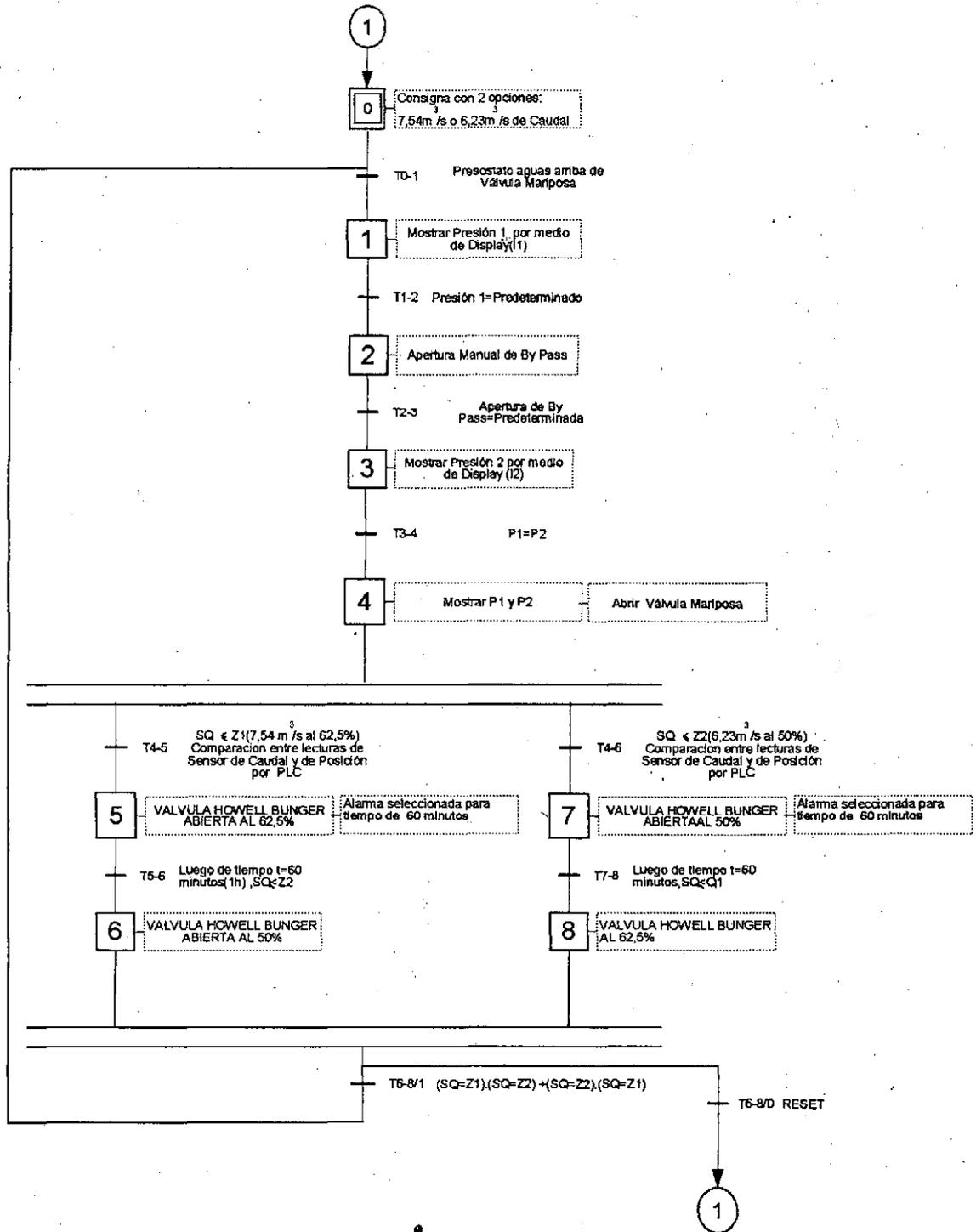
- www.gefanuc.com
- www.telemecanique.com
- www.moeller.net
- www.automation.siemens.com
- www.basler.com

