

T  
621.877  
MUR



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

PROYECTO FINAL DEL TÓPICO DE  
GRADUACIÓN

TEMA: "DISEÑO, CONTROL Y  
VISUALIZACIÓN PARA EL MOVIMIENTO DE  
UN ASCENSOR USANDO UN PLC Y  
SOFTWARE DE VISUALIZACIÓN"

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL

AUTORES:

GLADYS MURILLO SOLARTE  
ROBERTO QUIROZ CORONEL

1999-2000

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS,

A NUESTROS PADRES,

A NUESTROS HERMANOS,

Y A TODOS AQUELLOS QUE DE ALGUNA U OTRA MANERA  
PRESTARON SU COLABORACIÓN EN FORMA DESINTERESADA PARA  
LA CULMINACIÓN DE ESTE PROYECTO.

## DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

A FABIAN

---

Ing. Armando Altamirano

Sub-Decano

---

Ing. Alberto Larco G.

Director de Tesis

---

Ing. Dennis Cortés

Miembro Principal

---

Ing. Carlos Salazar

Miembro Principal

**DECLARACION EXPRESA**

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto, excepto en aquellas partes donde se anota explícitamente lo contrario, nos corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL).

.....

Gladys Marlene Murillo Solarte

.....

Roberto Julián Quiroz Coronel

## RESUMEN

La finalidad de controlar el movimiento vertical de un ascensor a través de un edificio de tres pisos tiene fines didácticos y académicos, debido a que tomaremos muestras de variables para monitorearlas, que aunque no son necesarias porque no es un proceso real, nos servirán para explotar al máximo la capacidad del software de visualización INTOUCH; además podrán ser usadas como modelo para cualquier aplicación físico-real con las debidas consideraciones técnicas del caso. Las variables a ser medidas y controladas son la temperatura ambiente, y corriente del motor.

Los valores del muestreo de las variables antes mencionadas serán evaluadas y manipuladas en el software S7 Microwin para luego tomar una decisión sobre la respuesta de la velocidad de operación del ascensor.

La velocidad del motor del ascensor será controlada por el PLC a través de un circuito de control de puerta para tiristor; el cual nos permitirá hacer un arranque del motor cuando sale del piso origen, y finalmente cuando este cerca del piso destino poder

realizar un frenado lento.

Monitorearemos la temperatura del motor, corriente del motor; para luego poder elaborar gráficos en distintas pantallas del software de visualización INTOUCH. Nuestro proyecto colocará en la posición correcta el ascensor de una manera automática mediante el uso de microswitches ópticos (2 por cada piso) que nos permitirán saber que el ascensor llegó al piso deseado y serán colocados estratégicamente para evitar el desnivel de la plataforma. El microswitch óptico colocado en la parte superior del piso me indicará si el ascensor va descendiendo y el microswitch óptico colocado en la parte inferior del piso me indica si el ascensor está ascendiendo.

El movimiento del ascensor será controlado por medio de 3 pulsadores internos (Planta Baja, Primer Piso y Segundo Piso); los cuales van a dirigir al ascensor al piso deseado; y en cada piso existirá un botón de llamada, que está ubicado en la parte exterior de este. El arrastre del ascensor se lo hará por medio de un motor, cuya posición será la parte superior del mismo por medio de una plataforma. El motor estará conectado con un tambor de enrollado.

El ascensor partirá desde la Planta Baja repartiéndose a

los pasajeros en los pisos seleccionados por ellos. Una vez acabada esta etapa, el ascensor procederá a acudir a los llamados de cada piso para movilizar a los usuarios dentro del edificio.

La ubicación del ascensor es sensada por los microswitches ópticos, los cuales enviarán la información al PLC. Otro aspecto que contemplamos en el proyecto es la seguridad industrial, puesto que se evitan accidentes personales debido a la mala ubicación del ascensor al trasladarse de un piso a otro.



## INDICE GENERAL

|                          |    |
|--------------------------|----|
| AGRADECIMIENTO.....      | 2  |
| DEDICATORIA.....         | 3  |
| DECLARACION EXPRESA..... | 5  |
| RESUMEN.....             | 6  |
| INDICE GENERAL.....      | 9  |
| INDICE                   | DE |
| TABLAS.....              | 13 |
| INDICE                   | DE |
| FIGURAS.....             | 14 |
| INDICE                   | DE |
| ABREVIATURAS.....        | 19 |
| INTRODUCCION.....        | 2  |

6

### **CAPITULO 1**

\*

#### **COMPONENTES DEL ASCENSOR**

\*

##### 1.1 ESQUEMA HISTORICO.

\*

##### 1.2 MOTOR DE INDUCCION MONOFASICO

\*

###### 1.2.1 INTRODUCCION

\*

1.2.2 TEORIAS DE ROTACION DE MOTORES MONOFASICOS \*

1.2.2.1 TEORIA DEL DOBLE CAMPO GIRATORIO DE LOS MOTORES DE INDUCCION MONOFASICOS \*

1.2.2.2 TEORIA DEL CAMPO CRUZADO DE LOS MOTORES DE INDUCCION MONOFASICOS. \*

1.2.3 ARRANQUE DE LOS MOTORES DE INDUCCION MONOFASICOS POR MEDIO DE CAPACITOR \*

1.2.3.1 PRUEBAS DE VACIO Y ROTOR BLOQUEADO EN LAS MAQUINAS DE INDUCCION MONOFASICA \*

1.2.3.1.1 PRUEBA DE VACIO. \*

1.2.3.1.2 PRUEBA DE ROTOR BLOQUEADO \*

1.2.3.2 EL MOTOR CON CONDENSADOR DE ARRANQUE \*

1.2.3.3 CIRCUITO EQUIVALENTE DEL MOTOR CON CONDENSADOR DE ARRANQUE BASADO EN LA TEORÍA DE LOS DOS CAMPOS GIRATORIOS. \*

1.2.3.3.1 ECUACIONES DE LA PRUEBA EN VACIO DEL MOTOR \*

1.2.3.3.2 ECUACIONES DE LA PRUEBA DE ROTOR BLOQUEADO DEL MOTOR \*

1.2.4 PROTECCIONES ELECTRICAS \*

1.3 SISTEMA ELECTROMECHANICO DE ELEVACION Y DESCENSO  
DEL ASCENSOR. \*

1.3.1 FRENADO MECANICO DEL ASCENSOR \*

1.4 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA  
METALICA DEL ASCENSOR. \*

## **CAPITULO 2** \*

### **HARDWARE DE CONTROL** \*

2.1 CONTROLADORES DE VOLTAJE DE CORRIENTE ALTERNA  
("AC"). \*

2.1.1 INTRODUCCION \*

2.1.2 PRINCIPIO DE CONTROL DE FASE \*

2.1.3 CONTROLADORES BIDIRECCIONALES MONOFASICOS CON  
CARGAS RESISTIVAS \*

2.1.4 SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE PARAMETROS DEL  
CIRCUITO VARIADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR. \*

2.2 NIVELACION DEL ASCENSOR MEDIANTE INTERRUPTORES  
("MICROSWITCHES") OPTICOS. \*

2.2.1 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRONICO DE LOS  
MICROSWITCHES OPTICOS. \*

2.3 CONTROL POR BOTONERAS \*

2.4 SENSOR DE TEMPERATURA AMBIENTE DEL ASCENSOR. \*

2.4.1 DETECTOR RESISTIVO DE TEMPERATURA (7) ("RTD")

\*

2.4.2 ELABORACION DEL CIRCUITO DE PRESICION PARA MEDIR  
TEMPERATURA. \*

2.4.2.1 ECUACIONES DEL CIRCUITO DE PRESICION PARA  
MEDIR TEMPERATURA. \*

CIRCUITO ELECTRICO PARA MEDIR CORRIENTE DE FASE DEL  
MOTOR \*

2.5.1.1 ETAPA DE AMPLIFICACION \*

2.5.1.2 ETAPA DE RECTIFICACION \*

**CAPITULO 3** \*

**MICRO PLC S7-200 CPU 212** \*

3.1 INTRODUCCION \*

3.1.1 FUNCIONES DE LOS MICRO PLCs S7-200 \*

3.1.2 COMPONENTES DE UN MICRO-PLC S7-200 \*

3.1.3 MODULOS DE AMPLIACIÓN \*

3.2 MONTAJE Y DESMONTAJE DE UN PLC S7-200 CPU 212.

\*

3.2.1 MONTAJE DE UN CPU S7-200 EN UN TABLERO DE DISTRIBUCION. \*

3.2.2 DESMONTAR LOS MODULOS S7-200 \*

3.2.3 INSTALAR EL CABLEADO DE CAMPO \*

3.2.3.1 REGLAS DE PUESTA A TIERRA DE REFERENCIA PARA CIRCUITOS AISLADOS \*

3.2.3.2 REGLAS PARA LA INSTALACION CON CORRIENTE ALTERNA \*

3.2.3.3 REGLAS PARA LA INSTALACION CON CORRIENTE CONTINUA \*

3.2.3.4 ALIMENTACION DE CORRIENTE \*

3.3 CONFIGURACION DEL MODULO DE AMPLIACION EM 235, 3 ENTRADAS ANALOGICAS AI Y 1 SALIDA ANALOGICA AQ X 12 BITS \*

3.4 INSTALACION Y UTILIZACION DEL SOFTWARE STEP7 MICROWIN \*

3.4.1 INSTALAR EL SOFTWARE DE STEP7 MICROWIN, VERSION 2.0 \*

3.4.2 ESTABLECER LA COMUNICACIÓN CON UNA CPU S7-200 \*

3.4.3 AJUSTAR LOS PARAMETROS DE COMUNICACIÓN \*

3.4.4 CONFIGURAR LAS PREFERENCIAS PARA STEP7 MICROWIN

\*

3.4.5 CREAR Y GUARDAR UN PROYECTO \*

3.4.6 CREAR UN PROGRAMA \*

3.4.7 CREAR UN BLOQUE DE DATOS \*

3.4.8 UTILIZAR LA TABLA DE ESTADO FORZADO \*

3.4.9 USAR EL DIRECCIONAMIENTO SIMBOLICO \*

3.5 JUEGO DE OPERACIONES DEL SOFTWARE MICROWIN PARA EL  
S7-200 CPU 212. \*

3.5.1 CONTACTOS ESTÁNDAR \*

3.5.2 PONER A 1, PONER A 0. \*

3.5.3 TEMPORIZADOR DE RETARDO A LA CONEXIÓN. \*

3.5.4 TRANSFERIR PALABRA \*

3.6 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PARA AUTOMATIZAR EL  
MOVIMIENTO DEL ASCENSOR \*

3.7 ALGORITMO PARA REALIZAR EL PROGRAMA EN MICROWIN

\*

3.8 CIRCUITOS ELECTRICOS DE LAS ENTRADAS AL MODULO

ANALOGICO EM235. [\\*](#)

3.8.1 CIRCUITO PARA MEDIR LA TEMPERATURA AMBIENTE [\\*](#)

3.8.2 CIRCUITO PARA MEDIR LA CORRIENTE DEL MOTOR. [\\*](#)

3.8.2.1 ETAPA DE AMPLIFICACION [\\*](#)

3.8.2.2 ETAPA DE RECTIFICACION [\\*](#)

3.8.3 CIRCUITO PARA MEDIR EL MOVIMIENTO VERTICAL DEL  
ASCENSOR. [\\*](#)

3.8.4 CIRCUITO VARIADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR. [\\*](#)

3.9 PROGRAMA DE MICROWIN [\\*](#)

## **CAPITULO 4** [\\*](#)

**VISUALIZACION Y ANIMACION DEL PROCESO USANDO EL  
SOFTWARE INTOUCH.** [\\*](#)

4.1 INTRODUCCION AL SOFTWARE DE VISUALIZACION,  
ANIMACIÓN Y CONTROL SUPERVISORIO INTOUCH. [\\*](#)

4.2 INSTALACION DEL PROGRAMA INTOUCH [\\*](#)

4.3 Iniciando InTouch. [\\*](#)

4.4 CREACION DEL DICCIONARIO DE TAGNAME. [\\*](#)

4.5 Desarrollo de las pantallas de animación usando  
WindowMaker de InTouch. [\\*](#)

4.6 CREANDO SCRIPTS EN INTOUCH. \*

4.6.1 APPLICATION SCRIPTS \*

4.7 PROGRAMA DE SIMULACION DEL MOVIMIENTO DEL ASCENSOR  
HACIENDO USO DEL APPLICATION SCRIPTS DEL SOFTWARE DE  
VISUALIZACION INTOUCH. \*

4.8 DESCRIPCION DEL PROGRAMA \*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....241

ANEXOS

ANEXO A: PROGRAMA DE  
MICROWIN.....245

ANEXO B: PROGRAMA DE SIMULACION DEL MOVIMIENTO DEL  
ASCENSOR HACIENDO USO DEL APPLICATION SCRIPTS DEL  
SOFTWARE DE VISUALIZACION  
INTOUCH.....271

BIBLIOGRAFIA.....28



## INDICE DE TABLAS

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 1.1 | Datos de placa del motor monofásico movido por condensador.....   | 63  |
| 2.1 | Botoneras internas del ascensor.....  | 100 |
| 2.2 | Botoneras ubicadas en la parte externa del ascensor.....  | 101 |
| 3.1 | Resumen de las CPU 200.....   | 121 |
| 3.2 | Microinterruptores ("DIP - SWITCH") de configuración para el módulo de ampliación analógico EM235, 3 entradas analógicas AI, y 1 salida analógica AQ X 12 bits..... | 137 |
| 3.3 | Configuración del módulo de ampliación EM235.....   | 138 |
| 3.4 | Sistemas numéricos de los valores del bloque de datos.....  | 152 |
| 3.5 | Identificadores de tamaño de los valores del bloque de datos.....   | 152 |
| 3.6 | Retardos de temporizadores.....   | 162 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 3.7 | Tabla de símbolos del programa de automatización del ascensor en Microwin....             | 168 |
| 3.8 | Variaciones de resistencia, corriente y voltaje vs. Temperatura del circuito del RTD..... | 178 |
| 3.9 | Valores de corriente y voltaje en el potenciómetro.....                                   | 187 |
| 4.1 | Tabla de Tagname.....   | 199 |

## INDICE DE FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Diagrama ilustrativo de la disposición de las distintas partes de una máquina ascensor tipo tambor.....                                  | 33 |
| 1.2 | Motor de Inducción Monofásico.....   | 36 |
| 1.3 | Motor de inducción monofásico en condición de arranque.....  | 39 |
| 1.4 | Descomposición de un campo magnético pulsante en dos campos magnéticos de igual magnitud pero de direcciones de rotación contrarias..... | 41 |
| 1.5 | Características de momento de torsión-velocidad de un motor de inducción trifásico.....  | 42 |
| 1.6 | Características de momento de torsión-velocidad de los dos campos magnéticos de estator iguales y de rotación contraria...               | 43 |
| 1.7 | Momento de torsión - velocidad de un motor de inducción monofásico.....  | 45 |
| 1.8 | a) Magnitudes de los campos magnéticos en función del  |    |

tiempo b) Suma vectorial de los campos magnéticos del rotor y del estator a tiempos diversos (el campo magnético neto rota en sentido contrario al avance de las agujas del reloj).....

47

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.9  | Motor de inducción de fase partida con condensador permanente.....           | 48 |
| 1.10 | Circuito equivalente de un MIJA movido por capacitor a circuito abierto..... | 52 |
| 1.11 | Circuito equivalente de un MIJA movido por capacitor a rotor trabado.....    | 54 |
| 1.12 | Circuito equivalente de un motor con el bobinado de la fase principal.....   | 57 |
| 1.13 | Tambor de enrollado del ascensor.....  | 68 |
| 1.14 | Freno - embrague.....  | 69 |
| 1.15 | Plataforma metálica del ascensor.....  | 73 |
| 2.1  | Control de ángulo monofásico.....  | 77 |
| 2.2  | Controlador monofásico de voltaje alterno de onda completa.....              | 80 |
| 2.3  | Controlador monofásico de onda completa con cátodo                           | 82 |

común.....

- 2.4 Circuito variador de velocidad del motor MIJA con arranque por condensador permanente..... 84
- 2.5 Circuito de rectificación de onda completa..... 85
- 2.6 Gráfica de la onda rectificada de entrada no inversora del amplificador operacional 741 y los pulsos de compuerta para velocidad alta sin conectar la compuerta al tiristor..... 87
- 2.7 Gráfica de la onda rectificada de entrada no inversora del amplificador operacional 741 y los pulsos de compuerta para velocidad baja sin conectar la compuerta al tiristor..... 88
- 2.8 Gráfica de la onda rectificada de entrada no inversora y pulsos de compuerta para velocidad alta conectando la compuerta al tiristor..... 89
- 2.9 Gráfica de la onda rectificada de entrada no inversora y pulsos de compuerta para una velocidad

|  |     |
|--|-----|
| baja conectando la compuerta al<br>tiristor.....   | 89  |
| 2.10 Caída de tensión a través del motor bajo condiciones<br>de alta velocidad.....  | 93  |
| 2.11 Caída de tensión a través del motor bajo condiciones<br>de baja velocidad.....  | 94  |
| 2.12 Circuito eléctrico del microswitch<br>óptico.....   | 99  |
| 2.13 Curvas típicas de tres RTD industriales...  | 105 |
| 2.14 Circuitos típicos para Medir Temperatura (a) con<br>amperímetro (b) con voltímetro...                                       | 106 |
| 2.15 Gráfica de resistencia vs temperatura del<br>RTD.....   | 110 |
| 2.16 Circuito para medir la temperatura<br>ambiente.....   | 111 |
| 2.17 Circuito eléctrico para medir la corriente de fase<br>del motor de inducción monofásico con condensador de<br>arranque..... | 112 |
| 2.18 Forma de onda del voltaje rizado.....   | 116 |
| 3.1 Vista frontal de los micro PLC S7-200.....   | 120 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 3.2  | Partes principales de un Micro PLC S7-200  | 122 |
| 3.3  | Vista frontal de un Módulo De Ampliación.  | 124 |
| 3.4  | Retire la tapa del interface de ampliación.....                                    | 125 |
| 3.5  | Desmontaje de un módulo de ampliación.....   | 126 |
| 3.6  | Uso de un interruptor de sobrecorriente único para proteger la CPU y la carga..... | 131 |
| 3.7  | Instalación en una red de corriente continua aislada.....                          | 134 |
| 3.8  | Estableciendo la velocidad de comunicación.....                                    | 141 |
| 3.9  | Red con maestros y esclavos.....   | 142 |
| 3.10 | Configurando las preferencias de programación.....                                 | 143 |
| 3.11 | Ventana para definir el CPU S7-200 a usar.....                                     | 144 |
| 3.12 | Icono para guardar un proyecto.....  | 145 |
| 3.13 | Lenguaje de contactos ("Editor KOP").....  | 146 |
| 3.14 | Ventana del editor AWL con nuestro programa  | 147 |

|   |     |
|---|-----|
| ejemplo.....                                    |     |
| 3.15 Compilar el programa.....                  | 149 |
| 3.16 Cargar programa en CPU.....                | 149 |
| 3.17 Elegir ventanas para grabar.....           | 149 |
| 3.18 Visualizar un programa en KOP o AWL.....   | 150 |
| 3.19 Ventana del editor del bloques de datos... | 151 |
| 3.20 Tabla de estados forzados.....             | 154 |
| 3.21 Botón de lectura sencilla.....             | 154 |
| 3.22 Icono para forzar variables.....           | 155 |
| 3.23 Icono para leer valores forzados.....      | 155 |
| 3.24 Icono para desforzar variables.....        | 155 |
| 3.25 Ejemplo de direcciones simbólicas.....     | 157 |
| 3.26 Representación de contactos estándar.....  | 159 |
| 3.27 Setear y Resetear variables.....           | 160 |
| 3.28 Temporizador con retardo a la conexión.... | 161 |
| 3.29 Operación para transferir palabra.....     | 162 |
| 3.30 Flujograma de Planta Baja.....             | 165 |
| 3.31 Flujograma del Primer Piso.....            | 166 |



|      |  |     |
|------|--|-----|
| 3.32 | Flujograma del Segundo Piso.....   | 167 |
| 3.33 | Diagrama de bloques del circuito de control del ascensor.....                                    | 169 |
| 3.34 | Gráfica de Resistencia vs. Temperatura del RTD.....  | 176 |
| 3.35 | Diagrama eléctrico de las conexiones en el módulo analógico EM235 para medir la temperatura..... | 178 |
| 3.36 | Circuito para medir la corriente del motor monofásico jaula de ardilla.....                      | 180 |
| 3.37 | Forma de onda del voltaje rizado.....  | 183 |
| 3.38 | Conexiones para medir el movimiento vertical del ascensor.....                                   | 188 |
| 3.39 | Circuito variador de velocidad del motor..   | 190 |
| 4.1  | Icono para ingresar a Intouch.....   | 195 |
| 4.2  | Pantalla de iniciación de Intouch.....   | 195 |
| 4.3  | Icono de WindowMaker.....  | 196 |
| 4.4  | Icono de WindowViewer.....   | 196 |
| 4.5  | Icono para aplicaciones de red.....  | 197 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 4.6  | Icono para crear directorios.....  | 197 |
| 4.7  | Icono para modificar la lista de directorios.....                        | 197 |
| 4.8  | Propiedades de la ventana principal.....                                 | 200 |
| 4.9  | Pantalla Principal.....  | 201 |
| 4.10 | Caja de herramientas ("Toolbox").....                                    | 202 |
| 4.11 | Definición del Tagname Pisos.....  | 203 |
| 4.12 | Caja de diálogo de un objeto.....  | 201 |
| 4.13 | Propiedades de la ventana seguridad.....                                 | 202 |
| 4.14 | Ventana de seguridad.....  | 203 |
| 4.15 | Caja de dialogo Touch Pushbutton Log Off..                               | 209 |
| 4.16 | Caja de dialogo Touch Pushbutton Log On...                               | 210 |
| 4.17 | Propiedades de la ventana Log On.....                                    | 211 |
| 4.18 | Ventana Log On.....  | 212 |
| 4.19 | Ventana Input/String para el botón "Ingrese el nombre del operador"..... | 213 |
| 4.20 | Ventana Input/String para el boton "Ingrese el Password".....            | 213 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 4.21 | Caja de dialogo Hide Window.....                               | 214 |
| 4.22 | Ventana del botón "Ingrese nombre del Operador".....           | 215 |
| 4.23 | Ventana del botón "Ingrese Password".....                      | 215 |
| 4.24 | Propiedades de la ventana Corriente.....                       | 216 |
| 4.25 | Ventana Corriente del motor.....                               | 216 |
| 4.26 | Real time trend para la Im.....                                | 218 |
| 4.27 | Propiedades de la ventana temperatura.....                     | 218 |
| 4.28 | Ventana temperatura y slider para la variable temperatura..... | 219 |
| 4.29 | Real Time Trend para la temperatura.....                       | 220 |
| 4.30 | Propiedades de la ventana Niveles.....                         | 221 |
| 4.31 | Ventana Niveles.....   | 222 |
| 4.32 | Real Time Trend del tagname Pisos.....                         | 223 |
| 4.33 | Propiedades de la ventana MENU.....                            | 223 |
| 4.34 | Ventana MENU.....  | 224 |
| 4.35 | Desabilitar ventana con botón PRINCIPAL...                     | 224 |
| 4.36 | Desabilitar ventana con botón                                  | 225 |

TEMPERATURA.....

4.37 Caja de dialogo del Script.....

227

### TABLA DE ABREVIATURAS:

|                   |  |
|-------------------|--|
| AC.....           | Corriente alterna.   |
| E.E.U.U...        | Estados Unidos.  |
| Kg.....           | Kilogramos.  |
| Min.....          | Minutos.   |
| M.....            | Metros.  |
| Hz.....           | Hertz.   |
| HP.....           | Caballos de fuerza.  |
| TEFC.....         | Motor Marca Doerr Electric Corp con encapsulamiento a prueba de explosión. |
| $D\phi / dt$ .... | Variación del flujo con respecto al tiempo.                                |
| $\tau$ ind.....   | Torque inducido.   |
| K.....            | Constante eléctrica del MIJA.  |
| MIJA.....         | Motor de inducción jaula de ardilla.                                       |
| Bs.....           | Densidad de flujo magnético estacionario.                                  |
| Br.....           | Densidad del flujo magnético del motor.                                    |

|                        |   |
|------------------------|---|
| $\theta$ .....         | Angulo de desfase entre el flujo magnético del estator y del rotor. |
| $B_{\text{máx}}$ ..... | Densidad de flujo magnético máximo.                                 |
| $B_{\text{cw}}$ .....  | Campo magnético de rotación a favor de las manecillas del reloj.    |
| $B_{\text{ccw}}$ ..... | Campo magnético de rotación en contra de las manecillas del reloj.  |
| $S$ .....              | Deslizamiento.  |
| $R/s$ .....            | Resistencia del secundario referida al lado del primario.           |
| $X_0$ .....            | Inductancia total del motor con cero carga.                         |
| $X_1$ .....            | Inductancia del bobinado principal.                                 |
| $X_2$ .....            | Inductancia del bobinado auxiliar.                                  |
| $X_M$ .....            | Reactancia de magnetización.  |
| $I_0$ .....            | Corriente del estator en la prueba a cero carga.                    |
| $X_L$ .....            | Reactancia de rotor bloqueado.                                      |
| $R_l$ .....            | Resistencia de rotor bloqueado.                                     |
| $I_L$ .....            | Corriente de rotor bloqueado.                                       |

|          |   |
|----------|---|
| PL.....  | Potencia de rotor bloqueado.  |
| PC.....  | Pérdidas de cobre.  |
| R1.....  | Resistencia del bobinado principal.   |
| R2.....  | Resistencia del bobinado auxiliar.  |
| Fmm..... | Fuerza contraelectromotriz.   |
| Vm.....  | Voltaje de la fase principal del estator de un motor con condensador de arranque.                             |
| Vo.....  | Voltaje de la fase auxiliar del estator de un motor con condensador de arranque.                              |
| Im.....  | Corriente del bobinado principal del estator.   |
| Ezm..... | Voltaje debido a los campos rotatorios del bobinado principal y los flujos producidos del bobinado auxiliar.  |
| Eza..... | Voltaje debido a los campos rotatorios del bobinado auxiliar y los flujos revolventes del bobinado principal. |
| Io.....  | Corriente de la fase auxiliar del motor con capacitor de arranque.  |
| Vm.....  | Voltaje de la fase principal del estator de   |

un motor con condensador de arranque.

|                       |  |
|-----------------------|--|
| $I_m$ .....           | Corriente del bobinado principal del motor con condensador de arranque.        |
| $R_1 + jX_1$ ....     | Impedancia de dispersión del bobinado de la fase principal.                    |
| $R_{1a} + jX_{1a}$ .. | Impedancia de dispersión del bobinado de la fase auxiliar.                     |
| $E_{2m}$ y $E_{2a}$ . | Voltaje inducido por los flujos del entrehierro rotacional.                    |
| $R_c + jX_c$ ....     | Impedancia del capacitor de arranque con la fase auxiliar.                     |
| $E_{pm}$ .....        | Voltaje inducido en la fase principal debido a su propio flujo hacia adelante. |
| $E_{bm}$ .....        | Voltaje inducido en la fase principal debido a su propio flujo hacia atrás.    |
| $E_{fa}$ .....        | Voltaje inducido en la fase auxiliar debido a su propio flujo hacia adelante.  |
| $E_{ba}$ .....        | Voltaje inducido en la fase auxiliar debido a su propio flujo hacia atrás.     |
| $E_f$ .....           | Voltaje producido por el flujo hacia   |



|             |  |
|-------------|--|
|             | adelante en la fase principal.   |
| Eb.....     | Voltaje del flujo reversa en la fase principal.  |
| Tem.....    | Par desarrollado por el motor con arranque por condensador.                              |
| Pgf y Pgb.  | Potencia transferida a través del entrehierro en la marcha hacia adelante y hacia atrás. |
| Wsin.....   | Velocidad angular sincrónica.  |
| Breaker...  | Protección contra una sobrecorriente instantánea.  |
| Overload..  | Protección contra una sobrecorriente sostenida.  |
| RL.....     | Carga resistiva inductiva.   |
| DC.....     | Valor promedio de corriente o voltaje.   |
| RMS.....    | Raíz del valor medio cuadrático de una onda periódica de voltaje o de corriente.         |
| D1,D2,D3,D4 | Diodos rectificadores de voltaje.  |
| Vs.....     | Voltaje sinusoidal de entrada al controlador monofásico.                                 |

|                |   |
|----------------|---|
| Vm.....        | Amplitud del voltaje sinusoidal de entrada al controlador monofásico. |
| Vo.....        | Voltaje de salida del controlador monofásico.                         |
| $\alpha$ ..... | Angulo de disparo.  |
| T1 y T2....    | Tiristores de potencia del controlador monofásico.                    |
| T.....         | Período.  |
| Vp.....        | Voltaje pico  |
| OPAMP.....     | Amplificador operacional  |
| CPU.....       | Unidad de control de proceso.   |
| Hardware..     | Dispositivos físicos de un sistema de control.                        |
| Setear....     | Activar.  |
| Resetear..     | Desactivar.   |
| Software...    | Elementos intangibles que conforman una computadora o PLCP. Programa. |
| Microwin...    | Software de programación para el PLC Siemens S7-200 CPU 212.          |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Intouch....             | Software para control supervisorio y visualización de procesos de la corporación Wonderware. |
| PLC.....                | Controlador lógico programable.  |
| S7-200.....             | Serie de microPLC de la Siemens.   |
| CPU.....                | Unidad central de procesos.  |
| RTD.....                | Resistor térmico lineal.   |
| R.....                  | Resistencia.   |
| °C.....                 | Grados Celsius.  |
| $\alpha$ '.....         | Coefficiente de sensibilidad del RTD.  |
| Shunt.....              | Resistencia de alta potencia y bajo valor.   |
| Fr.....                 | Factor de rizado.  |
| $V_0$ (DC).....         | Voltaje de salida promedio.  |
| $V_r$ (RMS)....         | Voltaje RMS de rizado.   |
| $V_{rpp}$ .....         | Voltaje de rizado pico a pico.   |
| $V_{m\acute{a}x}$ ..... | Voltaje máximo.  |
| $V_{m\acute{i}n}$ ..... | Voltaje mínimo.  |
| C.....                  | Capacitor.   |

|              |  |
|--------------|--|
| File.....    | Archivo. Elemento del menú principal del Window Maker.                 |
| New Window.  | Ventana nueva.   |
| DCS.....     | Sistema de control distribuido.  |
| SCADA.....   | Sistema de control y adquisición de datos.                             |
| I/O.....     | Entradas/Salidas.  |
| MMI.....     | Interface Hombre-Máquina.  |
| DDE.....     | Intercambio dinámico de datos.   |
| RTU.....     | Unidad terminal remota.  |
| WindowMaker  | Paquete desarrollador en donde se crean gráficos orientados a objetos. |
| Windowviewer | Paquete del runtime donde la animación y comunicación toma lugar.      |
| Runtime..... | Tiempo de ejecución.   |
| Tagname..... | Variables, campos de una base de datos.                                |
| Windows..... | Sistema operativo.   |
| Drive.....   | Puerto de entrada.   |
| Path.....    | Ruta de acceso.  |

|              |   |
|--------------|---|
| Click.....   | Presionar.  |
| Default..... | Automáticamente.  |
| Create       | Crear directory.  |
| Directory... |   |
| Discrete...  | Variable tipo digital.  |
| Integer..... | Variable tipo entero.   |
| Real.....    | Variable tipo real.   |
| Popup.....   | Superposición de ventanas.  |
| Toolbox..... | Caja de herramientas.   |
| Wizard.....  | Icono de instrumentación y objetos prediseñados del programa Intouch. |
| Slider.....  | Deslizador con escala para un tagname.                                |
| Dictionary   | Diccionario de Tagnames.  |
| Tagname..... |   |
| Label.....   | Marca.  |
| Buttons..... | Botoneras (Menú del wizard Intouch que contiene botoneras).           |
| Round Panel  | Botoneras de panel redondas.  |
| Pushbuttons. |   |

|               |  |
|---------------|--|
| Clock/Digital |  |
| /Time/Date    | Reloj Digital con calendario.                    |
| Wizard.....   |  |
| Discrete      | Ventana de valores digitales.                    |
| Value Display |  |
| Touch         | Botones sensitivos.                              |
| Pushbutton... |  |
| Set.....      | Activar (Botonera que se activa al presionarla). |
| Text.....     | Texto.   |
| Password..... | Clave de seguridad.                              |
| Manual Log    | Ingreso del password del usuario del sistema.    |
| On.           |  |
| Internal Log  | Conexión al sistema mediante comandos.           |
| On.....       |  |
| Manual Log    | Desconexión del sistema.                         |
| Off           |  |
| \$ Configurar | Configurar usuario tagname.                      |
| User.....     |  |
| \$ Change     | Cambiar password.                                |

Password....

Condition            Tipo de condición para botoneras.

Type.....

Key                    Ejecutar la lógica script cuando  
down.....            presionamos la botonera.

SendKeys....        Comandos de ejecución.

\$ Acces                Sendkey para definir el nivel de acceso del  
Level.                usuario.

Touch                 Enlace.  
links...

Users Inputs/        Tagname interno del Intouch con un ingreso  
String.....           de datos externo cuando presiono una  
                         botonera.

String.....        Cadena de caracteres.

\$Operator            Ingreso del operador.  
Entered.....

\$Password            Ingreso del password.  
Entered.....

Touch                 Acción que se ejecuta al presionar un  
Pushbuttons.        botón.

Show                   Mostrar una ventana al presionar un botón.  
Window.....

Hide                   Esconder una ventana.  
Window.....

Value                  Valor numérico que vamos a mostrar.  
Display.....

#.....                Símbolo numeral que muestra una cadena de  
                          caracteres.

Im.....             Corriente del motor.

DDE                   Intercambio dinámico de datos tipo entero.  
Integer.....

Real Time             Gráfico de una variable en tiempo real.  
Trend.....

Pen.....             Gráfico de una variable.

Time Span...        Mínima división de la escala del tiempo.

Sample                Intervalo de muestreo.  
interval....

Value                 Valor de división.  
division...

Mín Value....        Valor mínimo.



Máx Value... Valor máximo.

Miscelaneous/ Desabilitar ventana.

Disable....

Scripts..... Lógica.

Application Ventana donde se programa la lógica para  
Scripts.... crear procesos de simulación.

On Start Up.. Ejecución de un script una vez que la  
acción es comenzada.

While Ejecución de un script una vez que la  
Running. acción está ejecutándose.

On Ejecución de un script una vez que la  
Shutdown... acción está abandonada.

Basic..... Lenguaje lógico de programación.

CPU S7-212.. Micro PLC de la marca Siemens serie S7-200.

STEP7- Software de programación de lógicas de  
Micro/Win... control ejecutable bajo Windows.

PC..... Computadora personal.

PPI..... Interface punto a punto.

MPI..... Interface multi punto.

NEC..... Código de Normas Eléctricas.

KOP..... Lenguaje lógico de contactos.

AWL..... Lenguaje lógico de instrucciones.

EM235..... Módulo de ampliación analógico del PLC S7-  
200 CPU 212.

## INTRODUCCION

En la industria ecuatoriana la automatización de procesos es la solución a muchos problemas que se pueden presentar. La automatización no tiene como fin reducir recursos humanos dentro de una empresa sino mas bien incrementar la productividad y eficiencia de la misma.

Tradicionalmente el concepto de automatización involucraba únicamente el uso del PLC con sus respectivos equipos de instrumentación para censar las variables del sistema y poder dar una respuesta a las mismas de acuerdo a una programación interna del PLC.

Hasta esta idea ha evolucionado surgiendo el control basado en PC; donde se utilizan entradas y salidas remotas (remote I/O), que consiste en dejar las tarjetas de entradas y salidas digitales o analógicas del PLC, quitarle su CPU y reemplazarlo por una tarjeta de comunicación para que pueda llevar información al PC, a través de un bus de campo. En el PC existe un software de arquitectura abierta en tiempo real que permite diseñar, crear, probar y

ejecutar programas de aplicaciones para controlar los procesos, más rápidamente que nunca.

El software está sustituyendo el hardware en las plantas de procesos. Los sistemas abiertos están ocupando el lugar de los sistemas propietarios. La segunda revolución industrial está en camino.

Para ambos casos: Control basado en PC ó PLC podemos adquirir los datos para visualizarlos y controlarlos desde el PC (nodo) mediante un sistema SCADA; que permite a los supervisores, ingenieros, operadores y administradores mediante representaciones gráficas en las pantallas supervisar los procesos de la planta en tiempo real.

Un análisis costo - beneficio muestra que es mejor gastar recursos económicos en comprar un software para controlar un proceso que invertir en varias horas-hombre para que realicen el control manualmente. Así también hay que tener cuidado en invertir en un software que se base en los estándares de interface para que pueda comunicarse con otros programas muy útiles como Bases de datos Oracle, Visual Basic, C++ y también sea un contenedor; esto quiere decir que pueda contener archivos de los planos eléctricos o mecánicos realizados en autocad, reportes en Excel o documentos

en Word.

El presente trabajo muestra la automatización del control del movimiento vertical de un ascensor mediante el uso de un PLC S7-200 CPU 212 de la Compañía Siemens con un software de visualización llamado Intouch de la empresa Wonderware. Se eligieron estas marcas debido a la facilidad de acceso a información en cuanto a literatura y demos de programas.

Este proyecto ha sido hecho con fines didácticos para lo cual se explota al máximo la capacidad de entradas y salidas de los módulos de ampliación del PLC.

## CAPITULO 1

### 1. COMPONENTES DEL ASCENSOR

#### 1. ESQUEMA HISTORICO.

A pesar de que las grúas y ascensores primitivos, accionados con energía humana y animal o con norias de agua, estaban en uso ya en el siglo III antes de Cristo, el ascensor moderno es en gran parte un producto del siglo XIX.

La mayoría de los elevadores del siglo XIX eran accionados por una máquina de vapor, ya fuera directamente o a través de algún tipo de tracción

hidráulica.

A principios del siglo XIX los ascensores de pistón hidráulico ya se usaban en algunas fábricas Europeas. En este modelo la cabina estaba montada sobre un émbolo de acero hueco que caía en una perforación cilíndrica en el suelo. El agua forzada dentro del cilindro a presión subía el émbolo y la cabina, que caían debido a la gravedad cuando el agua se liberaba de dicha presión. En las primeras instalaciones la válvula principal para controlar la corriente de agua se manejaba de forma manual mediante sistemas de cuerdas que funcionaban verticalmente a través de la cabina. El control de palanca y las válvulas piloto que regulaban la aceleración y la deceleración fueron mejoras posteriores.

En el precursor del ascensor de tracción moderno las cuerdas de elevación pasaban a través de un rueda dirigida por correas, o polea, para hacer contrapeso en las guías. La fuerza descendente que ejercen los dos pesos sostenía la cuerda estirada contra su polea, creando la suficiente fricción adhesiva o tracción entre las dos como

para que la polea siguiera tirando de la cuerda.

En 1853 el inventor y fabricante estadounidense Elisha Otis exhibió un ascensor equipado con un dispositivo (llamado seguro) para parar la caída de la cabina si la cuerda de izado se rompía. En ese caso, un resorte haría funcionar dos trinquetes sobre la cabina, forzándolos a engancharse a los soportes de los lados del hueco, así como al soporte de la cabina. Esta invención impulsó la construcción de ascensores. El primer ascensor o elevador de pasajeros se instaló en Estados Unidos, en un comercio de Nueva York. En la década de 1870, se introdujo el ascensor hidráulico de engranajes de cable. En 1880 el inventor alemán Werner von Siemens introdujo el motor eléctrico en la construcción de elevadores. En su invento, la cabina, que sostenía el motor debajo, subía por el hueco mediante engranajes de piñones giratorios que accionaban los soportes en los lados del hueco. En 1887 se construyó un ascensor eléctrico, que funcionaba con un motor eléctrico que hacía girar un tambor giratorio en el que se enrollaba la cuerda de izado. En los siguientes doce años



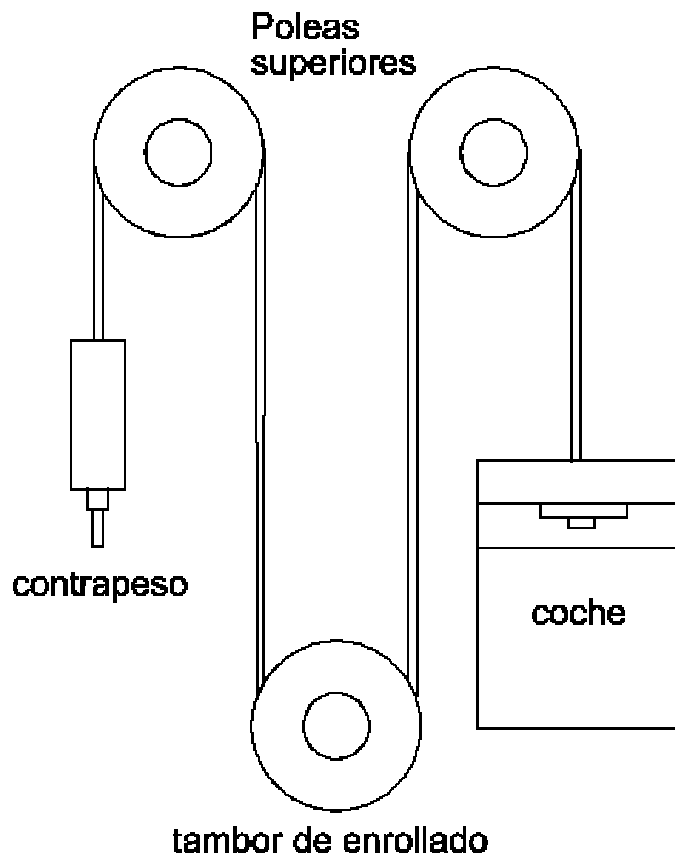
empezaron a ser de uso general los elevadores eléctricos con engranaje de tornillo sin fin, que conectaba el motor con el tambor, excepto en el caso de edificios altos. Los ascensores eléctricos se usan hoy en todo tipo de edificios.

El World Trade Center en Nueva York (EEUU), con sus dos torres de 110 pisos, tiene 244 ascensores o elevadores con capacidades de hasta 4.536 kg y velocidades de hasta 488 m/min.

El edificio Sears-Roebuck en Chicago, de 110 pisos, tiene 109 ascensores con velocidades de hasta 549 m/min.

Los ascensores son fruto de la inventiva moderna, Arquímedes hace mas de doscientos años, antes de la era cristiana, construyó uno no muy diferente de los de hoy en día, por que tenia un tambor en el cual se enrollaba la soga que lo hacia moverse.

En 1850 comenzó el desarrollo de los ascensores de cuatro tipos: hidráulico, a vapor, y en la actualidad: eléctrico y electrohidráulico.



Nuestro

ascensor es de tracción del tipo tambor (9) consiste de un coche unido por un cable a un tambor de enrollado al cual se agrega un contrapeso (figura 1.1).

Figura 1.1

**Diagrama ilustrativo de la disposición de las distintas partes de una máquina ascensor tipo tambor.**

El tambor de enrollado puede ser accionado por un motor eléctrico con sinfín y engranajes, por un

engranaje cilíndrico, por una combinación de ambos o en combinación con una o más poleas. El tambor tiene dos extremos de cables, estando conectados los cables de contrapeso en un extremo y los correspondientes al coche en el otro.

Nosotros unimos el motor, por medio de cadenas, a la polea motriz en el eje sinfín del tambor de enrollado. Esto llevaba aparejada la necesidad de un control para el motor, que no solo lo haga arrancar y parar automáticamente, sino que invierta su funcionamiento para dar al ascensor movimiento en el sentido correspondiente a la posición que ocupa la cuerda de control.

## **2. MOTOR DE INDUCCION MONOFASICO**

Aproximadamente los motores de inducción monofásicos empezaron a ser un mecanismo de funcionamiento autónomo alrededor de la década de 1890.

Los primeros motores monofásicos trabajaban con una frecuencia de 133 Hz.

Los motores de inducción monofásicos abarcan una gama de capacidades nominales que fluctúan desde

fracciones de un caballo de fuerza hasta unos 10 HP.

A continuación, en la Figura 1.2 mostramos una vista general de un típico motor jaula de ardilla monofásico TEFC (3) ("Motor Marca Doerr Electric Corp. con encapsulamiento a prueba de explosión) con condensador de arranque de propósito general con todos sus componentes.