APENDICES

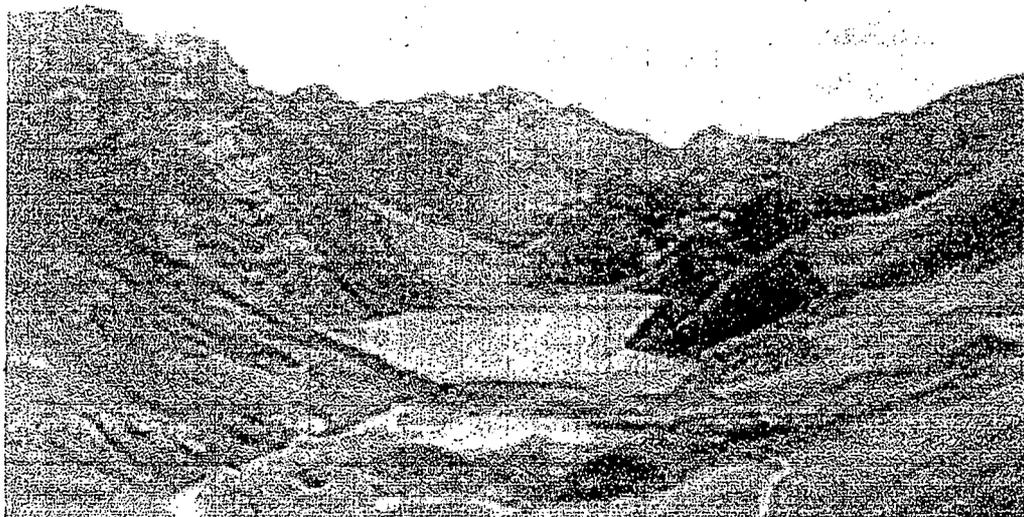
AP.1 GRAFCET PREVIO AL CASO 1 (NIVEL FUNCIONAL DE 2 OPCIONES PARA LA APERTURA DE VALVULA CONICA), PERO CON Z EN LUGAR DE SQ



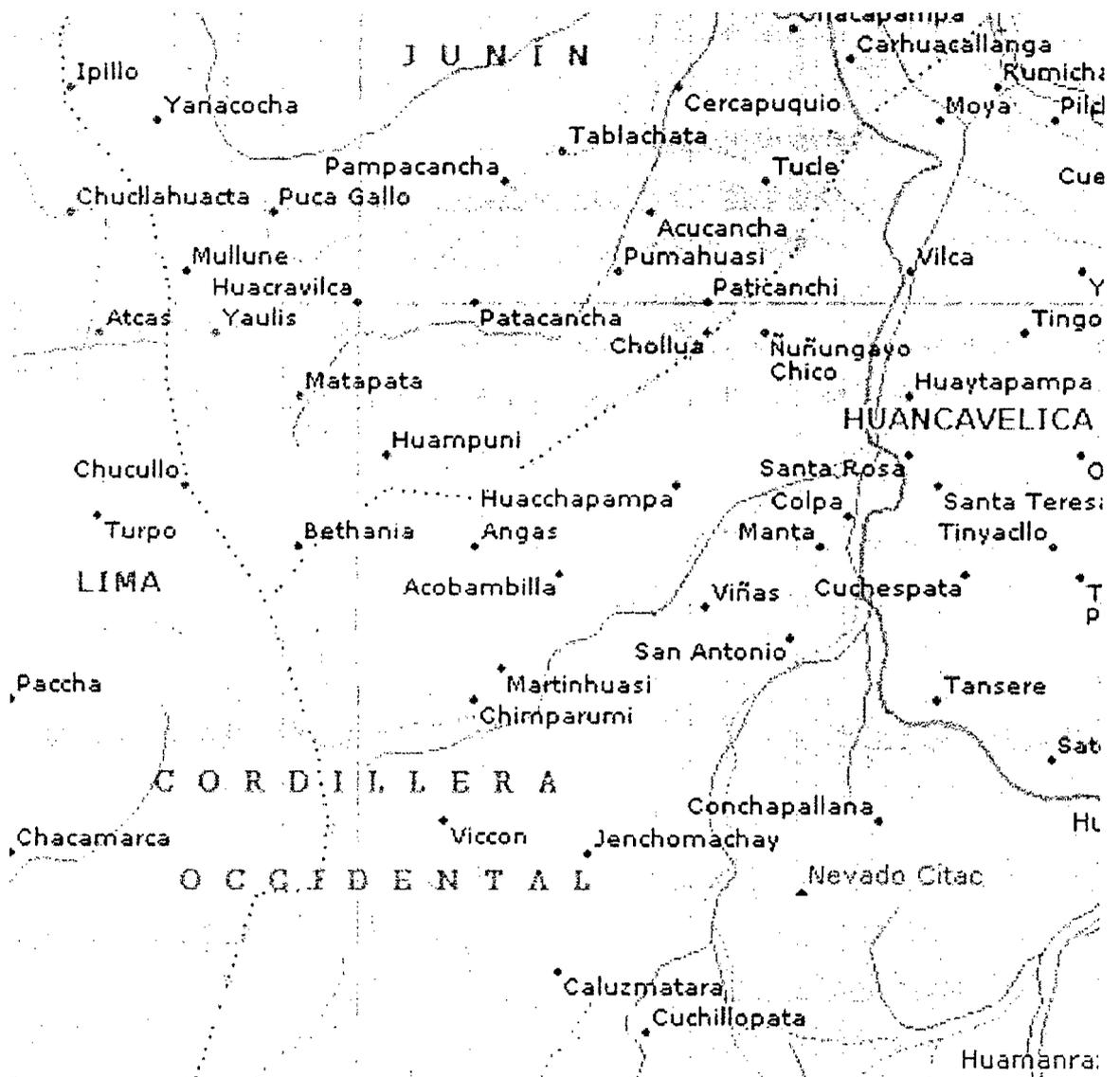
AP.2 GRAFCET PREVIO AL CASO 2 (NIVEL FUNCIONAL DE 2 SITUACIONES DE APERTURA Y CIERRE DE VALVULA CONICA),PERO CON Z EN LUGAR DE SQ