Los motores de fase partida son más económicos que los motores de arranque por condensador, cuando es necesario un alto momento de torsión de arranque se utiliza los motores de arranque por condensador, como es nuestro caso ya que el motor del ascensor deberá arrancar venciendo la inercia del peso de los pasajeros y el de la estructura metálica del cajón.

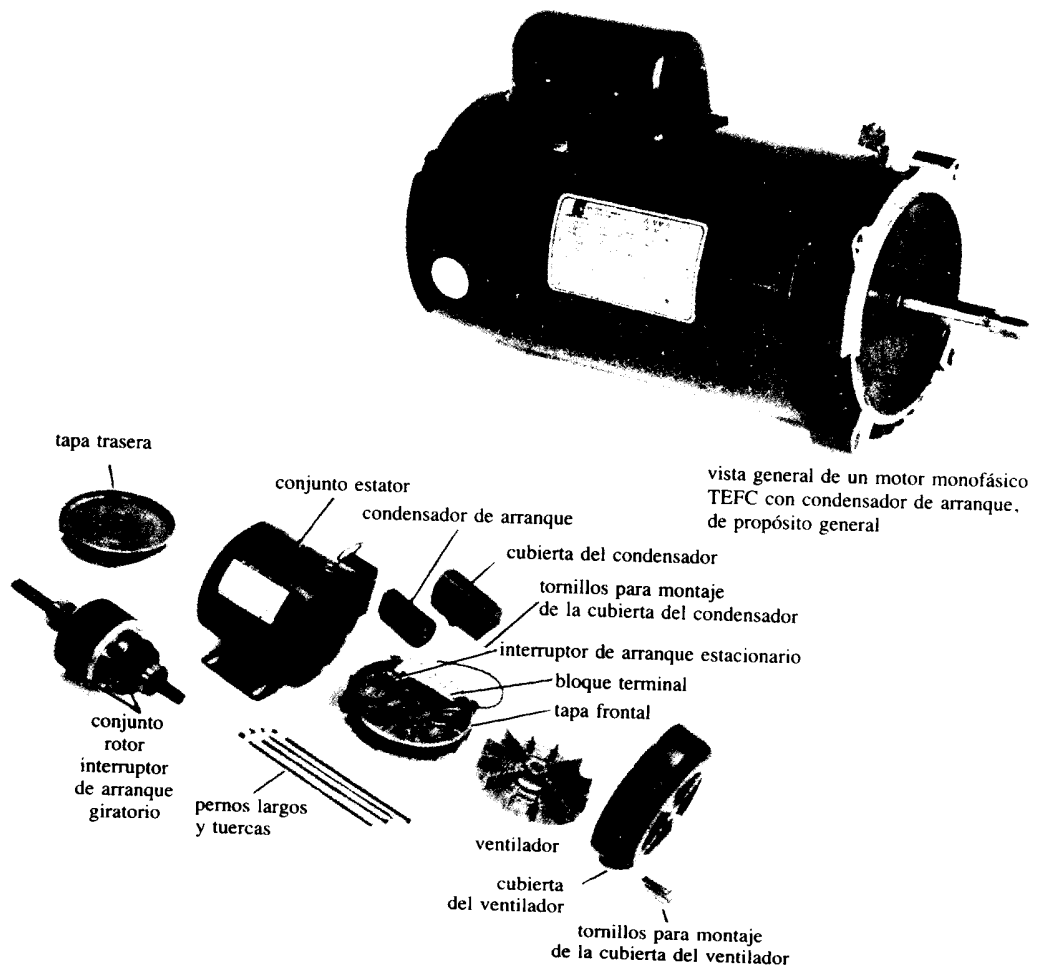


Figura 1.2

## Motor de Inducción Monofásico

### 1. INTRODUCCION

Al tener una aplicación que requiera más de un caballo de potencia se recomienda el uso de motores de inducción trifásica (1) que un motor monofásico; tomando en cuenta que esta alimentación esté disponible; debido a que

generalmente los negocios y pequeños hogares no constan de tal alimentación.

Una importante característica de los motores monofásicos es su velocidad casi constante.

Un importante aspecto de diseño es que los motores de inducción monofásicos es que a diferencia de una fuente trifásica, una fuente monofásica no produce un campo magnético giratorio; sinó que permanece en posición estacionaria y pulsa con el tiempo. Puesto que no hay un campo magnético de rotación neta, estos motores monofásicos convencionales necesitan de un diseño especial para poder funcionar.

Un motor de inducción trifásico puede operar como uno monofásico abriendo una fase de alimentación del estator.

Los motores de inducción monofásica presentan una gran desventaja ya que al haber una sola fase en el bobinado del estator, el campo magnético del motor no gira; a cambio pulsa variando desde una gran

intensidad que luego va disminuyendo pero permanece siempre en la misma dirección (2). Al no haber campo magnético giratorio en el estator, un motor de inducción monofásico no tiene momento de arranque.

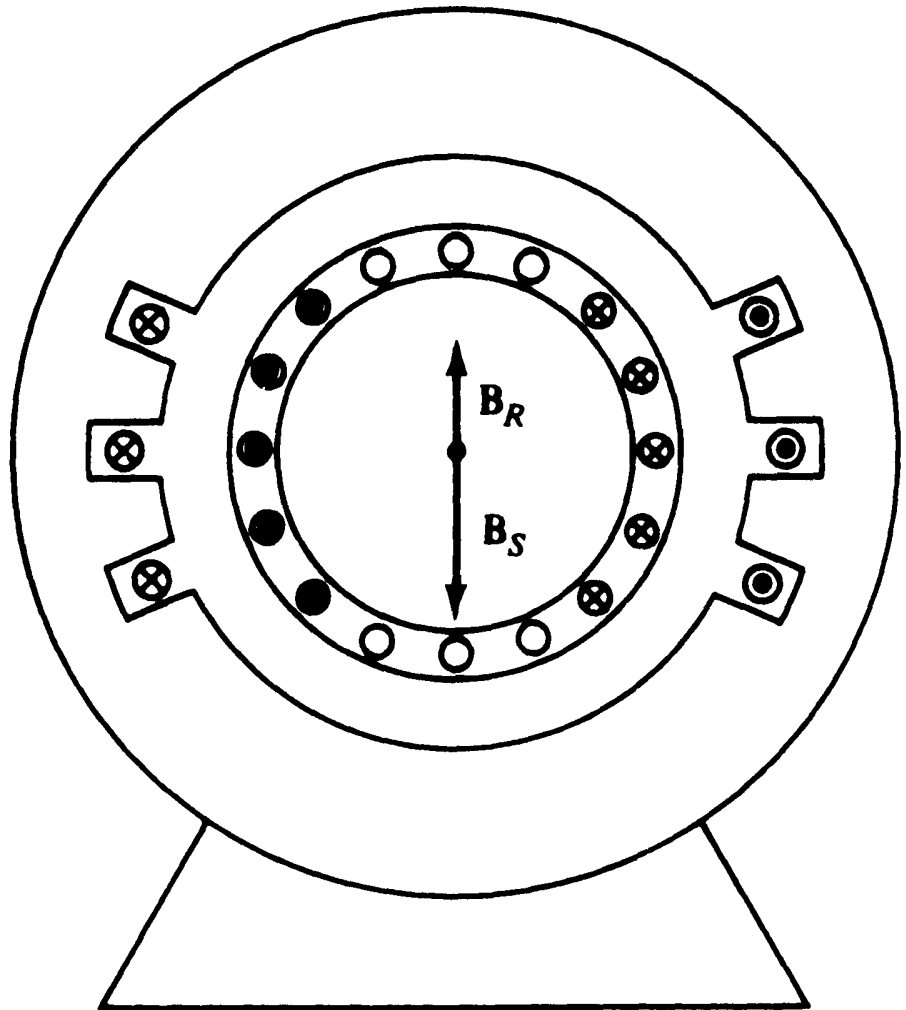
Analizemos al motor de inducción monofásico con su rotor estacionario. El flujo del estator de la máquina aumenta inicialmente y luego disminuye, pero apunta en la misma dirección. Puesto que el campo magnético del estator no gira, no hay movimiento relativo entre el campo del estator y las barras del rotor. Por lo tanto no hay voltaje inducido por causa del movimiento relativo del rotor, y tampoco hay flujo de corriente debido al movimiento relativo ni hay movimiento inducido.

Un voltaje se induce en las barras del rotor mediante una acción transformadora ( $d\phi / dt$ ), y como las barras están en cortocircuito, la corriente fluye en el rotor. Sin embargo el campo magnético está alineado con el campo magnético del estator pero esto no produce

momento neto en el rotor.

$$\tau_{ind} = kBrXBs \quad (\text{ecuación 1.1})$$

$$\tau_{ind} = kBrBs \text{Sen } \theta = 0 \quad (\text{ecuación 1.2})$$



En condiciones estacionarias del motor, parece un transformador con un bobinado secundario en cortocircuito. (ver Figura



1.3).

Figura 1.3

**Motor de inducción monofásico en condición  
de arranque.**

Hay dos teorías que explican por qué se produce un momento en el rotor cuando comienza a girar.

La primera es la teoría del doble campo giratorio de los motores de inducción monofásica y la otra es la teoría del campo cruzado de dichos motores (2).

**2. TEORIAS DE ROTACION DE MOTORES MONOFASICOS**

**1. TEORIA DEL DOBLE CAMPO GIRATORIO DE LOS  
MOTORES DE INDUCCION MONOFASICOS**

Esta teoría sostiene que un campo magnético pulsante y estacionario puede descomponerse en dos campos giratorios de igual magnitud pero de direcciones opuestas. El momento total será la suma de los momentos correspondientes a cada uno de los campos magnéticos

correspondientes. En la Figura 1.4 se aprecia la descomposición de un campo magnético pulsante y estacionario en dos campos magnéticos iguales y de rotación contraria.

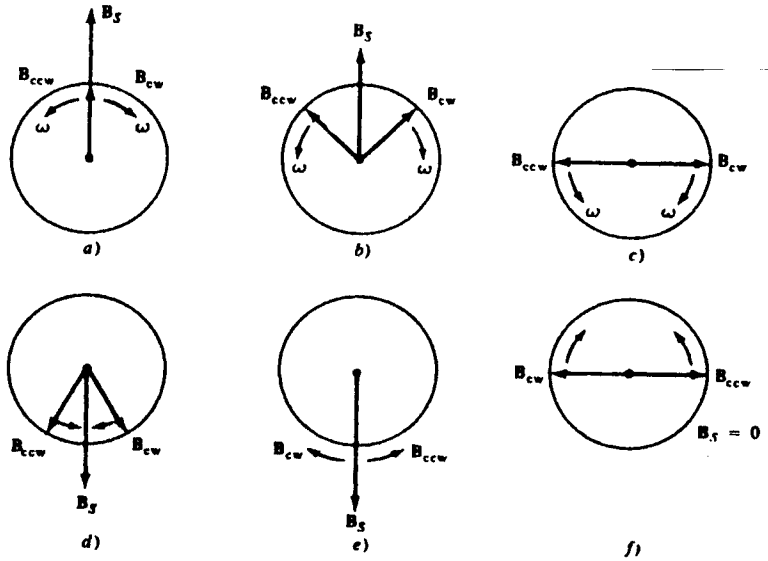


Figura 1.4

Descomposición de un campo magnético pulsante en dos campos magnéticos de igual magnitud pero de direcciones de rotación contrarias.

La densidad del flujo estacionario se define por la ecuación:

$$B_s(t) = (B \text{ máx} \text{ sen } \omega t)j \quad (\text{ecuación 1.3})$$

Un campo magnético de rotación en el sentido a favor de las manecillas del reloj puede expresarse por:

$$B_{cw}(t) = (1/2 B \text{ máx} \text{ cos } \omega t)i - (1/2 B \text{ máx} \text{ sen } \omega t)j \quad (\text{ecuación 1.4})$$

Un campo magnético de rotación en el sentido a favor de las manecillas del reloj puede expresarse por:

$$\mathbf{B}_{cw}(t) = (1/2B_{\text{máx}} \cos \omega t)\mathbf{i} - (1/2B_{\text{máx}} \sin \omega t)\mathbf{j}$$

(ecuación 1.4)

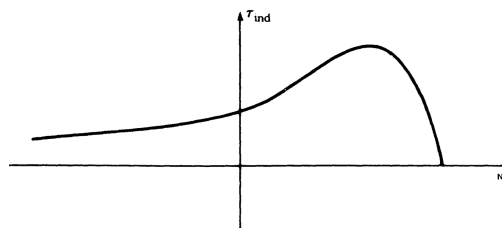
Y un campo magnético cuya rotación tiene sentido contrario se expresa así:

$$\mathbf{B}_{ccw}(t) = (1/2B_{\text{máx}} \cos \omega t)\mathbf{i} + (1/2B_{\text{máx}} \sin \omega t)\mathbf{j}$$

(ecuación 1.5)

La suma de estos dos campos magnéticos da como resultado el campo magnético pulsante y estacionario  $B_s$ .

$$\mathbf{B}_s = \mathbf{B}_{cw} + \mathbf{B}_{ccw} \quad (\text{ecuación 1.6})$$

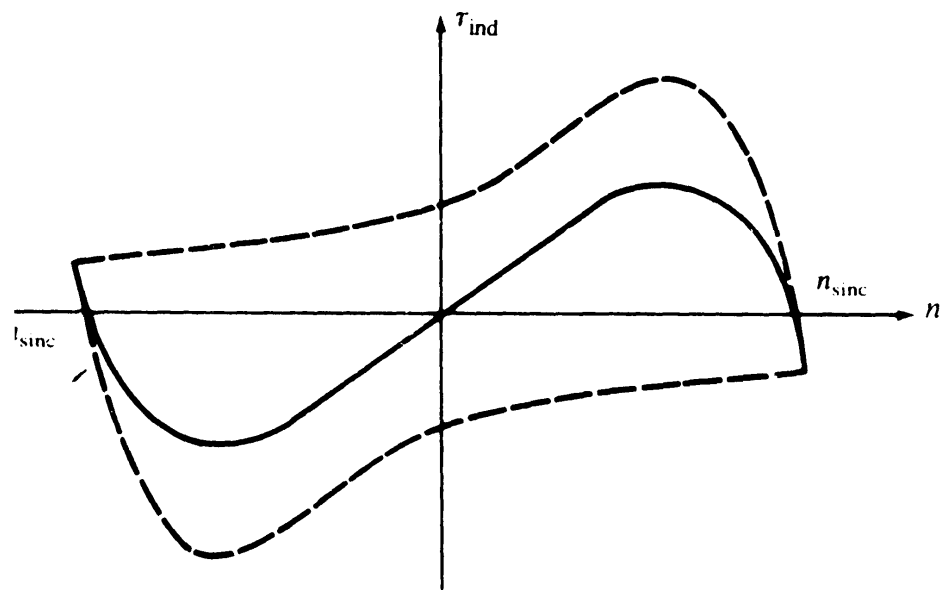


En la

Figura 1.5 se observa la característica momento de torsión velocidad de un motor de inducción trifásico con respecto a su campo giratorio.

Figura 1.5

Características de momento de torsión-  
velocidad de un motor de inducción  
trifásico.



En la Figura 1.6 se observa la  
característica momento de torsión  
velocidad de un motor de inducción  
monofásico con respecto a su campo  
giratorio; obsérvese que a velocidad  
cero no hay momento de torsión neto.

Figura 1.6

Características de momento de torsión-  
velocidad de los dos campos magnéticos

de estator iguales y de rotación contraria.

La gráfica de torsión versus velocidad es una superposición, debido que en un motor monofásico están las dos curvas simultáneamente.

Si se aplica potencia a un motor trifásico mientras se le obliga a girar hacia atrás, las corrientes serán muy altas, lo que hace incrementar la reactancia con respecto al valor de la resistencia. Así, la corriente del rotor atrasa el voltaje del rotor en casi  $90^\circ$ , lo que produce un campo magnético a  $180^\circ$  del voltaje del estator. El momento de torsión inducido del motor es proporcional al seno del ángulo entre los dos campos; y el seno de un ángulo cercano a  $180^\circ$  es muy pequeño; pero se incrementa el valor del momento de torsión por las altas corrientes del rotor.

a) Los campos magnéticos de avance y de inversión son producidos por la misma corriente. Los dos campos producen un voltaje en el estator. El campo magnético de rotación hacia adelante (con una resistencia de rotor de  $R_2/s$ ) limitará el flujo de corriente del estator del motor (lo cual produce los campos de avance y de inversión). Como la corriente del campo inverso del estator se limita a un valor pequeño y como el campo magnético inverso del rotor está a un ángulo muy grande con respecto al campo magnético inverso del estator, el momento de torsión de los campos magnéticos inversos es muy poco cercano a la velocidad sincrónica (Figura 1.7). Otra característica de esta curva son las pulsaciones del momento de torsión al doble de la frecuencia del estator, y se producen campos de inversión y avance se cruzan entre ellos dos veces en cada ciclo; lo cual produce vibraciones y ruido (2).

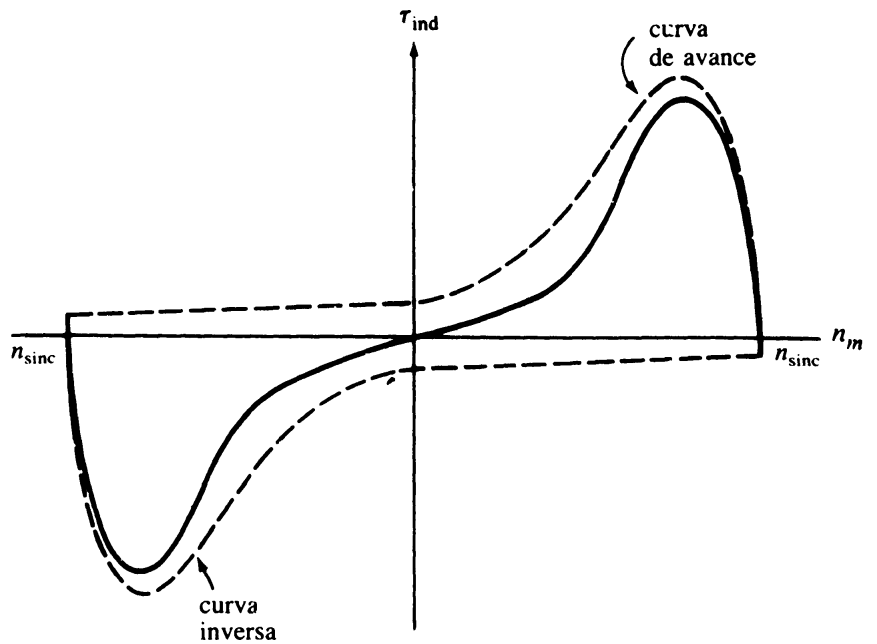


Figura 1.7

Momento de torsión - velocidad de un motor de inducción monofásico.

### 1. TEORIA DEL CAMPO CRUZADO DE LOS MOTORES DE INDUCCION MONOFASICOS.

Esta teoría enfoca los voltajes y corrientes que se inducen en las barras del rotor cuando este se halla en movimiento.

Considérese un motor de inducción como un rotor que ha sido llevado a una velocidad por un medio externo. Hay voltajes inducidos en las barras del rotor, los cuales producen corriente en el mismo que por la alta



reactancia del rotor la corriente atrasa el voltaje unos  $90^\circ$ . El campo magnético del rotor es un poco menor que el campo magnético del estator y difieren en  $90^\circ$  en el espacio y el tiempo. Al sumarse estos dos campos magnéticos en tiempos diferentes, el campo magnético total gira en dirección contraria a las manecillas del reloj (Figura 1.8). Al estar presente un campo magnético rotante, el motor de inducción desarrollará un momento de torsión neto en la dirección del movimiento, y dicho momento mantendrá girando al motor.

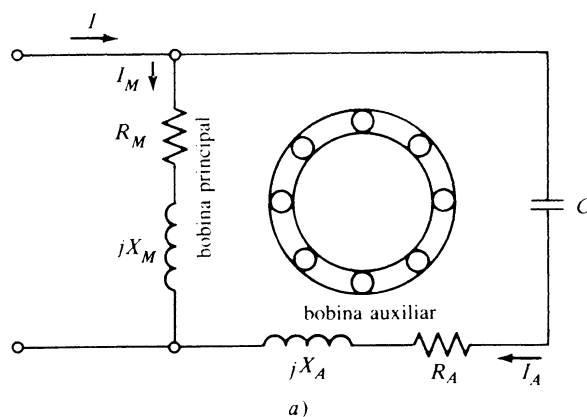


Figura 1.8

a) Magnitudes de los campos magnéticos en función del tiempo b) Suma vectorial de los campos magnéticos del rotor y del estator a tiempos diversos (el campo magnético neto rota en sentido contrario al avance de las agujas del reloj).

### 3. ARRANQUE DE LOS MOTORES DE INDUCCION

#### MONOFASICOS POR MEDIO DE CAPACITOR



El

capacitor de arranque mejora el momento de torsión -velocidad de un motor de inducción. A veces se deja permanentemente un bobinado auxiliar con un capacitor pequeño en paralelo; el cual mantiene un campo magnético giratorio uniforme a cierta carga específica, lo que le da un comportamiento de motor trifásico. Este tipo de motor se llama motor de inducción de fase partida con condensador permanente (2)(Figura 1.9).

Figura 1.9

**Motor de inducción de fase partida con condensador permanente.**

Los motores de inducción de fase partida con condensador permanente son más sencillos que los de arranque por condensador ya que estos motores no necesitan de interruptor de arranque, son más eficientes con carga, tienen mayor factor de potencia y un momento de torsión más uniforme.

Los motores de inducción de fase partida con condensador permanente poseen un menor momento de arranque que los de arranque por condensador, puesto que el condensador debe balancear las corrientes de los bobinados principal y auxiliar en condiciones de carga. Por ser las corrientes de arranque muy altas, un condensador que balancea las fases con carga, las deja desbalanceadas al arranque.

Si se requiere un mejor momento de arranque y un mejor funcionamiento, se pueden usar dos capacitores en el bobinado principal. Estos motores se llaman motores con condensador de arranque y condensador de giro. El capacitor de mayor valor sólo está

presente en el arranque, cuando asegura un balance entre las corrientes de los bobinados principal y auxiliar, produciendo momentos de arranque muy altos.

Una vez que el motor ha adquirido velocidad, el circuito se abre y solo queda el capacitor permanente en el bobinado auxiliar.

El condensador permanente es suficientemente grande para balancear las corrientes en carga normal del motor, por lo que mejora el momento de torsión y el factor de potencia.

## **1. PRUEBAS DE VACIO Y ROTOR BLOQUEADO EN**

### **LAS MAQUINAS DE INDUCCION MONOFASICA**

Las pruebas de cero carga y de rotor trabado en las maquinas de inducción monofásico son pruebas similares a las de las máquinas de inducción polifásicas; con la única diferencia que las pruebas antes mencionadas se realizan con el bobinado auxiliar abierto; o sea con el bobinado

principal funcionando (1).

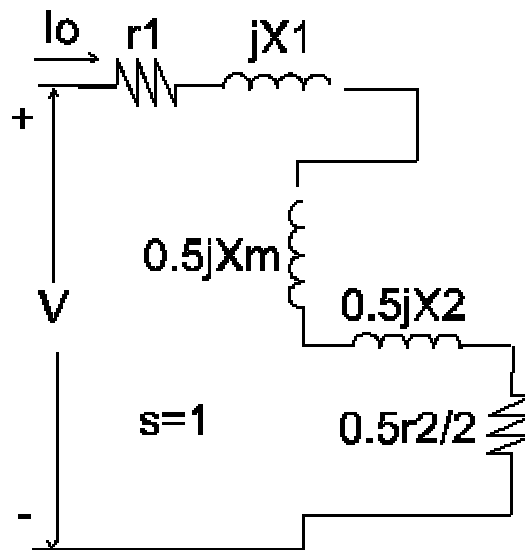
### **1. PRUEBA DE VACIO.**

La prueba de vacío se realiza girando el motor a voltaje nominal, sin ninguna carga y a frecuencia nominal. Dado que el deslizamiento de cero carga es pequeño, la resistencia  $0,5r_2/s$  es muy grande y se lo considera infinito. Así, la resistencia  $0,5r_2/(2-s)$  asociada con el campo rotacional hacia atrás es bien pequeña para poder despreciar esta corriente de magnetización hacia atrás, quedando como circuito equivalente la Figura 1.10, el cual tiene una reactancia total de:

$$X_o = X_1 + 0,5 X_M + 0,5 X_2 \text{ (ecuación 1.7)}$$

Para los cálculos para un rotor bloqueado se desprecia la

corriente de magnetización, que generalmente es menor que el 3.5% de la corriente del rotor en el punto de reposo. El circuito equivalente para la prueba de circuito abierto de un motor monofásico jaula de ardilla movido con capacitor se muestra en la Figura 1.10, donde  $I_o$  es la corriente de vacío.



Figura

1.10

**Circuito equivalente de un MIJA  
movido por capacitor a circuito  
abierto.**

## 2. PRUEBA DE ROTOR BLOQUEADO

El circuito equivalente para rotor bloqueado se muestra en la figura 1.11, y se asume que:

$$X_1 = X_2 = X_L/2 \quad (\text{ecuación } 1.8)$$

Donde  $X_L$  es la reactancia a rotor trabado.

La reactancia de magnetización es:

$$X_M = 2 X_o - 1,5 X_L \quad (\text{ecuación } 1.9)$$

La resistencia  $r_1$  del bobinado principal se mide con corriente directa. La resistencia  $r_2$  se mide de una forma similar a la de un motor de inducción polifásico. La resistencia serie equivalente del motor con el rotor bloqueado es:

$$r_L = P_L / I_L^2 \quad (\text{ecuación } 1.10)$$

donde  $P_L$  e  $I_L$  son la potencia y

corriente de entrada al motor cuando el rotor está bloqueado haciendo uso del circuito equivalente de la Figura 1.10.

De donde se saca el valor de  $r_2$ :

$$r_2 = (r_L - r_1)(X_2 + X_M)/X_M$$

(ecuación 1.11)

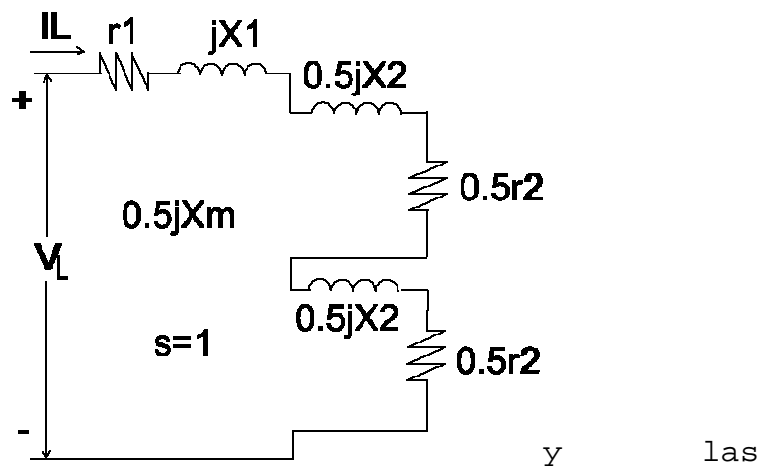
Las pérdidas rotacionales se obtienen restando las pérdidas de cobre del estator y del rotor de la potencia de entrada en vacío y despreciando la corriente de magnetización hacia atrás. Las pérdidas de cobre se expresan así (1):

$$P_c = I_o^2 (r_1 + 0,5 (r_L - r_1))$$

(ecuación 1.12)

$$= 0,5I_o^2 (r_1 + r_L) \quad \text{(ecuación 1.13)}$$





pérdidas rotacionales:

$$P_{rot} = P_o - P_c \quad (\text{ecuación 1.14})$$

Figura 1.11

**Circuito equivalente de un MIJA movido por capacitor a rotor trabado.**

## 2. EL MOTOR CON CONDENSADOR DE ARRANQUE

Hay tres tipos de motores con condensador de arranque. El primer tipo es el motor con condensador de arranque; que utiliza su bobinado auxiliar con su capacitor únicamente durante el arranque. Los otros dos tipos: El motor con condensador de arranque permanente de o único valor y

el motor con dos valores de condensador de arranque, tienen sus bobinados auxiliares energizados no solamente durante el arranque.

### 3. CIRCUITO EQUIVALENTE DEL MOTOR CON CONDENSADOR DE ARRANQUE BASADO EN LA TEORÍA DE LOS DOS CAMPOS GIRATORIOS.

La corriente del bobinado auxiliar como la del bobinado principal producen fmm's rotatorias iguales y opuestas. Los bobinados principal y auxiliar están desplazados 90° eléctricos.

Dado que el entrehierro es común, no existe una inductancia apreciable entre los dos bobinados.

Las ecuaciones quedan:

$$V_m = (r_1 + jX_1)I_m + E_{2m}$$

(ecuación 1.15)

$$V_a = (r_{1a} + jX_{1a} + R_c + jX_c)I_a + E_{2a}$$

(ecuación 1.16)

Donde  $r_1 + jX_1$  es la impedancia de

dispersión del bobinado principal, y  $r_{1a} + jX_{1a}$  la impedancia de dispersión del bobinado auxiliar. Donde:

$$V_m = E_{2m} \quad (\text{ecuación 1.17})$$

$$E_{a2} = E_{fa} + E_{ba} \quad (\text{ecuación 1.18})$$

Donde  $E_{fa} + E_{ba}$  son voltajes inducidos en la fase auxiliar debido a sus propios flujos hacia adelante y hacia atrás.

El voltaje inducido en la fase principal por el flujo que gira adelante adelanta  $90^\circ$  al voltaje inducido en la fase auxiliar por el mismo flujo.

Para el movimiento en el otro sentido es verdadera la siguiente ecuación:

$$E_{2m} = -j E_{fa}/a + j E_{ba}/a \quad (\text{ecuación 1.19})$$

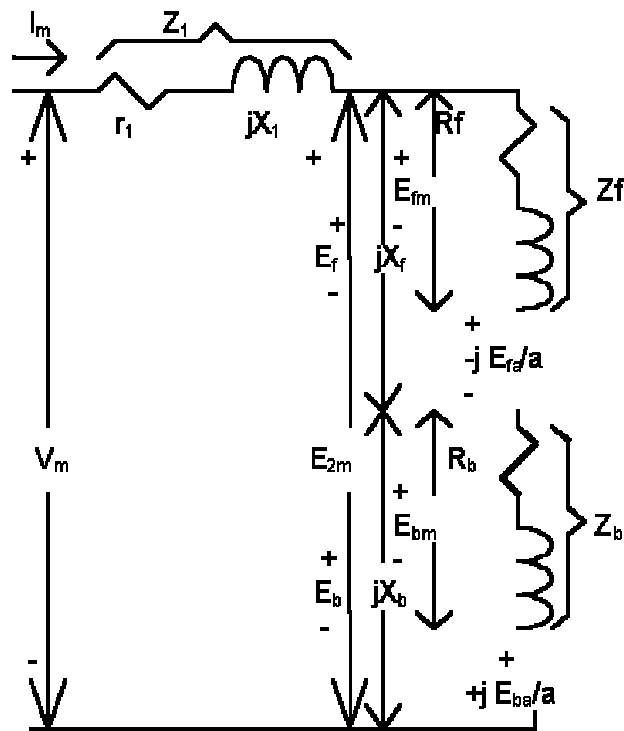
donde "**a**" es la relación de vueltas de

la fase auxiliar a la fase principal.

Como todos los voltajes inducidos por los flujos deben ser tomados en cuenta, nos queda:

$$V_m = Z_1 I_m + E_{fm} - jE_{fa}/a + E_{bm} + jE_{ba}/a$$

(ecuación 1.20)



$$V_a = (z_{1a} + Z_c) I_a + E_{fa} + jaE_{fm} + E_{ba} - jaE_{bm}$$

(ecuación 1.21)

Figura 1.12

**Circuito equivalente de un motor con el bobinado de la fase principal.**

Con ayuda de los gráficos anteriores las ecuaciones se pueden acomodar en (1):

$$V_m = (z_1 + Z_f + Z_b) I_m - j a (Z_f - Z_b) I_a$$

(ecuación 1.22)

$$V_a = j a (Z_f - Z_b) I_m + (Z_c + z_{1a} + a^2 (Z_f + Z_b)) I_a$$

(ecuación 1.23)

Las dos fases del motor con arranque por condensador están conectadas en paralelo, quedándonos:

$$V_a = V_m = V$$

(ecuación 1.24)

La corriente total que recibe el motor es:

$$I = I_m + I_a$$

(ecuación 1.25)

$$T_{em} = (P_{gf} - P_{gb}) / \omega_{sin}$$

(ecuación 1.26)

Donde :

$$P_{gf} - P_{gb} = (I_m^2 + (aI_a)^2)(R_f - R_b) + 2aI_aI_m(R_f + R_b)\sin(\theta_a - \theta_m)$$

(ecuación 1.27)

## 1. ECUACIONES DE LA PRUEBA EN VACIO DEL MOTOR

Realizándole al motor la prueba de vacío con la ayuda de equipos tales como: Watímetro, voltímetro, amperímetro y reóstato; tomamos diferentes lecturas de los instrumentos alimentándolo al motor con voltaje nominal.

Medimos el valor de resistencia del bobinado en la fase principal del motor con un multímetro; el cual es el mismo valor de impedancia que el bobinado en la fase auxiliar.

$$r_1 = 246.6\Omega \quad \text{(ecuación$$

1.28)

$$P = \frac{V^2}{R_0}$$

(ecuación 1.29)

Calculamos el valor de la resistencia total en la prueba de vacío.

$$R_0 = \frac{V^2}{P} = \frac{(100.5)^2}{14.8} = 682.44\Omega$$

(ecuación 1.30)

Ahora calculamos la impedancia total en la prueba en vacío, con ayuda del valor de la corriente de entrada al motor con arranque por condensador, la cual nos dio 0.13 A.

$$Z_0 = \frac{V}{I} = \frac{100.5}{0.13} = 773.07$$

(ecuación 1.31)

Proseguimos a calcular el valor de la reactancia de entrada  $X_0$

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} = \sqrt{(773.07)^2 - (682.44)^2}$$

(ecuación 1.32)

$$X_0 = 363.198 \quad \text{(ecuación 1.33)}$$

Usando la fórmula de la reactancia de magnetización (1):

$$X_M = 2X_0 - 1.5X_L \quad \text{(ecuación 1.34)}$$

$$X_M = 2(363.198) - 1.5(22.35) \quad \text{(ecuación 1.35)}$$

$$X_M = 692.871 \quad \text{(ecuación 1.36)}$$

## 2. ECUACIONES DE LA PRUEBA DE ROTOR

### BLOQUEADO DEL MOTOR

Realizamos las pruebas de rotor bloqueado usando los mismos instrumentos de medición empleados en la anterior prueba de vacío.

$$P = \frac{V^2}{R_L} \quad \text{(ecuación 1.37)}$$

Calculamos el valor de la resistencia total



en la prueba de rotor bloqueado dividiendo el voltaje nominal de alimentación para la impedancia:

$$R_L = \frac{(99,9)^2}{20} = 499\Omega \quad (\text{ecuación 1.38})$$

Seguido, calculamos el valor de la impedancia total del motor con arranque por condensador en la prueba de rotor bloqueado.

$$Z_L = \frac{V}{I} = \frac{99.9}{0.2} = 499.5\Omega \quad (\text{ecuación 1.39})$$

El valor de la reactancia total de nuestro motor de inducción monofásico jaula de ardilla con arranque con condensador a rotor bloqueado nos queda:

$$X_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2} \quad (\text{ecuación 1.40})$$

$$X_L = \sqrt{499.5^2 - 499^2} \quad (\text{ecuación 1.41})$$

$$X_L = 22.34 \quad (\text{ecuación 1.42})$$

Asumimos que la reactancia del bobinado principal es igual a la reactancia del bobinado auxiliar, quedándonos:

$$X_1 = X_2 = 11.17 \quad (\text{ecuación 1.43})$$

La resistencia del embobinado auxiliar de nuestro motor es:

$$r_2 = (r_2 - r_1) \left( \frac{X_2 + X_M}{X_M} \right)^2 \quad (\text{ecuación 1.44})$$

$$r_2 = (499 - 246.6) \left( \frac{11.17 + 692.87}{692.87} \right)^2 \quad (\text{ecuación 1.45})$$

$$r_2 = 256.47 \Omega \quad (\text{ecuación 1.46})$$

Este valor es muy similar al de la resistencia del bobinado principal.

#### **4. PROTECCIONES ELECTRICAS**

| <b>MOTOR REVERSIBLE</b>        |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| <b>ORIENTAL MOTOR 0288-424</b> |                     |
| POTENCIA: 3/4 W                | CAPACITOR: 2,5uF    |
| VOLTAJE: 100V                  | FRECUENCIA: 50/60Hz |
| CORRIENTE: 0,2 A               | 1200/1400 rpm       |

El motor usado es monofásico tipo jaula de ardilla con capacitor permanente.

Los datos de placa del motor monofásico se muestran en la tabla 1.1:

Tabla 1.1

**Datos de placa del motor monofásico movido por condensador.**

Debido a que el motor usado tiene 3/4 W (0,001 HP) con una intensidad de 200mA y con una alimentación a 100 VAC usamos una protección de sobrecorriente limitada por un fusible de 2 Amperios puesto en serie con el motor; el cual supera el valor de máxima corriente requerida por el motor en el arranque, siendo esta medida en la prueba de rotor bloqueado con un valor máximo de 0,19 A.

Debido a que realizamos un prototipo de ascensor con fines educativos, usamos un motor monofásico

de poca capacidad. En una aplicación de mayor magnitud se debe proteger al motor con un protector contra cortocircuito ("breaker") (según Código NEC Cuadro 430-148, 430-149, 430-150, 430-151A, 430-151B), y con un protector contra sobrecarga ("overload") de acuerdo a la intensidad nominal del motor.

## **2. SISTEMA ELECTROMECHANICO DE ELEVACION Y DESCENSO DEL ASCENSOR.**

El sistema mecánico del ascensor tiene como fuerza motriz un motor de inducción monofásico jaula de ardilla de capacitor permanente (2.5 uF) de 1200 RPM (20 rev/seg).

Debido a que el trayecto que tiene que recorrer el ascensor es de 60 cm, se instaló un reductor acoplado al eje del motor para reducir su giro en una proporción de 30:1 quedándonos 40 RPM (2/3 rev/seg).

Para controlar la velocidad del motor en el momento que inicia y termina su marcha se diseñó un circuito eléctrico que varía el voltaje RMS alterno que le llega al motor.

A continuación del sistema motor - reductor se acopló un freno - embrague con un matrimonio de 8mm de diámetro interior y 27 mm de diámetro exterior; además el matrimonio tiene un acople de caucho que absorbe la vibración y corrige una mínima desalineación que pudiera haber entre el eje del motor - reductor y el freno - embrague.

El freno - embrague consta de dos bobinas: La primera es la encargada de transmitir el movimiento del motor - reductor al tambor de enrollado del ascensor, la segunda bobina provoca un bloqueo del engranaje del eje de salida del freno - embrague.

El engranaje de salida del freno - embrague consta de 18 dientes de 1/4 de pulgada de paso, con un diámetro exterior de 38,1 mm. Este engranaje del freno de embrague transmite el movimiento al engranaje del tambor de enrollado (24 dientes) que tiene un diámetro exterior de 78,5 mm. La transmisión del movimiento se hace a través de una cadena de 1/4 de pulgada de paso. La velocidad del tambor de enrollado se reduce debido a que el diámetro del engranaje de este es

mayor que el diámetro del engranaje del freno - embrague; además el engranaje conductor del freno - embrague consta de 18 dientes y al recibir este movimiento el engranaje del tambor de enrollado (24 dientes) a través de la cadena experimentará una reducción de velocidad con una relación de 1:1,33. En otras palabras la velocidad de giro del engranaje del tambor de enrollado se reduce un 30% con respecto a la velocidad de giro del engranaje del freno - embrague.

El tambor es de 25 mm de diámetro y se encuentra girando libremente entre dos chumaceras de piso con un eje de 3/4 de pulgada de diámetro.

Las chumaceras van lubricadas con una grasa especial para rodamientos; la cual está hecha a base de sodio para soportar sobretemperaturas.

Todo este sistema motor - reductor, freno - embrague, tambor enrollado se encuentra en la parte superior de la estructura metálica del ascensor.

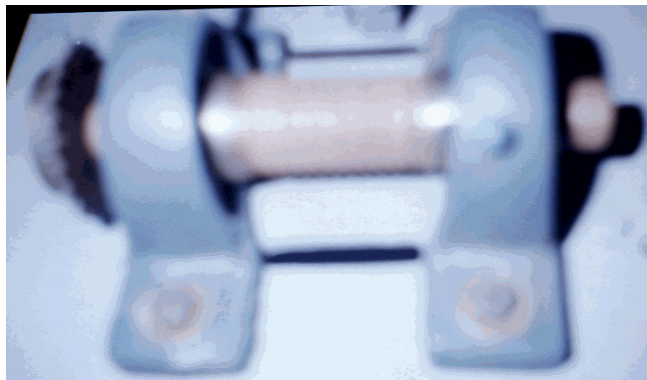
El cajón del ascensor se encuentra atado a una cuerda que está sujeta al otro lado por un

contrapeso con la ayuda de una polea loca que sirve para mantener tensionado el cable.

La cuerda pasa a través del tambor de enrollado dando tres vueltas al mismo.

Para que no se enrede la cuerda en el tambor de enrollado, este posee un corrugado de 10 líneas del ancho de la cuerda.

En una vuelta del tambor de enrollado se recorre 78,5 mm. de cuerda.



A continuación en la Figura 1.13 se muestra el tambor de enrollado con el detalle del corrugado, a más del moto - reductor y freno - embrague.

Figura 1.13

**Tambor de enrollado del ascensor.**

### **3. FRENADO MECANICO DEL ASCENSOR**

El ascensor tiene un sistema de frenado mecánico para brindar un alto factor de seguridad cuando el cajón del ascensor se encuentra estático en un piso y así evitar que se deslice hacia abajo.

El freno mecánico del ascensor consta básicamente de dos bobinas, una para el embrague y otra para el freno. Cuando se energiza la bobina de embrague, ésta crea un campo magnético que atrae una parte móvil. Esta parte móvil se encuentra unida al eje del engranaje de salida del freno - embrague. Por lo tanto se produce un acople completo entre el movimiento del motor - reductor y el tambor de enrollado.

El dispositivo del freno - embrague se muestra en la Figura 1.14.



Cuando se energiza la bobina de freno, ésta atrae la parte



móvil para el lado contrario de donde se encuentra la bobina de embrague y además detiene el movimiento del eje del engranaje de salida del freno - embrague por fricción.

Figura 1.14

### **Freno - embrague.**

Para energizar el freno - embrague se lo debe hacer con una fuente de voltaje continuo de 24 voltios, de acuerdo a la energización de cualquiera de las dos bobinas del freno - embrague obtenemos los distintos modos de operación: freno ó embrague, entre el motor - reductor y el engranaje del freno - embrague que se encuentra a su salida y que sirve para transmitirle velocidad al engranaje del tambor de enrollado.

El freno - embrague puede estar en tres posiciones básicas:

**Primera posición.-** El freno - embrague se encuentra sin energización en sus 3 pines, con lo cual el freno - embrague no empata ningún tipo de movimiento entre el motor - reductor que se

encuentra a la entrada y el tambor de enrollado.

**Segunda posición.-** La bobina de embrague del freno - embrague es energizada entre un par de sus terminales, provocando un acople completo entre el movimiento del motor y el tambor de enrollado. Esta posición del freno - embrague es usada mientras el ascensor realiza sus movimientos verticales tanto de ascenso como de descenso.

**Tercera posición.-** La bobina de freno del freno - embrague es energizada en el otro par de terminales distinto al de la segunda posición (posición de embrague), lo cual causa un bloqueo total del movimiento entre el motor y del tambor de enrollado. El freno - embrague en esta posición no permite ningún movimiento en su engranaje de salida.

Esta posición del freno - embrague es muy útil en el momento en que el ascensor está estático en un piso para que no ocurra algún deslizamiento.

### **3. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA METALICA DEL ASCENSOR.**

La estructura metálica del ascensor tiene una altura de 62 cm. La plataforma metálica superior e inferior del ascensor tiene 25cmX25cm.

Además para facilitar el libre deslizamiento del cajón del ascensor se instaló dos rieles guías que sirven para dirigir el movimiento vertical de éste.

Para soportar el peso de la plataforma metálica del ascensor que contiene al motor, reductor, freno - embrague y tambor de enrollado se instalaron dos láminas metálicas de soporte de 62cmX6.5cmX0.2cm. La plataforma del ascensor se muestra en la Figura 1.15.