AP.3 LAGUNA CHILICOCHA



AP.4 UBICACION DE LA LAGUNA CHILICOCHA



AP.5 ANALISIS DE LOS SISTEMAS: ELECTRICO E HIDRAULICO

OPERATIVIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO

El Sistema Eléctrico consta de 2 circuitos paralelos, el circuito que proviene de la Microcentral y el circuito de los paneles solares.

El circuito que proviene de la Microcentral pasa por un rectificador cargador, de manera que al mismo tiempo de cargar baterías puede dar alimentación al tablero de control de la microcentral y al circuito del tablero de control principal ubicado en la caverna de entrada (Galería de Control) de la cámara de válvulas. Además alimenta al motor de corriente alterna de la Unidad Hidráulica de Poder (U.H.P.).

El otro circuito proveniente de los paneles solares pasa por los controladores, que actúan cuando la M.C.H. sale de servicio y se convierten en la principal alimentación.

Las baterías actúan como acumuladores de energía y trabajan en forma efectiva cuando no trabaja la Microcentral y cuando no existe presencia de radiación solar para el trabajo de regulación.

OPERATIVIDAD DEL SISTEMA HIDRÁULICO

En el Sistema Hidráulico se puede apreciar el accionamiento tanto de la Válvula Mariposa y el Álabo Directriz de la M.C.H. y a su vez la Válvula Mariposa y Cónica (Howell Bungler) del Sistema de Regulación de Caudal de Descarga.

A grandes rasgos el sistema de regulación consta de una válvula tipo mariposa de 700mm de diámetro, una válvula proporcional tipo cónica Howell Bungler para la regulación de caudal y un sensor de nivel utilizado para la retroalimentación de caudal al sistema.

La válvula mariposa es accionada mediante un cilindro hidráulico de simple efecto, para la apertura se requiere la actuación de alguno de los motores de la U.H.P. el cierre se logra con un contrapeso.

Esta válvula permite operar en forma segura la válvula cónica y hacer el mantenimiento de esta.

A continuación de la válvula mariposa se ubica la válvula cónica HOWELL BUNGER que es el elemento principal del sistema pues su porcentaje de apertura regula el caudal que atraviesa la tubería (aun determinado nivel de agua de la laguna).

La válvula cónica es accionada a través de un cilindro hidráulico de doble efecto.

SEÑALES QUE TOMA EL SISTEMA DE CONTROL DEL SISTEMA DE REGULACION DE CAUDAL

En la tubería de descarga, tanto aguas arriba y aguas abajo de la válvula mariposa están instalados sensores de presión que permiten evaluar si las presiones antes y después de la válvula mariposa están equilibradas.

Está instalado un sensor de posición lineal del tipo magneto-restrictivo con salida de 4-20 mA hacia el PLC para el monitoreo de la posición de la Howell Bunger.

Aguas abajo en el túnel de descarga (a unos 40m. de la Howell Bunger) está instalado un sensor de nivel ultrasónico para medir altura de agua en el túnel y en base a esa medida calcular el caudal real instantáneo que se está descargando.