Para equilibrar el peso del ascensor y para que el motor no tenga que vencer una inercia tan grande en su arranque, hemos colocado un contrapeso al otro extremo de la cuerda que está atado al cajón del ascensor.

El contrapeso tiene un peso aproximado de 2.125 lbs.

El cajón del ascensor tiene 15cm de alto, 10cm de largo y 10 cm de ancho.



Figura 1.15

**Plataforma metálica del ascensor**

## CAPITULO 2

### 1. HARDWARE DE CONTROL

#### 1. CONTROLADORES DE VOLTAJE DE CORRIENTE ALTERNA ("AC").

##### 1. INTRODUCCION

Es posible variar el voltaje RMS aplicado a la carga con un controlador monofásico de onda completa por medio de un tiristor y cuatro diodos rectificadores entre la alimentación de AC y la carga.

Las aplicaciones más comunes de los controladores de voltaje AC son: calefacción industrial, de derivaciones de transformadores cambio con carga,

control de luces, control de velocidad de motores de inducción polifásicos, y control de los electromagnetos de AC. Para la transferencia de potencia se utilizan dos tipos de control:

- Control de abrir y cerrar
- Control de ángulo de fase (5)

El que nosotros utilizamos para controlar es el segundo tipo.

El primer tipo consiste en conectar la carga a la fuente AC durante unos cuantos ciclos de voltaje de entrada y luego desconectarla por otros cuantos ciclos más.

El segundo tipo consiste en que los tiristores conecten la carga a la fuente de entrada AC durante una porción de cada uno de los ciclos de voltaje de entrada AC.

Existen controladores de voltaje de AC de dos tipos:

- Controladores monofásicos
- Controladores trifásicos

Cada uno de estos tipos se puede subdividir en:

a. unidireccional o control de media onda y

b. bidireccional o control de onda completa.

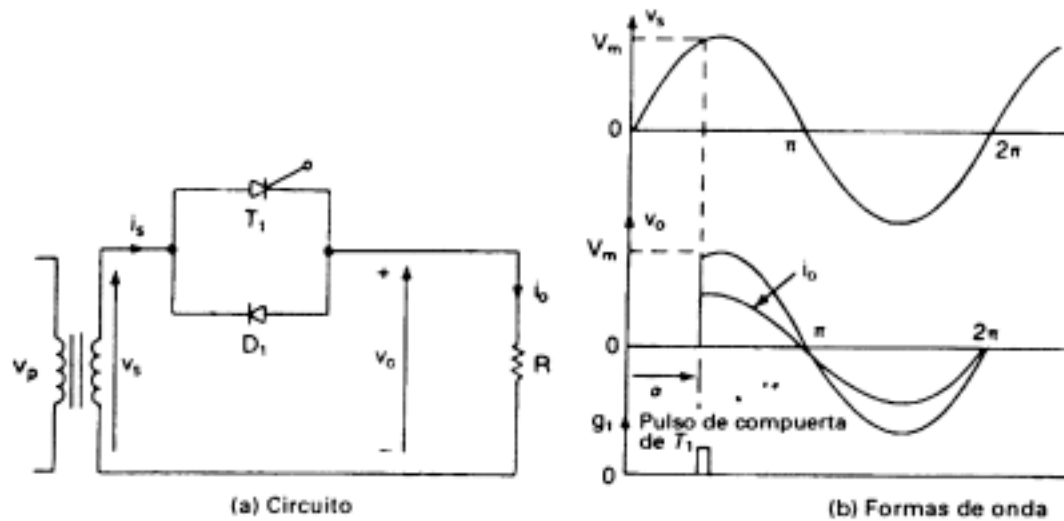
Dado que la conmutación es por línea o natural, no hay necesidad de circuitería adicional de conmutación, por lo que los circuitos para los controladores de voltaje AC son muy sencillos.

La deducción explícita de los parámetros de rendimiento de estos circuitos, no es muy fácil especialmente en el caso de los convertidores controlados por ángulo de fase con cargas RL.

### **1. PRINCIPIO DE CONTROL DE FASE**

El flujo de potencia hacia la carga queda controlado retrasando el ángulo de disparo del tiristor T1 (5). La Figura 2.1 ilustra los pulsos de compuerta del tiristor T1 y las formas de onda de los voltajes de entrada y de salida. Debido a la presencia del diodo D1, el rango de control está limitado y el voltaje RMS efectivo de salida sólo puede variar entre 70.7 y 100%. El voltaje de salida y la corriente de entrada son asimétricos y contienen una componente DC. Si hay un transformador de entrada, puede ocurrir un problema de saturación.

Este circuito es un controlador monofásico de media onda, adecuado sólo para cargas resistivas de poca potencia, como son la calefacción y la



iluminación.

Figura 2.1

**Control de ángulo monofásico.**

Dado que el flujo de potencia está controlado durante el semiciclo del voltaje de entrada, este tipo de controlador se lo conoce como controlador tipo unidireccional.

Si  $V_s = V_m \text{ sen} \omega t = \sqrt{2} V_s \text{ sen} \omega t$  es el voltaje de entrada y el ángulo de retraso del tiristor  $T_1$  es  $\omega t = \alpha$ , el voltaje rms



de salida se encuentra a partir de:

$$V_o = \left\{ \frac{1}{2\pi} \left[ \int_0^\pi 2V_s^2 \sin^2 \alpha t d(\alpha t) + \int_\pi^{2\pi} 2V_s^2 \sin^2 \alpha t d(\alpha t) \right] \right\}^{1/2}$$

(ecuación 2.1)

$$V_o = V_s \left[ \frac{1}{2\pi} \left( 2\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.2})$$

El valor promedio del voltaje de salida del circuito variador de ángulo monofásico es:

$$V_{dc} = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_0^\pi \sqrt{2}V_s \sin \alpha t d(\alpha t) + \int_\pi^{2\pi} \sqrt{2}V_s \sin \alpha t d(\alpha t) \right]$$

(ecuación 2.3)

$$V_{dc} = \frac{\sqrt{2}V_s}{2\pi} (\cos \alpha - 1) \quad (\text{ecuación 2.4})$$

Si decide hacer variar  $\alpha$  desde 0 hasta  $\pi$ ,

$V_o$  varía desde  $V_s$  hasta  $V_s/\sqrt{2}$  y  $V_{dc}$  varía

desde 0 hasta  $-\sqrt{2}V_s/\pi$ .

## 2. CONTROLADORES BIDIRECCIONALES MONOFASICOS CON CARGAS RESISTIVAS

Debido a que voltaje de salida y la

corriente de entrada son asimétricos y tienen una componente DC que produce una saturación en el transformador de entrada utilizamos un control bidireccional (o de onda completa). En la Figura 2.2 aparece un controlador monofásico de onda completa con carga resistiva.

Durante el semiciclo positivo de voltaje de entrada, se controla el flujo de potencia variando el ángulo de retraso del tiristor T1; y el tiristor T2 controla el flujo de potencia durante el semiciclo negativo de voltaje de entrada (5).

Los pulsos de disparo de T1 y T2 se conservan a  $180^\circ$  uno del otro.

Las formas de onda para el voltaje de entrada, para el voltaje de salida y para las señales de compuerta de T1 y de T2 se ilustran en la Figura 2.2.

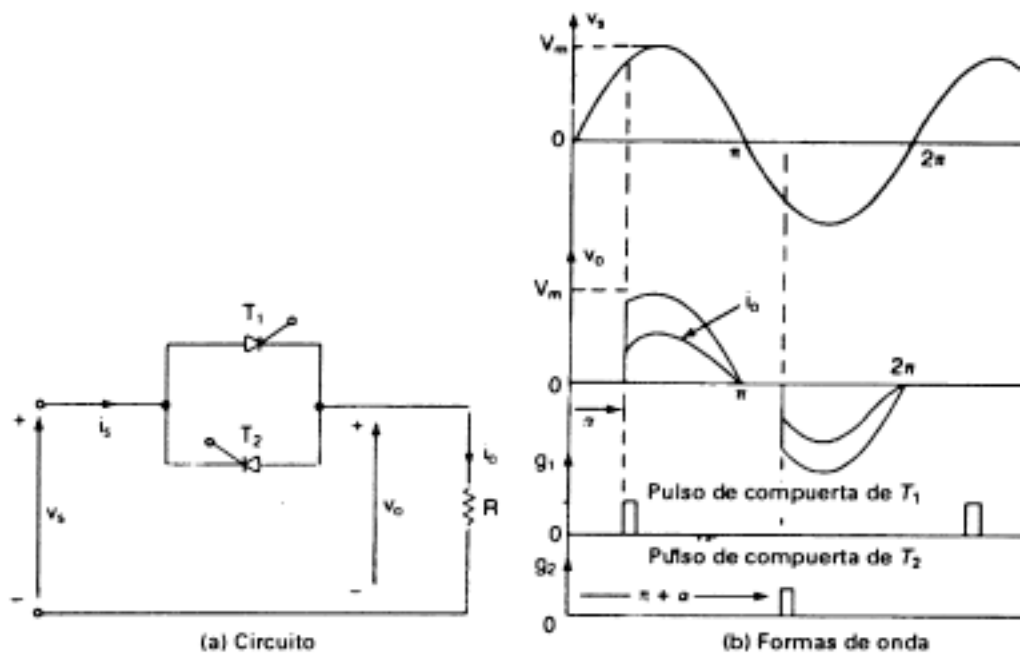


Figura 2.2

**Controlador monofásico de voltaje alterno de onda completa.**

Si  $V_s = \sqrt{2} V_s \text{ sen} \omega t$  es el voltaje de entrada, y los ángulos de retraso de los tiristores  $T_1$  y  $T_2$  son iguales ( $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ ), el voltaje RMS de salida es el siguiente:

$$V_O = \left\{ \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} 2V_s^2 \text{ sen}^2 \omega t d(\omega t) \right\}^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.5})$$

$$V_o = \left\{ \frac{4V_s^2}{4\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos 2at) d(at) \right\}^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.6})$$

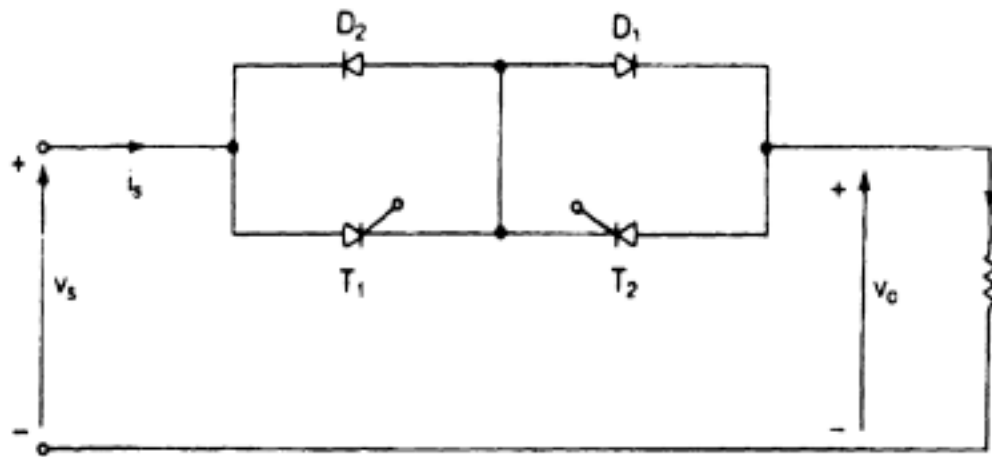
$$V_o = V_s \left[ \frac{1}{\pi} \left( \pi - \alpha + \frac{\text{sen } 2\alpha}{2} \right) \right]^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.7})$$

Variando  $\alpha$  desde 0 hasta  $\pi$ , se puede variar  $V_o$  desde  $V_s$  hasta 0.

En la Figura 2.2, los circuitos de compuerta de los tiristores de los tiristores T1 y T2 deben quedar aislados uno del otro.

Mediante la adición de dos diodos es posible tener un cátodo común para T1 y T2, tal como aparece en la Figura 2.3.

Durante el semiciclo positivo, el tiristor T1 y el diodo D1 conducen juntos; y el tiristor T2 y el diodo D2 conducen durante el semiciclo negativo.



Dado que este circuito tiene una terminal común para señales de compuerta de  $T_1$  y de  $T_2$ , sólo se requiere de un circuito de aislamiento, pero a costa de dos diodos de potencia. (5)

Figura 2.3

**Controlador monofásico de onda completa con cátodo común.**

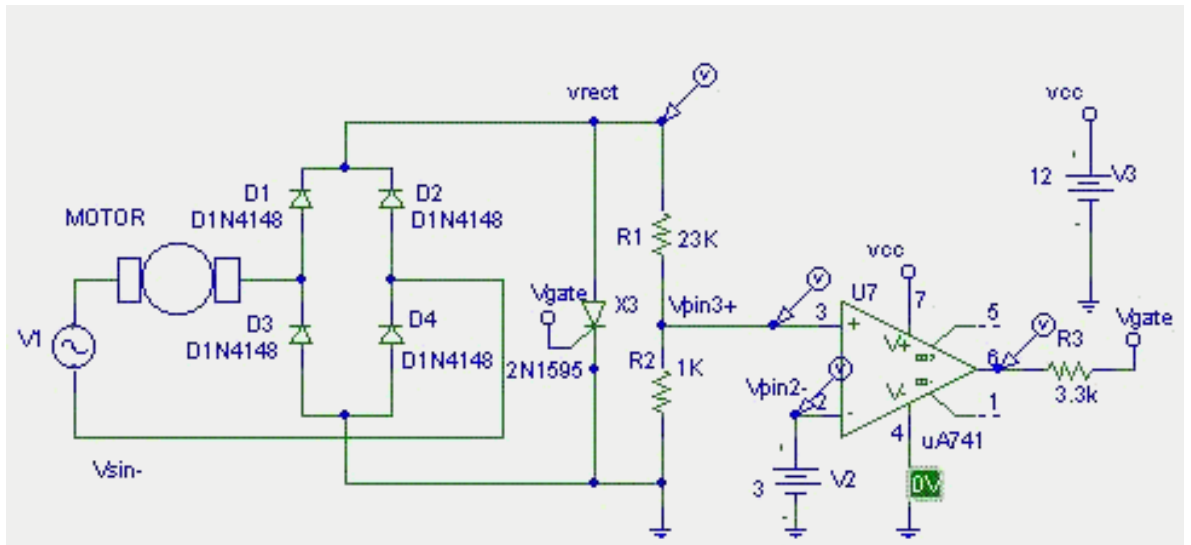
Dado que existen dos dispositivos de potencia que conducen en forma simultánea, las pérdidas de conducción de los dispositivos aumentarán y la eficiencia se reducirá.

En nuestro caso, el circuito que nosotros utilizamos para controlar la velocidad del

motor fue un controlador monofásico de onda completa con un tiristor y cuatro diodos como se muestra en la Figura 3.38; en la cual los cuatro diodos funcionan como puente rectificador. El voltaje a través del tiristor de fuerza T1 y la dirección de su corriente siempre serán unidireccionales.

Si la carga fuera puramente resistiva, la corriente del tiristor se reducirá hasta cero cada medio ciclo, debido a la conmutación natural. Sin embargo, si en el circuito existe una inductancia grande, el tiristor T1 puede no desactivarse en cada medio ciclo de voltaje de entrada, y esto puede ocasionar una pérdida de control. Se requeriría de la detección del cruce por cero a fin de garantizar la desactivación del tiristor antes de poder dispararlo en el siguiente ciclo.

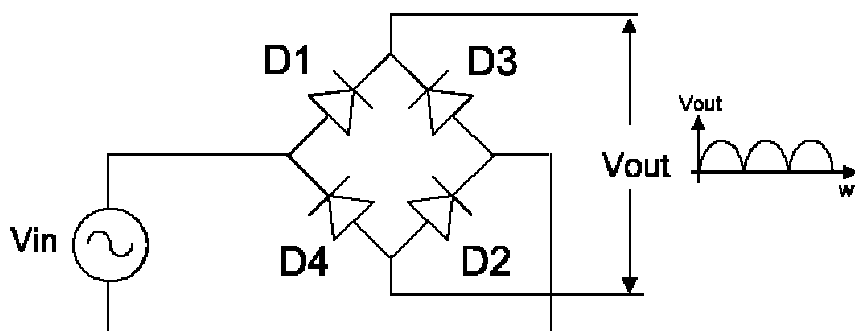
### **3. SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE PARAMETROS DEL CIRCUITO VARIADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR.**



Nosotros para el circuito de la Figura 2.4 formamos un puente rectificador de onda completa con 4 diodos FR207 de las siguientes características: corriente máxima rectificada 2A, voltaje pico de reversa 1400V, y tiempo de recuperación de reversa igual a 500nseg, los cuales fueron alimentados con un voltaje AC sinusoidal de 120 VRMS de 60 Hz (350Vpp).

Figura 2.4

**Circuito variador de velocidad del motor MIJA con arranque por condensador permanente.**



esquema de la rectificación de la onda sinusoidal se muestra a continuación en la Figura 2.5 siendo D1, D2, D3 y D4 los diodos rectificadores

Figura 2.5

**Circuito de rectificación de onda completa.**

El valor del voltaje RMS de salida del controlador monofásico de onda completa se obtiene de la siguiente ecuación:

$$V_{RMS} = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T (V_p \text{sen } \omega t)^2 d(\omega t) \right]^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.8})$$

Siendo  $T=\pi$  y  $V_p$  el voltaje máximo de entrada.

$$V_{RMS} = \left[ \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} (V_p \text{sen } \omega t)^2 d \omega t \right]^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.9})$$

$$V_{RMS} = \left[ \frac{V_p^2}{\pi} \int_0^{\pi} (\text{sen } \omega t)^2 d \omega t \right]^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.10})$$

Haciendo uso de la ecuación trigonométrica de  $\text{sen}^2 \omega t$



$$V_{RMS} = \left[ \frac{V_p^2}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} d(\omega t) \right]^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.11})$$

$$V_{RMS} = \left[ \frac{V_p^2}{2\pi} \left( \omega t - \frac{1}{2} \text{sen } 2\omega t \right) \right]_0^{\pi}^{1/2} \quad (\text{ecuación 2.12})$$

$$V_{RMS} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

(ecuación 2.13)

A la salida del puente rectificador de onda completa conectamos dos resistencias de 20 KΩ y 1KΩ en serie para reducir el voltaje sinusoidal a la entrada no inversora del amplificador operacional ("opamp"); la cual va a ser comparada con una señal DC de voltaje continuo de 0 a 5 VDC según la velocidad que se requiera en el motor (voltaje DC para la velocidad baja es 4.93 V y voltaje DC para la velocidad alta es 1.906 V). Cuando el voltaje de la entrada no inversora es mayor que el voltaje de la entrada inversora la salida del opamp se saturará al voltaje de alimentación positivo (12 VDC), de lo contrario la salida del opamp tomará el voltaje de referencia

negativo 0 V. Con lo cual se producirá el tren de pulsos que activarán la compuerta del tiristor (circuito de disparo). En la Figura 2.6 y 2.7 mostramos el voltaje rectificado de la entrada no inversora junto con el tren de pulsos de la salida del opamp pero sin conectar la compuerta ("gate") del tiristor para la alta y baja velocidad.

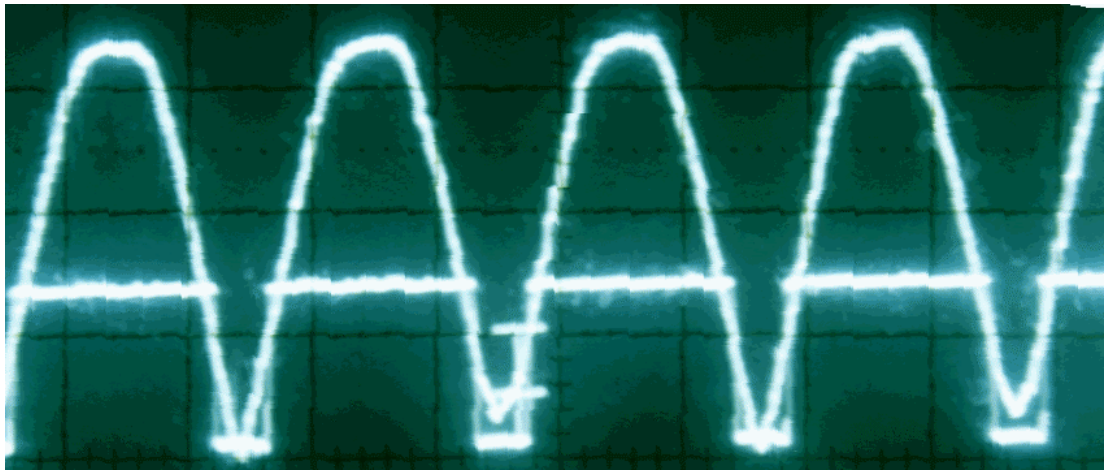


Figura 2.6

Gráfica de la onda rectificada de entrada no inversora del amplificador operacional 741 y los pulsos de compuerta para velocidad alta sin conectar la compuerta al tiristor.

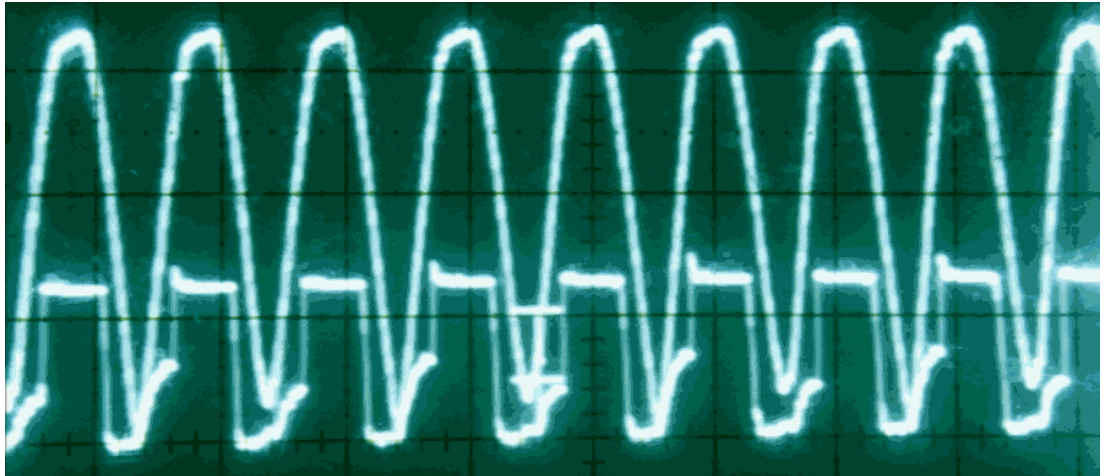


Figura 2.7

**Gráfica de la onda rectificada de entrada no inversora del amplificador operacional 741 y los pulsos de compuerta para velocidad baja sin conectar la compuerta al tiristor.**

En cambio si conectamos el tren de pulsos del circuito de disparo (salida del amplificador operacional) a la compuerta ("gate") del tiristor, obtenemos una parte de la onda sinusoidal rectificada como se muestra en la Figura 2.8. y 2.9 (alta y baja velocidad), debido a que se conmuta el tiristor poniéndose en cortocircuito con las resistencias, creando un camino de menor impedancia que provoca que todo el voltaje alterno controlado caiga en el motor.

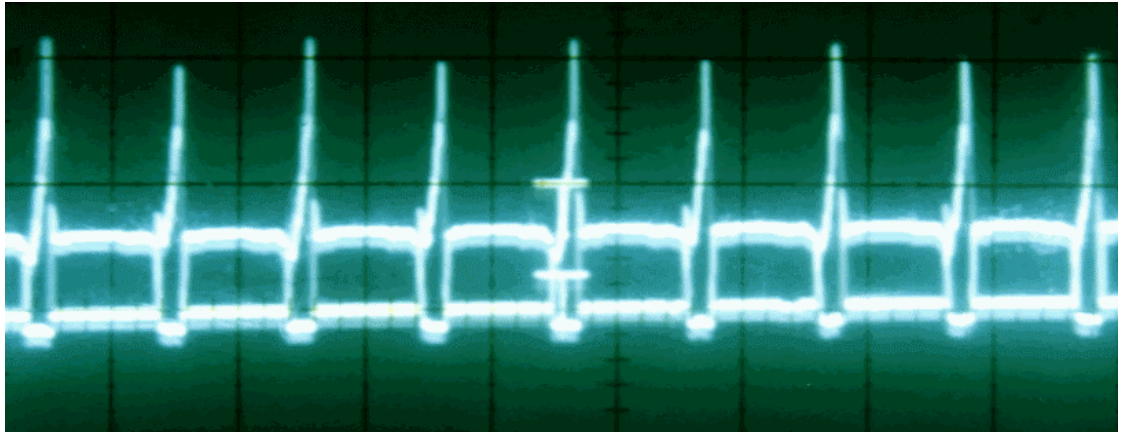


Figura 2.8

Gráfica de la onda rectificadora de entrada no inversora y pulsos de compuerta para velocidad alta conectando la compuerta al tiristor.

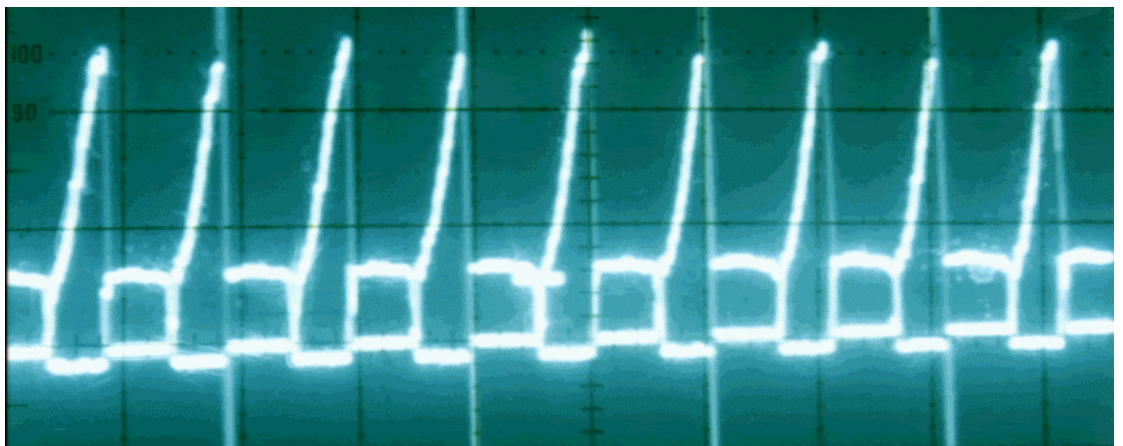


Figura 2.9

Gráfica de la onda rectificadora de entrada no inversora y pulsos de compuerta para una velocidad baja conectando la compuerta al tiristor.

A su vez, éstas ondas están acompañadas por los respectivos pulsos cuadrados de la salida del

amplificador operacional ("OPAMP") LM741 (circuito de disparo).

La onda sinusoidal rectificadora y reducida es ingresada a la entrada no inversora de un amplificador operacional ("opamp") LM741 en configuración de comparador.

En el pin 2 (entrada inversora) ingresamos una señal DC (0-5v) que simula la salida del módulo analógico EM235 del PLC con la que regulamos la velocidad del motor alterno.

El voltaje DC que ingresa a la entrada inversora del amplificador operacional ("opamp") corta la onda sinusoidal reducida que se encuentra en la entrada no inversora del amplificador operacional ("opamp") LM741 y las compara; cuando la onda sinusoidal (entrada no inversora) es mayor que el voltaje DC (entrada inversora), la salida del amplificador operacional ("opamp") LM741 arroja el voltaje de saturación de 12V, caso contrario (voltaje DC mayor que sinusoidal) arrojará la salida el voltaje de alimentación negativo del amplificador operacional ("opamp") LM741; que en este caso es 2V. Como resultado de la comparación entre las dos señales se generan pulsos con un voltaje pico igual al voltaje de saturación positivo del opamp

LM741.

El ancho de los pulsos de la salida del amplificador operacional puede variar según el desplazamiento de la señal DC (entrada inversora del opamp) desde 2VDC hasta 5VDC.

Al ingresar un voltaje DC de 2 V (a la entrada inversora del opamp) tenemos un mayor ancho de los pulsos que se originarán a la salida del amplificador operacional LM741, provocando que le llegue un mayor voltaje promedio alterno al motor.

Cuando la salida analógica del PLC suministra 5V tenemos el mayor ángulo de disparo (muy cercano a  $90^\circ$ ), provocando que le llegue el mínimo voltaje promedio al motor.

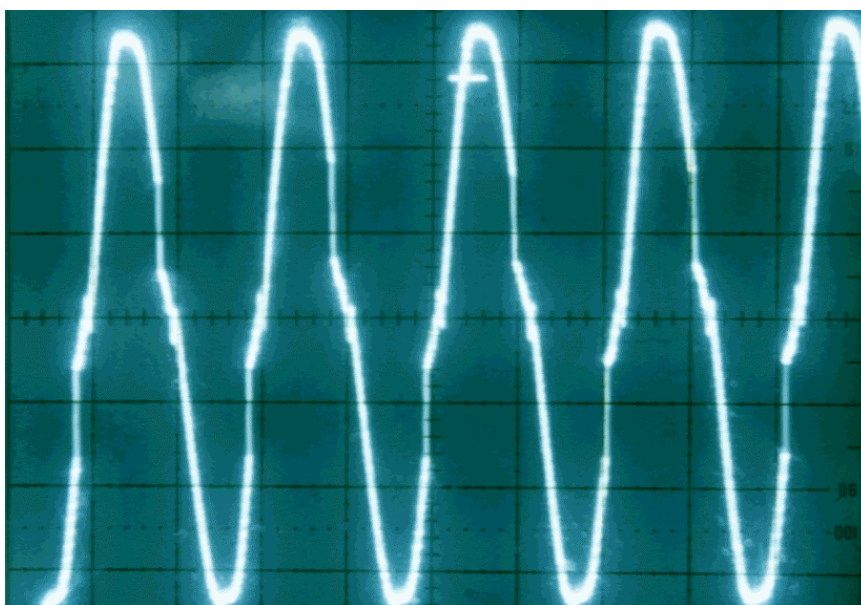
Los pulsos de salida del amplificador comparador los sometemos a un red de configuración divisor de voltaje formado por dos resistencias de  $400\Omega$  y  $100\Omega$  , tomando la caída de tensión que cae sobre la resistencia de  $100\Omega$  .

Esta señal de voltaje de la menor resistencia; o sea la de  $100\Omega$  es tomada y atraviesa un diodo de protección FR207 de las mismas características que los diodos del puente rectificador.

Finalmente la señal de los pulsos llega a la compuerta del tiristor BT151500R con características de corriente RMS de 10A, corriente promedio de 6.2A, corriente de compuerta mínima 15mA, voltaje de compuerta máximo 1.5V, y voltaje ánodo - cátodo 600V.

Este tiristor está puesto en serie con el motor alterno que al conmutarse cierra el circuito de alimentación del motor.

Así, la velocidad del motor depende del tiempo de disparo para iniciar la conmutación del tiristor. Si el tiempo de disparo para la conmutación ( $t_{on}$ ) es rápido; o sea muy corto, el tiristor controla un mayor paso de flujo de potencia variando el voltaje RMS del voltaje alterno aplicado al motor, o sea aumentándolo (voltaje RMS).



Figura

## 2.10

### **Caída de tensión a través del motor bajo condiciones de alta velocidad.**

En la figura 2.10 anteriormente ilustrada mostramos la caída de tensión del motor para una condición de alta velocidad. Si el tiempo de disparo para la conmutación (ton) es menos rápido, el tiristor controla un menor paso de flujo de potencia variando el voltaje RMS del voltaje alterno aplicado al motor, o sea disminuyéndolo.

A continuación en la Figura 2.11 mostramos la caída de tensión del motor para una condición de baja velocidad.

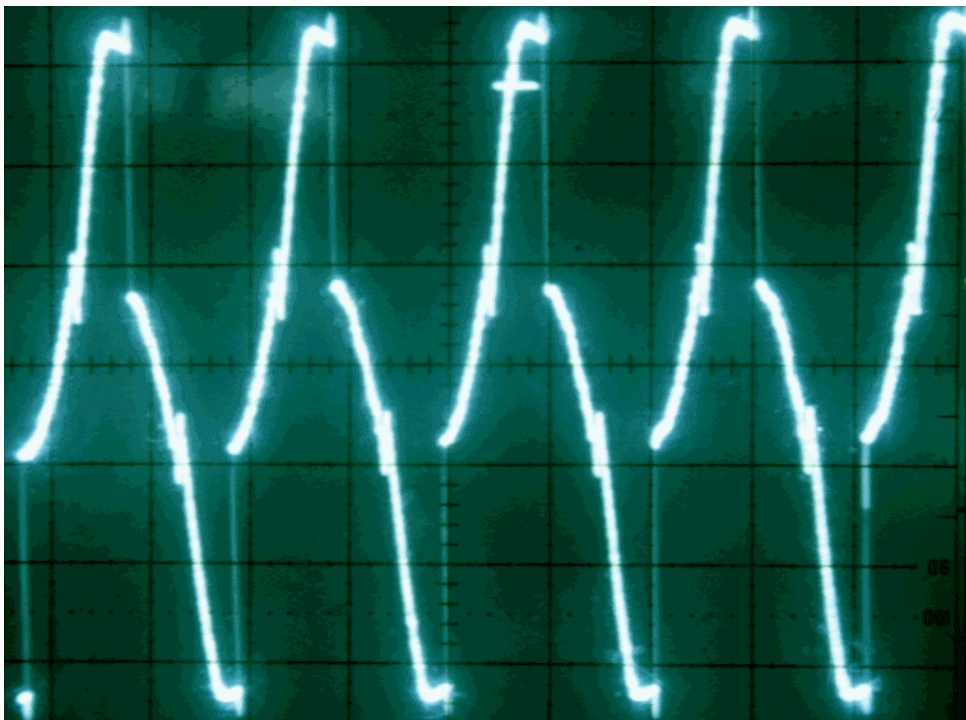




Figura 2.11

**Caída de tensión a través del motor bajo condiciones de baja velocidad.**

**1. NIVELACION DEL ASCENSOR MEDIANTE INTERRUPTORES ("MICROSWITCHES") OPTICOS.**

Para la detección del movimiento del ascensor hemos instalado un par de interruptores ("microswitches") ópticos por cada piso, uno en la parte baja del piso y otro en la parte superior del piso.

Cada interruptor ("microswitch") óptico consta de un fototransistor, que detecta el paso de una lámina metálica entre el fotodiodo y el fototransistor interno. Esta lámina metálica está adherida a la parte superior e inferior del cajón del ascensor. Al momento de cortarse el haz de luz infrarroja en el fototransistor, el circuito que está alimentado por una fuente de 12 voltios envía una señal para activar un relé de un contacto normalmente abierto. A su vez, este contacto normalmente abierto del relé le envía una señal DC al CPU 212. De esta manera el CPU 212 detecta la posición correcta del ascensor, el cual al momento de llegar al piso de destino tiene las siguientes tres posibilidades:

**Ascensor ascendiendo:**

- El ascensor está subiendo con velocidad alta, pudiendo haber partido de la planta baja o del primer piso. En estas condiciones se cierra el interruptor ("microswitch") óptico inferior del piso al cual estará llegando y el ascensor cambia a la velocidad baja hasta ubicarse correctamente en el piso de destino.
- El ascensor en pleno ascenso llegó completamente a su piso de destino, cerrándose los dos interruptores ("microswitches") ópticos tanto el superior como el inferior del piso al que llegó, enviando estas dos señales al CPU-212 como entradas digitales. En este momento se suspende la orden de avance del motor de inducción y el freno - embrague se conmuta a la posición de frenado.

**Ascensor descendiendo:**

- El ascensor está descendiendo, pudiendo haber partido del primer piso o del segundo piso. En estas condiciones el motor se encuentra en su velocidad alta hasta que se cierra el interruptor ("microswitch") óptico superior del piso al cual estará llegando el ascensor y, el motor cambia a velocidad baja hasta

ubicarse correctamente en el piso de destino.

- El ascensor en pleno descenso llegó completamente a su piso de destino, cerrándose los dos interruptores ("microswitches") ópticos tanto superior como inferior, enviando estas dos señales al CPU-212 como entradas digitales. En este momento se suspende la orden de descenso del motor de inducción y el freno - embrague se conmuta a la posición de frenado para evitar cualquier deslizamiento o movimiento del cajón del ascensor.

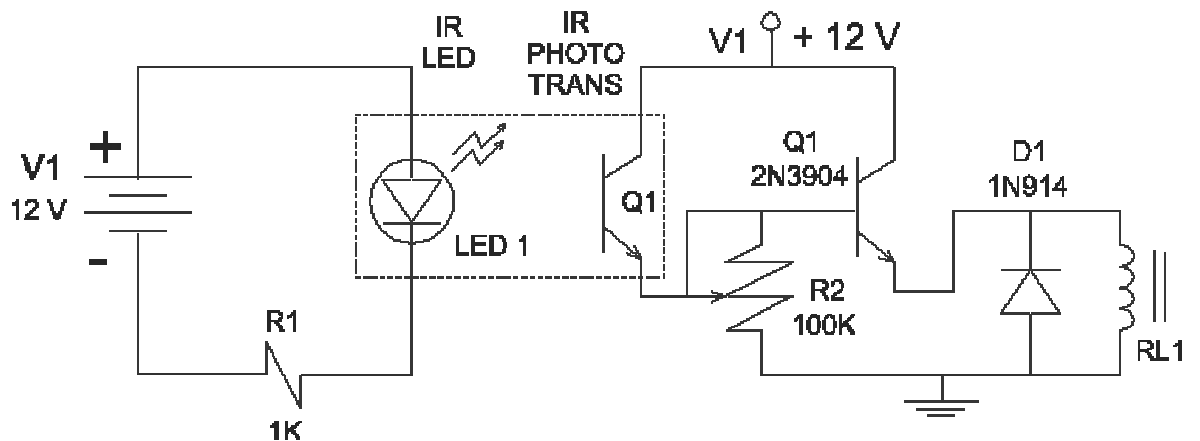
### 1. DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRONICO DE LOS MICROSWITCHES OPTICOS.

Para la elaboración de la pequeña tarjeta de los transmisores y receptores infrarrojos nosotros necesitaremos un fotodiodo, una resistencia de  $1k\Omega$  , un fototransistor infrarrojo, un transistor NPN 2N3904, un diodo 1N914, una resistencia de  $100k\Omega$  , un relé de 12 VDC con un contacto normalmente abierto y una fuente de alimentación de 12 VDC.

El microinterruptor ("microswitch") óptico es un fototransistor infrarrojo dentro de un circuito básico; su funcionamiento consiste en la siguiente forma: Cuando el diodo de luz ("fotoled") emite luz

infrarroja, el fototransistor detecta la luz, y usa el transistor Q2 para energizar el relé que cierra el contacto normalmente abierto.

El relé puede estar prendido o apagado dependiendo del estado del fototransistor.



A continuación en la Figura 2.12 se muestra un gráfico de la tarjeta del microswitch óptico.

Figura 2.12

### **Circuito eléctrico del microswitch óptico.**

#### **1. CONTROL POR BOTONERAS**

El control de mando para ascenso o descenso se lo realiza por medio de botoneras de control, las cuales son alimentadas por un voltaje DC de 12 voltios seguidas de una resistencia puesta a tierra.

Cuando un ascensor llega a un piso para atender una llamada, abre sus puertas durante un tiempo

determinado (temporizador T33). Si esta ascendiendo la asignación de los pisos a los cuales se dirige el ascensor da prioridad a las peticiones realizadas desde el interior del ascensor y en segundo lugar a las peticiones externas. Si esta descendiendo la asignación de los pisos a los cuales se dirige el ascensor da prioridad a los pisos inmediatamente inferiores y a las peticiones realizadas desde adentro del ascensor, y en segundo lugar a las peticiones externas. En el interior del cajón del ascensor se instalaron cuatro botoneras de control: 2°(segundo piso), 1°(primer piso), PB(planta baja) y ABRIR(abrir puerta).

La explicación de estas botoneras internas del ascensor con su significado se muestra en la tabla 2.1 que se muestra a continuación:

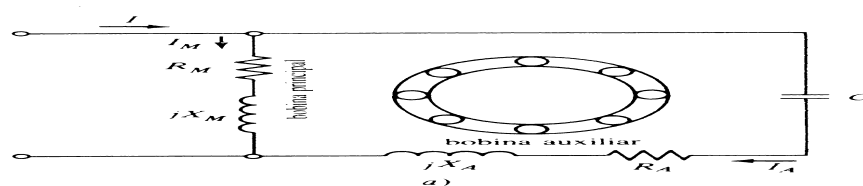


Tabla 2.1.

**Botoneras internas del ascensor.**

| BOTONERAS EXTERNAS | DIRECCIONAMIENTO                       |
|--------------------|--|
| LL2                | Botonera de llamada para ir al 2º piso |
| LL1                | Botonera de llamada para ir al 1º piso |
| LLPB               | Botonera de llamada para ir al PB piso |

En el exterior del cajón del ascensor se instalaron tres botoneras de control: LL2 (segundo piso), LL1 (primer piso), y LLPB (planta baja), la explicación de estas botoneras externas con su significado se muestra en la tabla 2.2

Tabla 2.2

**Botoneras ubicadas en la parte externa del ascensor.**

Nosotros con propósitos educativos simulamos el movimiento del ascensor en el programa ("software") de visualización Intouch. En este programa las botoneras externas e internas del ascensor son del tipo que se activan ("setean") a uno; una vez que han sido presionadas. Una vez que ya se ha ejecutado la acción que fue ordenada por la botonera, el programa apaga ("resetea") automáticamente la botonera.

Al presionar una botonera tanto externa como interna se ejecutan las operaciones que se detallan a continuación:

- Activar el motor con la marcha adelante (ascensor ascendiendo) en el caso de estar el ascensor en un

piso inferior al piso de destino.

- Activar el motor con la marcha reversa (ascensor descendiendo) en el caso de estar el ascensor en un piso superior al piso de destino.
- Activar el freno - embrague en la segunda posición; es decir alimentar la primera bobina del freno - embrague con 24VDC provocando un empate completo entre el movimiento del motor - reductor y el tambor de enrollado.
- Activar la velocidad alta de operación del motor al arrancar la marcha hacia el piso de destino y activar la baja velocidad cuando:
  1. Se active el microinterruptor ("microswitch") inferior del piso de destino cuando el ascensor esté ascendiendo.
  2. Se active el microinterruptor ("microswitch") superior del piso de destino cuando el ascensor esté descendiendo.

Estos cambios de velocidad los da la salida analógica AQW0 del micro PLC S7-200 CPU 212 que varia en el rango de 0-5 VDC la cual ingresa a la entrada inversora del amplificador operacional 741

del circuito de disparo. Estas velocidades del motor cambian de acuerdo a la activación de los microinterruptores ("microswitches") ópticos, de los cuales hay una pareja en cada piso; uno en la parte superior y otro en la parte inferior del piso.

- Abrir la puerta del ascensor durante un tiempo determinado por el temporizador T33 (10 segundos) del programa en MicroWin.

La botonera ABRIR es una botonera de avance gradual que abre la puerta del ascensor conforme uno la está presionando.

### **1. SENSOR DE TEMPERATURA AMBIENTE DEL ASCENSOR.**

Es posible medir una temperatura por medio del cambio de resistencia que sucede en muchos materiales.

Estos materiales pueden ser de dos clases: metales puros y óxidos metálicos.

Un concepto muy importante es el de coeficiente térmico, el cual mide la relación del cambio de resistencia con respecto a la temperatura. Un coeficiente térmico positivo implica un



incremento de resistencia con un incremento de temperatura. De la misma forma, un coeficiente térmico constante, implica una relación casi constante entre temperatura y resistencia.

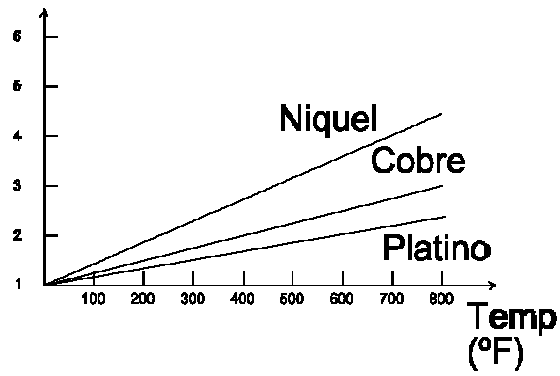
Los metales puros tienen un coeficiente térmico positivo de resistencia casi constante.