PROCESAMIENTO DE LAS SEÑALES QUE TOMA EL SISTEMA

Se establece una comparación secuencial de las señales con una consigna ya establecida como en el caso siguiente:

A. APERTURA PARA 1 m³/s DE CAUDAL

1. El PLC lee presión hidrostática de la laguna (aguas arriba de Válvula Mariposa)
2. Apertura Manual de By Pass
3. PLC lee presión aguas debajo de Válvula Mariposa.
4. Apertura de la válvula cónica (H.B.) previa apertura de la Válvula Mariposa.
5. Sensor de Caudal (Nivel) detecta agua que sale y la convierte en Caudal por fórmula $m \cdot Sn \cdot (2gH)^{0.5}$

6. Luego PLC contrasta el caudal por sensor y lo contrasta con posición de la Compuerta.
7. Si el caudal es menor que la consigna
8. Sensor de Posición manda seguir abriendo V.H.B.
9. Sensor de Caudal mide h1 y lo convierte en medida de Caudal y envía al PLC.
10. PLC contrasta el caudal leído con apertura de V.H.B.
11. Es mayor que la consigna.
12. PLC ordena cerrar un poco válvula H.B. a través del sensor de posición.
13. El sensor de caudal lee el nivel h2 y envía señal al PLC.
14. El PLC contrasta el caudal y compara con la consigna de (1 m³/s)
15. PLC manda que V. H.B. quede en posición solicitada hasta que haya otra condición.

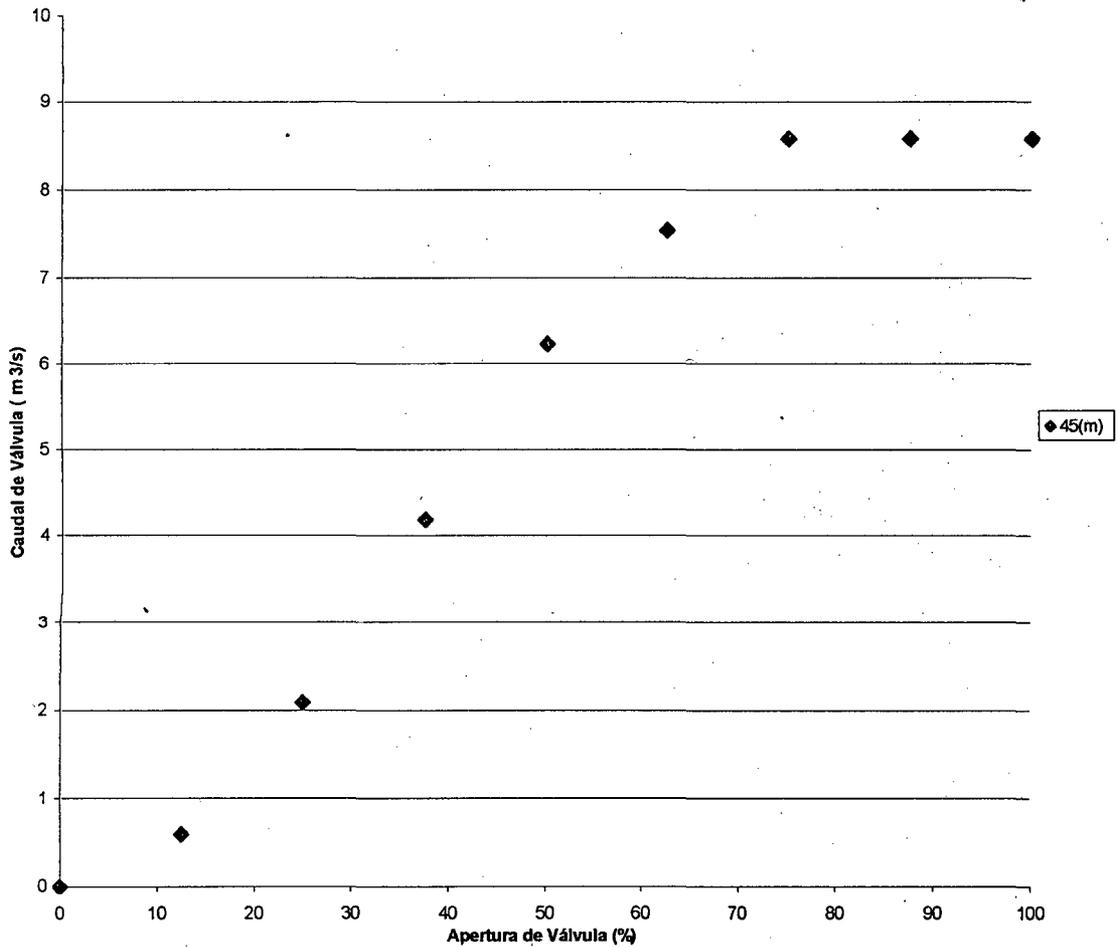
ANEXOS

ANEXO 1..TABLA Y CURVA DE CAUDAL DE VALVULA HOWELL BUNGER DE ALSTOM ENERGIA S.A. DE DN 700mm.