### **1. DETECTOR RESISTIVO DE TEMPERATURA (7) ("RTD")**

Cuando utilizamos un conductor de metal puro para medir temperaturas, nos referimos a él como un detector resistivo de temperatura, o un RTD (detector de temperatura resistivo).

Un termistor es un dispositivo usado para medir temperatura, el cual está hecho de óxidos metálicos. Estos termistores tienen un coeficiente térmico negativo, el cual no es constante. Esto quiere decir que el cambio de resistencia por unidad de temperatura es distinto a diferentes temperaturas.

Factor de resistencia R/Ref



Figura

2.13

Curvas típicas de tres RTD industriales.

En la Figura 2.13 muestra las curvas típicas de tres RTD industriales típicos.

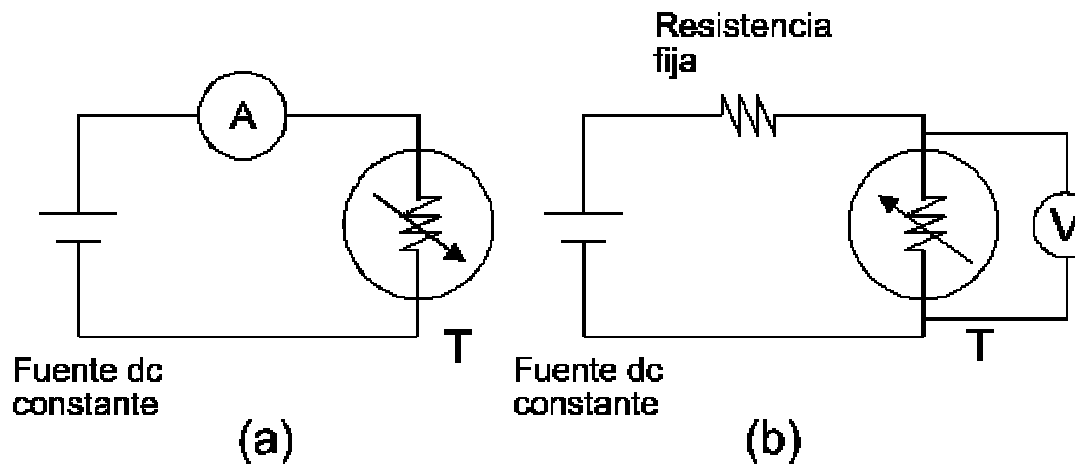


Figura 2.14

Circuitos típicos para Medir Temperatura (a) con amperímetro (b) con voltímetro.

En la Figura 2.14 se ilustran dos circuitos típicos para medir temperatura que usan

termistores y/o RTDs.

La representación simbólica de una resistencia sensitiva es una resistencia atravesada por una flecha y encerrada por un círculo, con una letra "T" en la parte de afuera. Un coeficiente térmico positivo se denota con la flecha atravesada apuntando hacia arriba, de la misma manera, un termistor con un coeficiente térmico negativo tiene la flecha atravesada apuntando hacia abajo.

En el gráfico de la Figura 2.14(a) y 2.14(b) se muestran mediciones de temperatura basándose en termistores, cuya variación de resistencia es medida mediante el uso de un amperímetro o un voltímetro, solo se difieren en que el primero es un termistor con coeficiente térmico positivo y el segundo tiene un coeficiente térmico negativo.

En resumen, los termistores tienen mayor aplicación cuando la banda de temperatura a medir es muy estrecha, mientras que los RTDs se prefieren en mediciones de bandas anchas

de temperaturas (7).

El rango de temperaturas óptimo para usar termistores es de  $-150^{\circ}\text{F}$  a  $+800^{\circ}\text{F}$ ; mientras que el rango óptimo para el uso de RTDs es de  $-400^{\circ}\text{F}$  a  $+2000^{\circ}\text{F}$ .

Los termistores también tienen aplicaciones donde se mide el calor interno generado por la corriente que lo atraviesa. En aplicaciones externas para combatir el calor generado en el termistor, se limita esta corriente a un valor mínimo.

La potencia de un termistor debido a la fórmula  $I^2R$  se disipa en forma de calor, y puede tener aplicaciones que incluyen un tiempo de calentamiento, o tiempo de retardo.

## **2. ELABORACION DEL CIRCUITO DE PRESICION PARA MEDIR TEMPERATURA.**

El circuito de precisión para medir temperatura de la Figura 2.16, básicamente convierte la variación de una señal de temperatura en una variación de resistencia, por medio de un RTD de platino que tiene un

coeficiente de sensibilidad al cambio de  $0,25926\Omega / ^\circ\text{C}$ .

Además el RTD tiene una variación más lineal en comparación al uso de un termistor para tales fines.

Una vez que ya tenemos este valor de resistencia, que abarca un rango de 100 a  $162\Omega$  conforme varía la temperatura de  $0^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$ ; este valor de resistencia que es directamente proporcional al valor actual de temperatura que tolera una variación de 0 a  $400^\circ\text{C}$ , procedemos a convertirlo a un valor de voltaje, poniéndolo a este en serie con una resistencia de  $1.1\text{K}\Omega$  ; alimentando a ambas, al resistor y al RTD con una fuente de voltaje de 24VDC.

Por medio de esta señal de voltaje que cae por el RTD obtenemos una variación de voltaje en el rango de 0 a 5VDC que es el que nosotros hemos configurado con los microinterruptores de la tabla 3.2 como entrada al MicroWin S7-200 CPU 212 por medio de su módulo de expansión analógico EM-235

(3 in/1 out).

**1. ECUACIONES DEL CIRCUITO DE PRESICION**  
**PARA MEDIR TEMPERATURA.**

En esta sección desarrollaremos el modelo matemático de la ecuación que rige la variación de resistencia del RTD con respecto a la variación de temperatura ( $\Delta R / \Delta T$ ).

El RTD utilizado en es de platino con un coeficiente de sensibilidad " $\alpha$ " igual a  $0.00629\Omega / ^\circ\text{C}$ , y con un valor inicial de  $100\Omega$  a  $0^\circ\text{C}$ .

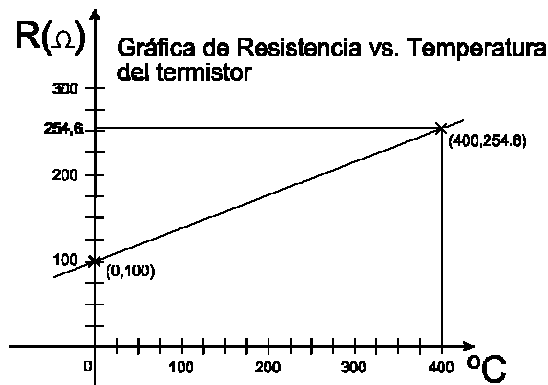


Figura 2.15

**Gráfica de resistencia vs temperatura del RTD.**

En la Figura 2.15 se muestra la gráfica resistencia vs. temperatura del RTD que usamos. Tomando la Figura 2.15 y haciendo uso de la ecuación de la recta de forma punto pendiente nos

queda:

$$R = 0.629T(^{\circ}C) + 100$$

(ecuación 2.14)

Ingresando un valor particular en  $T(^{\circ}C) = 100^{\circ}C$ :

$$R(100^{\circ}C) = 162.9\Omega$$

(ecuación 2.15)

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$$

(ecuación 2.16)

$$R = R_0 ( 1 + \alpha \nabla T) \quad \text{(ecuación$$

2.17)

$$\alpha = \frac{\frac{R}{R_0} - 1}{\Delta T}$$

(ecuación 2.18)

$$\alpha = \frac{\frac{162.9}{100} - 1}{100^{\circ}C}$$

(ecuación 2.19)

$$\alpha = 0,00629 = 0,629 \times 10^{-2} \quad \text{(ecuación$$

2.20)

$$R = 100(1 + 0.00629(T - T_0)) \quad (\text{ecuación 2.21})$$

2.21)

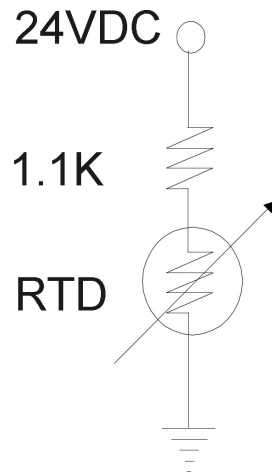
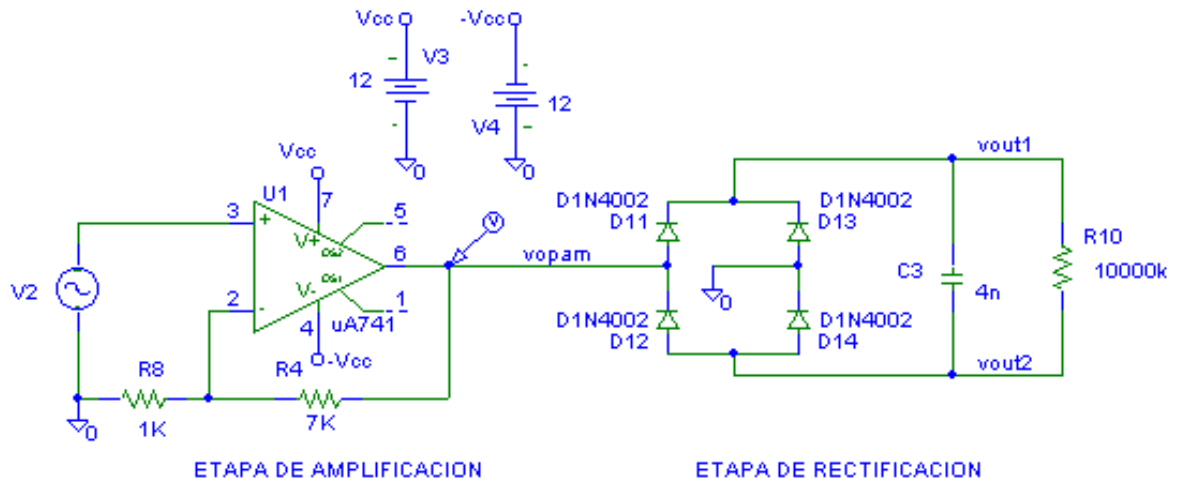


Figura 2.16

**Circuito para medir la temperatura ambiente.**

En la Figura 2.16 se ilustró el circuito que usamos para medir la temperatura con un RTD.



**CIRCUITO ELECTRICO PARA MEDIR CORRIENTE DE FASE DEL MOTOR**

Figura 2.17



**Circuito eléctrico para medir la corriente de fase del motor de inducción monofásico con condensador de arranque.**

Para medir la corriente del motor de inducción monofásico conectamos una resistencia de alta potencia ("SHUNT") en serie con el motor. Esta resistencia SHUNT es de bajo valor para disipar altas potencias. Esta resistencia tiene un bajo valor de  $0,87\Omega$  para que su caída de tensión sea pequeña y esta no interfiera en la operación del motor. Dicha resistencia es puesta en serie con nuestro motor monofásico jaula de ardilla para que produzca una caída de tensión del orden de los 174mVAC, los cuales son amplificados por medio de un OPAMP con una ganancia igual a 8 veces su entrada para después someter este voltaje a una rectificación por medio de un puente de diodos y posteriormente filtrarlo por medio de un capacitor de 3,9nF, tal como se muestra en la Figura 2.17. Los cálculos para esta rectificación se muestran más adelante. Elegimos un capacitor de bajo valor para que se cargue hasta su valor máximo y se descarge en el menor tiempo posible.

## **1. ETAPA DE AMPLIFICACION**

Como deseamos medir la corriente del motor conectamos una resistencia SHUNT de  $0,82\Omega$  en serie con el motor de inducción para que produzca una caída de tensión del orden de los  $0,164$  VAC debido a que la máxima corriente a rotor trabado son  $200\text{mA}$ .

Este voltaje lo sometemos a una etapa de amplificación por medio de un OPAMP de configuración no inversor con una ganancia total de 8 veces la entrada. Esta amplificación tiene este valor debido a que no queremos exceder una salida de 5 voltios en el OPAMP al momento del arranque, que es donde se producen los picos más altos de corriente en el motor.

## **2. ETAPA DE RECTIFICACION**

Una vez que se ha amplificado este voltaje unas 8 veces se lo hace pasar por un puente rectificador de onda completa que tiene un capacitor de  $3,9$  nF en paralelo con una resistencia de  $10\text{M}\Omega$  , los cuales

producen un factor de rizado del orden del 5%, obteniendo una onda DC rectificada.

Como deseamos un voltaje rizado del 5% con una salida máxima de 5V realizamos los cálculos del valor de la resistencia y del capacitor con las siguientes ecuaciones :

El factor de rizado es el siguiente:

$$fr = 0,05$$

(ecuación 2.22)

El voltaje de salida que deseamos obtener es:

$$Vo(DC) = 5V$$

(ecuación 2.23)

$$Vr(rms) = \frac{Vrpp}{2\sqrt{3}}$$

(ecuación

2.24)

El voltaje de rizado de pico a pico con los datos de las ecuaciones 2.22, 2.23 y 2.24 es el que se muestra en la ecuación 2.26.

$$Vrpp = 2\sqrt{3}r(fr)Vo(DC)$$

(ecuación

2.25)

$$V_{rpp} = 2\sqrt{3}(0,05)(5v) = 0,866V \quad (\text{ecuación 2.26})$$

Con el  $V_{rpp}$  deducimos los valores máximos y mínimos del rizado (ecuación 2.27 y 2.28), tomando en cuenta el voltaje DC de 5v.

$$V_{\text{máx}} = 5,433V$$

(ecuación 2.27)

$$V_{\text{mín}} = 5,433V$$

(ecuación 2.28)

Tomando la ecuación de la forma de onda sinusoidal de la salida del rectificador y el valor del voltaje de rizado tanto en sus valores mínimo y máximo tal como se ve en la Figura 2.18, procedemos a calcular el valor del tiempo de carga y de descarga del capacitor según las ecuaciones 2.29 a la 2.34.

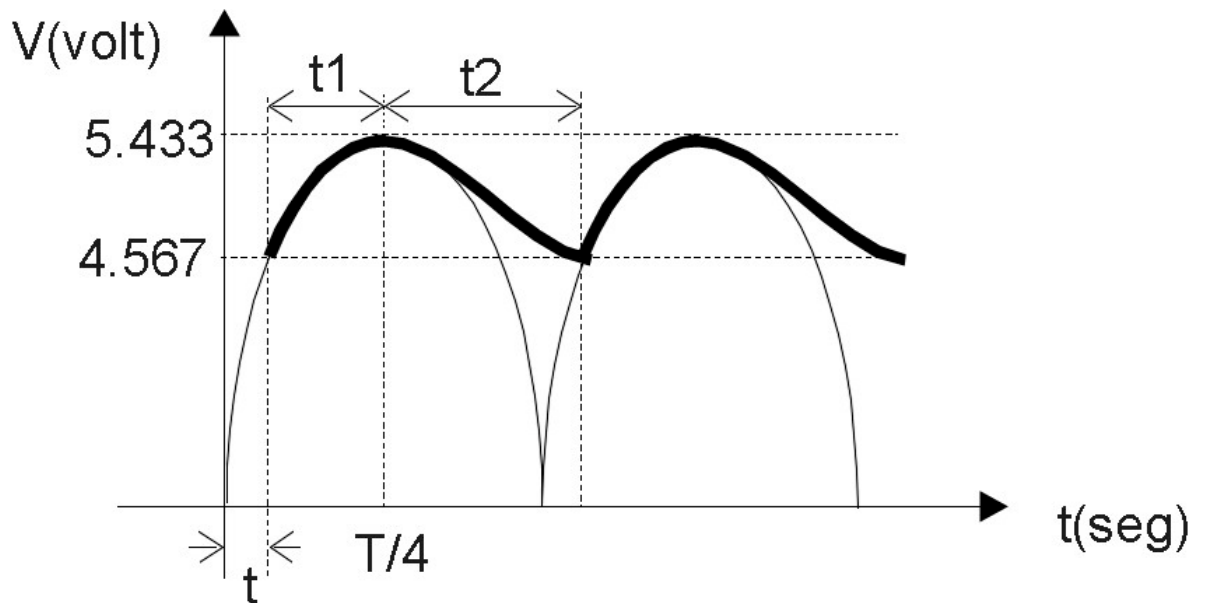


Figura 2.18

**Forma de onda del voltaje rizado.**

Igualamos la ecuación de la onda sinusoidal al valor mínimo del voltaje de rizado para despejar el tiempo inicial de carga del capacitor:

$$5,433 \text{sewt} = 4,567V$$

(ecuación 2.29)

$$t = 2.65 \text{mseg}$$

(ecuación 2.30)

El tiempo de carga del capacitor es:

$$t_1 = T/4 - t$$

(ecuación 2.31)

$$t_1 = 1.51 \text{mseg}$$

(ecuación 2.32)

$$t_1 + t_2 = \frac{T}{2}$$

(ecuación 2.33)

El tiempo de descarga del capacitor es:

$$t_2 = \frac{T}{2} - t_1 = 6.82 \text{mseg}$$

(ecuación

2.34)

Como el capacitor se descarga en forma exponencial procedemos a calcular el valor del capacitor ya que conocemos el valor del tiempo de descarga ( $t_2$ )

$$V_C(t) = 5.43e^{-t/\tau}$$

(ecuación 2.35)

$$4.567 = 5.433e^{-6.82\text{ms}/RC}$$

(ecuación

2.36)

Tomamos el valor de la impedancia de entrada de la CPU  
212 (ecuación 2.37)

$$R = 10M\Omega$$

(ecuación 2.37)

Usamos el valor de la impedancia de entrada para

calcular el valor del capacitor de filtrado del  
circuito rectificador:

$$C = \frac{t_2}{R \ln \left( \frac{V_{max}}{V_{min}} \right)}$$

(ecuación 2.38)

$$C = \frac{6.82ms}{10M\Omega \ln \left( \frac{5.433}{4.567} \right)} = 3.9nF$$

(ecuación

2.39)

## **CAPITULO 3**

### **1. MICRO PLC S7-200 CPU 212**

#### **1. INTRODUCCION**

Los micro controladores lógicos programables ("PLC") de la serie S7-200 son sistemas de automatización pequeños. Sirven para numerosas aplicaciones de control, además poseen ventajas como bajo costo, amplio juego de operaciones y capacidad de aumento de módulos lo cual ofrece un número determinado de entradas y salidas integradas. La vista frontal de los micro PLC de la serie S7-200 se muestra en la Figura 3.1.



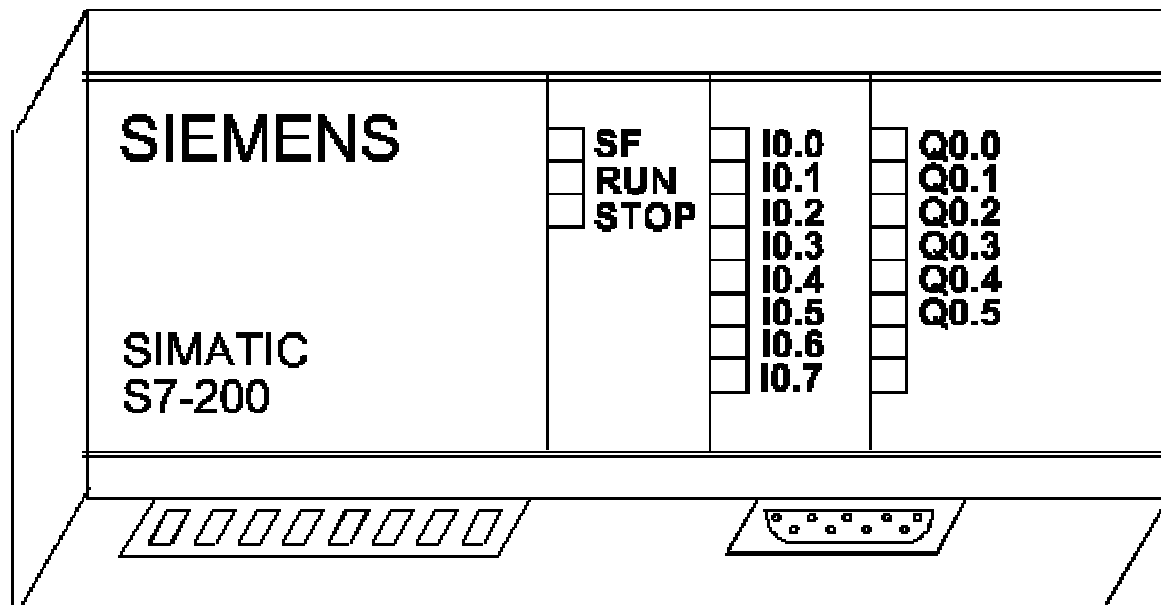


Figura 3.1

Vista frontal de los micro PLC S7-200.

### 1. FUNCIONES DE LOS MICRO PLCs S7-200

Las partes principales de un Micro PLC S7-200 son las siguientes y se ilustran en la Figura 3.2. (6)

- CPU S7-200.
- Programa STEP7-Micro/WIN.
- Cable de comunicación computador/interface punto a punto ("PC/PPI") o tarjeta interface punto a punto ("MPI").

A continuación en la tabla 3.1 se presenta un resumen

de las funciones de las CPUs S7-200.