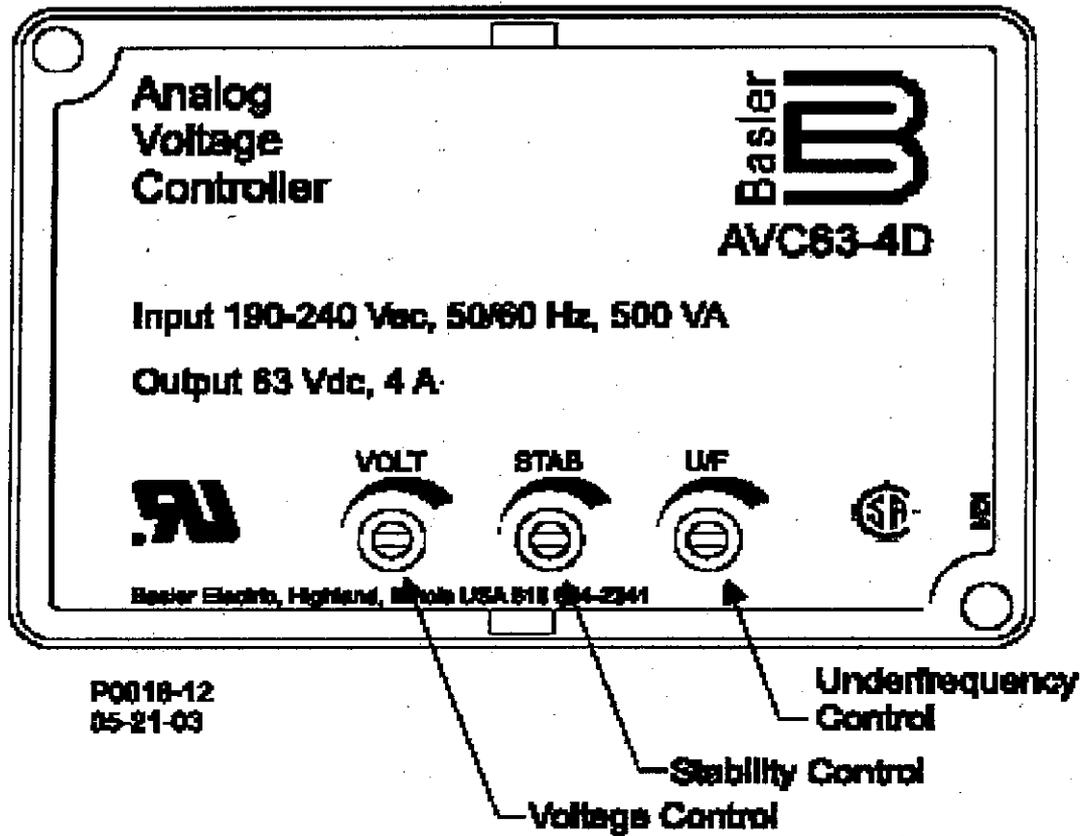
CAUDAL [m . Sn . (2 . g . H) ½]

Apertura [%]	ab [m]	Sn [m²]	m	Caudal[m³/s]							Columna de agua	
				45 [m]	39.375 [m]	33.75 [m]	28.125 [m]	22.5 [m]	16.875 [m]	11.25 [m]		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.5	0.0438	0.0768	0.26	0.59	0.55	0.51	0.46	0.42	0.36	0.29		
25	0.0875	0.149	0.47	2.09	1.96	1.81	1.65	1.48	1.28	1.05		
37.5	0.1313	0.2166	0.65	4.19	3.92	3.63	3.31	2.96	2.56	2.09		
50	0.175	0.2797	0.75	6.23	5.83	5.4	4.93	4.41	3.82	3.12		
62.5	0.2188	0.3382	0.75	7.54	7.05	6.53	5.96	5.33	4.62	3.77		
75	0.2625	0.3848	0.75	8.58	8.02	7.43	6.78	6.26	5.25	4.29		
87.5	0.3063	0.3848	0.75	8.58	8.02	7.43	6.78	6.26	5.25	4.29		
100	0.35	0.3848	0.75	8.58	8.02	7.43	6.78	6.26	5.25	4.29		

Curva de Caudal de Valvula Howell Bunger para 45(m.c.a)



ANEXO 2.. CARACTERISTICAS DEL AVR AVC63-4D



ANEXO 3.. DIAGRAMA TIPICO DE INTERCONEXION 208/240 VacNOMINAL DEL REGULADOR DE TENSION (AVR)