**Resumen de las CPUs S7-200**

| <b>Función</b>                                    | <b>CPU 212</b>         |
|---|------------------------|
| Tamaño Físico                                     | 160X80X62mm.           |
| <b>MEMORIA</b>                                    |                        |
| Programa (EEPROM)                                 | 512 palabras           |
| Datos del usuario                                 | 512 palabras           |
| Marcas internas                                   | 128                    |
| Cartucho de memoria                               | No                     |
| Cartucho de pila opcional                         | No                     |
| Respaldo (condensador de alto rendimiento)        | 50 horas               |
| <b>ENTRADAS/SALIDAS(E/S)</b>                      |                        |
| E/S integradas                                    | 8DI/6DQ                |
| Módulos de ampliación (máx)                       | 2 módulos              |
| Imagen del proceso E/S                            | 64DI/64DQ              |
| E/S analógicas (ampliación)                       | 16AI/16AQ              |
| Filtros de entrada                                | No                     |
| <b>OPERACIONES</b>                                |                        |
| Velocidad de ejecución booleana                   | 1.2us/operación        |
| Contadores/Temporizadores                         | 64/64                  |
| Bucles FOR/NEXT                                   | No                     |
| Aritmética en coma fija                           | Si                     |
| Aritmética en coma floante                        | No                     |
| PID   | No                     |
| <b>FUNCIONES ADICIONALES</b>                      |                        |
| Contadores rápidos                                | 1 S/W                  |
| Potenciómetros analógicos                         | 1                      |
| Salidas de impulsos                               | No                     |
| Interrupciones de comunicación                    | 1 emisor<br>1 receptor |
| Interrupciones temporizadas                       | 1                      |
| Entradas de interrupción de hardware              | 1                      |
| Reloj de tiempo real                              | No                     |
| <b>COMUNICACION</b>                               |                        |
| # de interfases                                   | 1(RS-485)              |
| Protocolos asistidos Interface 0;<br>Interface 1; | PPI, Freeport<br>N/A   |
| Punto a punto                                     | Sólo esclavo           |

Tabla 3.1

**Resumen de las CPU 200**

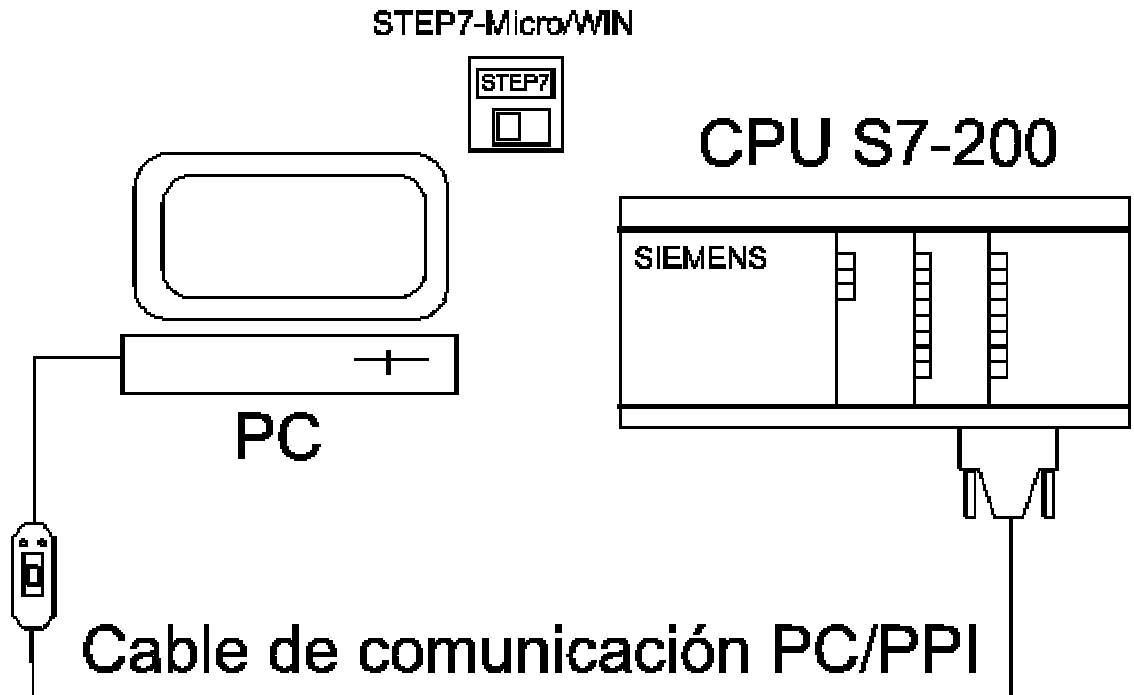


Figura 3.2.

### Partes principales de un Micro PLC S7-200

#### 1. COMPONENTES DE UN MICRO-PLC S7-200

Básicamente un micro PLC S7-200 tiene una unidad central de proceso ("CPU"), la fuente de alimentación, así como entradas y salidas digitales como analógicas.

- La CPU está encargada de la ejecución del programa de automatización y su correspondiente almacenamiento.
- La fuente de poder alimenta corriente al módulo principal como a sus dispositivos adicionales.
- Las entradas del PLC constantemente toman información de los sensores de campo y las salidas supervisan los

motores, bombas, compresores u otros dispositivos del mecanismo automatizado.

- La interface de comunicación conecta la CPU a una unidad de programación u otros dispositivos.
- Los diodos luminosos nos muestran el estado binario actual de todas las entradas y salidas; así como también el estado en que se halle el PLC (HALT, STOP, RUN).

### **1. MODULOS DE AMPLIACIÓN**

Los módulos de ampliación sirven para poder adquirir un mayor número de entradas al PLC sean estas discretas o analógicas; como también para poder brindar un mayor número de salidas en el proceso. (6)

La Figura 3.3 muestra una vista frontal de un módulo de ampliación, con un conector de bus para unirse al CPU.

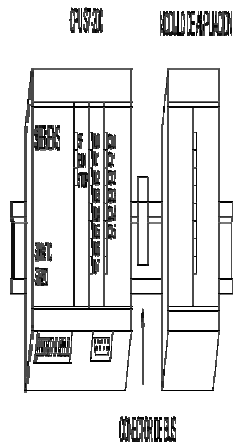


Figura 3.3.

### Vista frontal de un Módulo De Ampliación.

#### 1. MONTAJE Y DESMONTAJE DE UN PLC S7-200 CPU 212.

Como precaución general desconectar por completo la alimentación de los módulos S7-200 antes de iniciar su montaje o desmontaje.

#### 1. MONTAJE DE UN CPU S7-200 EN UN TABLERO DE DISTRIBUCION.

Para montar una CPU S7-200 seguir los siguientes pasos:

- Posicionar y taladrar los huecos de sujeción.
- Atornille la CPU S7-200 al tablero.

Para montar un Modulo De Ampliación seguir los siguientes pasos:

- Retire la tapa de la interface de ampliación del bus

de la carcasa del módulo existente (Figura 3.4).

- Insertar el conector del bus en la interface de ampliación del módulo existente.
- Enchufe el conector de ampliación al conector de bus

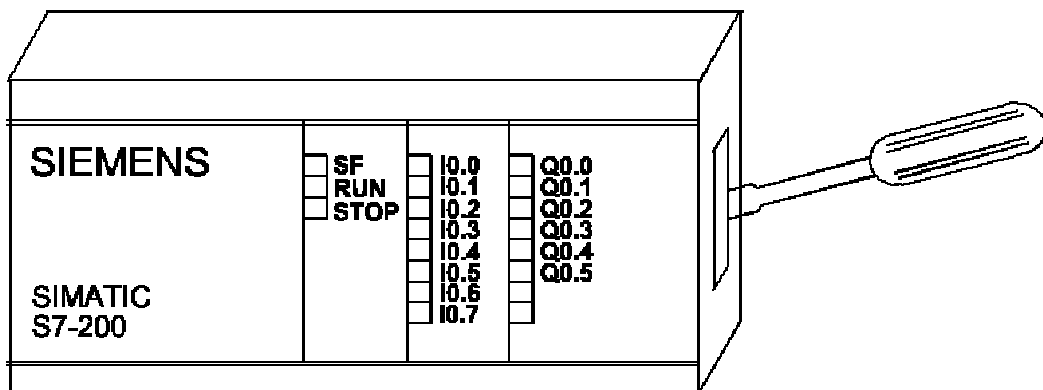


Figura 3.4

**Retire la tapa del interface de ampliación.**

### **1. DESMONTAR LOS MODULOS S7-200**

Para desmontar la CPU o un módulo de ampliación S7-200 seguir los siguientes pasos:

- Desconectar las conexiones de las entradas y salidas del módulo que desee desmontar. Separar 25mm. como mínimo para desacoplar el conector de bus.
- Afloje los tornillos de sujeción o abra el gancho de retención y desplace el módulo 25mm. como mínimo para desacoplar el conector del bus. Desacoplar en ambos lados del módulo (Figura 3.5).

- Retire el módulo del tablero y monte otra unidad.

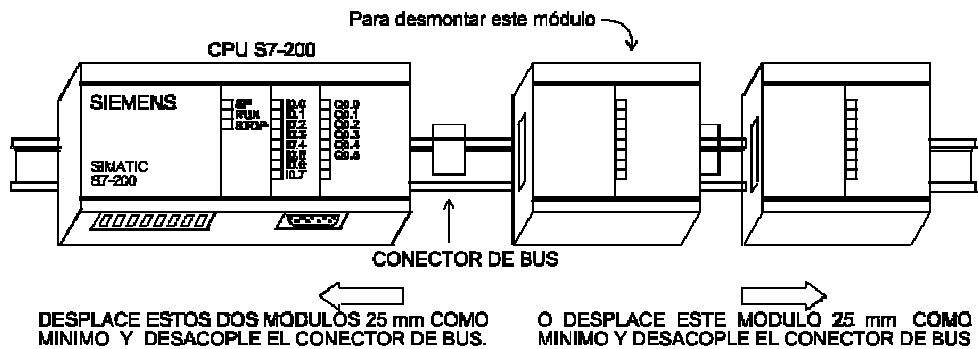


Figura 3.5

### Desmontaje de un módulo de ampliación.

#### 1. INSTALAR EL CABLEADO DE CAMPO

Para instalar el cableado de campo hay que seguir las siguientes reglas de carácter general.

#### Reglas de carácter general:

- Al cablear el Micro PLC S7-200 es necesario respetar todos los reglamentos, códigos y normas eléctricos aplicables, tales como el código de Normas Eléctricas ("NEC") de protecciones eléctricas.
- Los cables que aceptan los módulos S7-200 pueden tener una sección desde 1,5 a 0,50 mm<sup>2</sup>.
- El par de torque máximo de apriete de los tornillos de las borneras es 0,56 N-m.
- Utilizar siempre un cable de conexión corto (máximo

500 metros).

- Separar los cables que conducen corriente alterna y continua de alta energía con rápida conmutación de los de baja energía.
- Identificar y tener adecuadamente el cableado hacia los módulos del S7-200; y prever alivio para tirones.
- Instalar aparatos de supresión de sobretensiones.
- Ninguna alimentación externa deberá aplicarse a una carga de salida en paralelo con un punto de salida de corriente continua.

#### **1. REGLAS DE PUESTA A TIERRA DE REFERENCIA**

##### **PARA CIRCUITOS AISLADOS**

- Identificar el punto de referencia (referencia de tensión 0) de la instalación, así como los sitios en que puedan interconectarse circuitos con referencias de potencial diferentes. (6)
- Los Micro PLC S7-200 poseen aislamientos eléctricos para prevenir la circulación de corrientes parásitas en la instalación.
- Los puntos de referencia de tierra y los aislamientos deberán elegirse para que no se produzcan corrientes



parásitas.

- Al definir físicamente las tierras es necesario considerar los requisitos de puesta a tierra de protección y el correcto funcionamiento bajo régimen de corte.

#### **Reglas de aislamiento general.**

- El potencial de referencia de la lógica de la CPU es el mismo que el de la conexión M de la fuente de alimentación DC de sensores.
- El potencial de referencia de la lógica de la CPU es el mismo que el punto M de la alimentación de entrada en el caso de un CPU con alimentación de continua.
- Los puertos de la CPU tienen el mismo potencial de referencia que la lógica de la CPU.
- Las E/S analógicas no están aisladas respecto a la lógica de la CPU. Las entradas analógicas son de tipo diferencial, es decir tienen una baja razón de rechazo en modo común.
- La lógica de la CPU está aislada de la tierra hasta 100VDC.
- Las E/S digitales en DC están aisladas de la lógica de

la CPU hasta 500VAC.

- Los grupos de E/S digitales en DC están aislados entre sí hasta 500VAC.
- Las salidas de relé, salidas AC y entradas AC están aisladas de la lógica de la CPU hasta 1500VAC.
- Los grupos de salida AC y por relés están aislados entre sí hasta 1500VAC.
- La fase y el neutro de la alimentación en alterna están aislados de tierra, la lógica de la CPU y todas las E/S hasta 1500VAC.

## **1. REGLAS PARA LA INSTALACION CON CORRIENTE ALTERNA**

Las letras de leyenda referidas a continuación están en la Figura 3.6.

- Instalar un interruptor unipolar (a) para cortar la alimentación del CPU, circuitos de entrada y salida.
- Instalar dispositivos de sobrecorriente (b) para proteger la alimentación de la CPU, los puntos de E/S. Al usar una alimentación de 24V(c) no se precisa el uso de un fusible en cada línea.
- Conectar los terminales de tierra del S7-200 por el

camino más corto con tierra (d) para evitar problemas con ruido. El conductor debe ser 14 AWG ó 1,5 mm<sup>2</sup>.

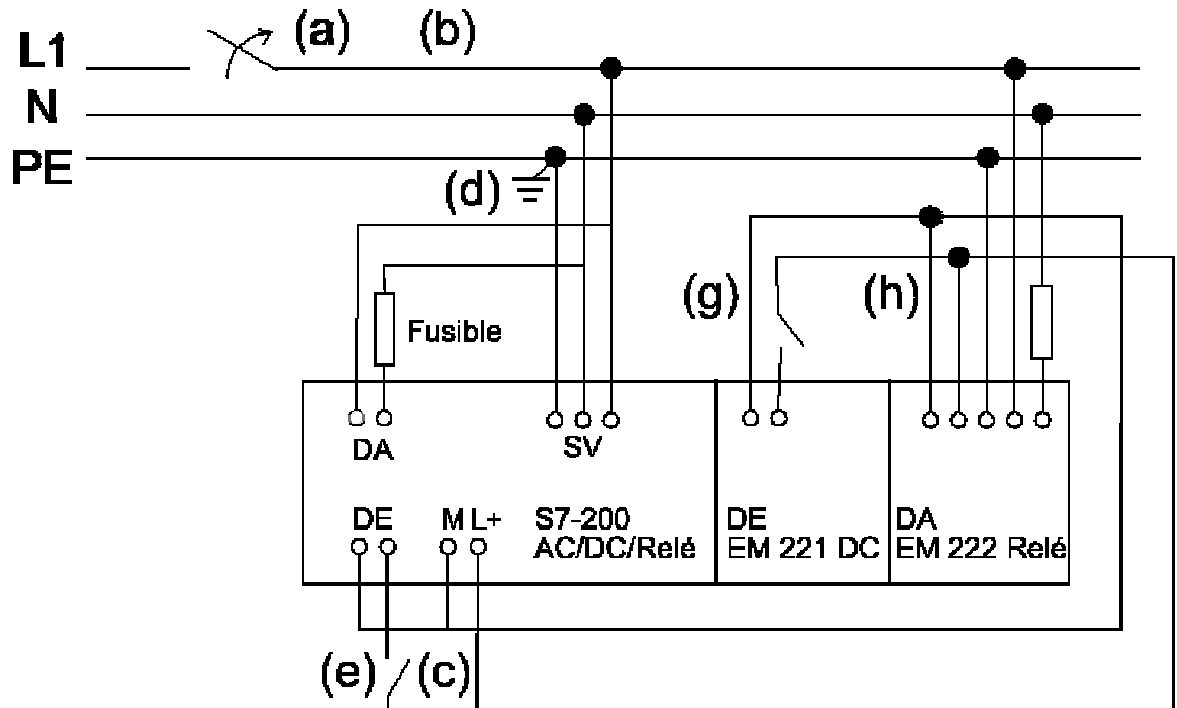


Figura 3.6

**Uso de un interruptor de sobrecorriente único para proteger la CPU y la carga.**

- La fuente DC para sensores integrada en el módulo base puede usarse para alimentar las entradas de dicho componente (e), las entradas DC de ampliación (f) y las bobinas de los relés del módulo de ampliación (g). Esta fuente está protegida contra cortocircuitos.

**1. REGLAS PARA LA INSTALACION CON  
CORRIENTE CONTINUA**

Las letras de leyenda referidas a continuación están en la Figura 3.7.

- Instalar un interruptor unipolar (a) para cortar la alimentación de la CPU y circuitos de E/S en caso de algún problema.
- Instalar dispositivos de sobrecorriente para proteger la alimentación de la CPU (b), puntos de salida (c) y puntos de entrada (d). Al usar la fuente de 24 VDC para sensores no se necesita protección contra sobrecorriente para los puntos de entrada.
- Asegurarse que la fuente DC tenga suficiente capacidad para mantener la tensión durante cambios súbitos de carga. Caso contrario poner capacitores (e) externos adecuados.
- Equipar las fuentes de alimentación DC no puestas a tierra con una resistencia y un condensador en paralelo (f) conectado entre el común de la alimentación y el conductor de protección. La resistencia es una vía de fuga para prevenir acumulaciones de carga estática; el condensador permite derivar el ruido de alta frecuencia.

Valores típicos son  $1M\Omega$  y 4700 pf. También es posible

crear un sistema DC puesto a tierra conectando la fuente de alimentación DC con tierra (g).

- Conectar los terminales de tierra del S7-200 con el camino más corto a tierra (h) para evitar el ruido. Es necesario conectar todos los terminales de masa a un solo punto eléctrico.
- Para alimentar circuitos de 24VDC utilizar una fuente de separación eléctrica segura de la red 120/230VAC y fuentes de peligro similares.

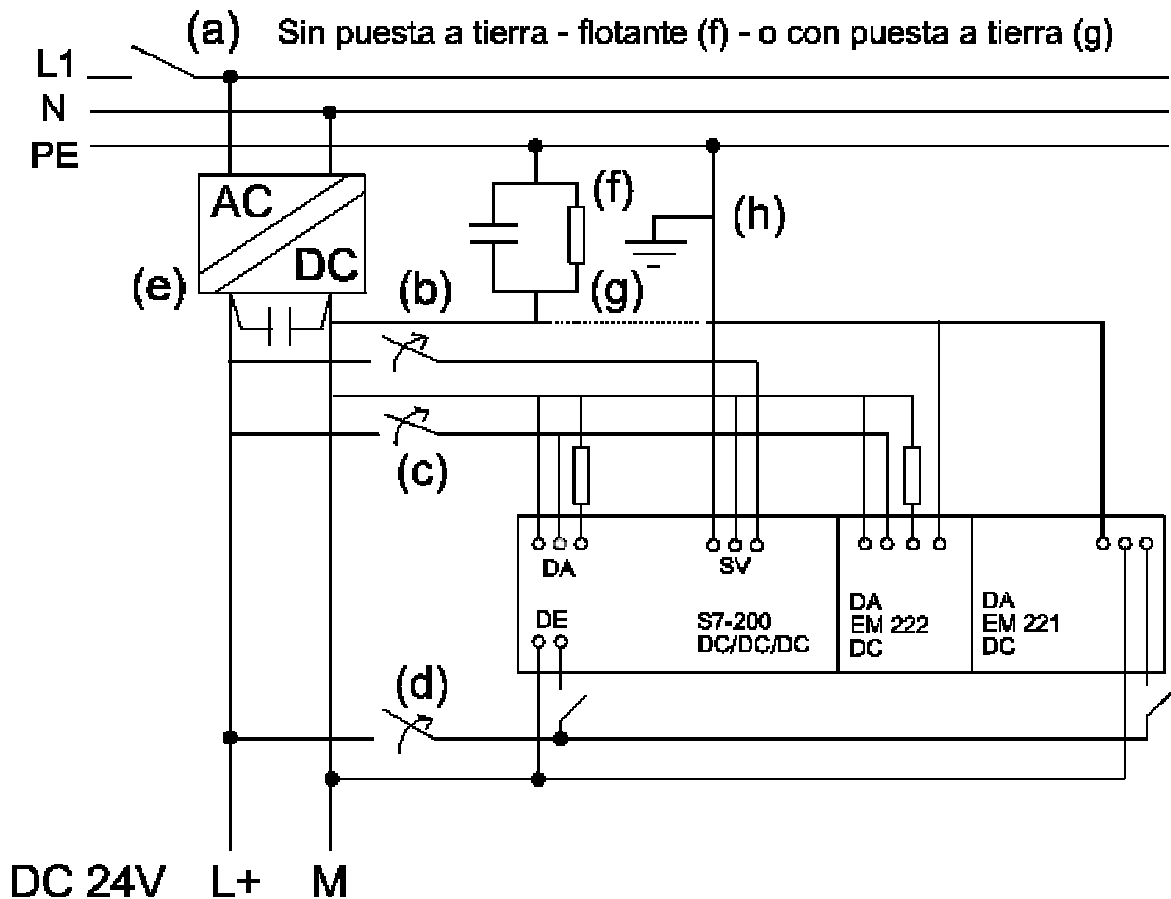


Figura 3.7

## **Instalación en una red de corriente continua aislada.**

### **1. ALIMENTACION DE CORRIENTE**

Cada módulo base del S7-200 tienen integrada una fuente capaz de abastecer el módulo base, módulos de ampliación y otras cargas que precisen de una alimentación de 24 VDC. (6)

#### **Requisitos de alimentación:**

Cada módulo CPU S7-200 provee alimentación tanto en 5 VDC como 24 VDC:

- Cada módulo CPU tiene una fuente de alimentación para sensores de 24 VDC que puede ser usada como tensión de entrada local o de módulos de ampliación.

Si la fuente no suministra la corriente suficiente, se puede añadir otra fuente de 24VDC.

- El módulo CPU alimenta también con 5 VDC los módulos de ampliación cuando se conectan al módulo base.

Si la corriente suministrada por la fuente no abastece los requerimientos de los módulos de ampliación, hay que limitar el número de los módulos unidos al CPU.

#### **Precaución:**

Al conectar una fuente de alimentación externa de 24 VDC en paralelo con la fuente de alimentación para sensores DC del S7-200 no olvidar poner como mínimo una conexión común entre las dos fuentes.

### **1. CONFIGURACION DEL MODULO DE AMPLIACION EM 235, 3**

#### **ENTRADAS ANALOGICAS AI Y 1 SALIDA ANALOGICA AQ X**

#### **12 BITS**

A continuación en la tabla 3.2 se muestran las configuraciones del módulo analógico EM235 usando los microinterruptores ("microswitches").

Los microinterruptores 1,3,5,7,9 y 11 seleccionan el margen de tensión en el caso de seleccionar por voltaje o el margen de corriente de alimentación de las entradas y/o salidas analógicas para un mismo formato.

Todas las entradas se activan en un mismo margen y formato.

En esta tabla se muestran la repetibilidad, precisión media, desviación media (6).

A continuación en la tabla 3.3 mostramos las características generales, detalles eléctricos de las I/O y valores de consumo del módulo analógico EM235.

| Interruptor de configuración |     |     |     |     |     | Margen de tensión | Definición | Repetibilidad |        | Precisión media |       | Desviación |        | Precisión absoluta |     |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------|------------|---------------|--------|-----------------|-------|------------|--------|--------------------|-----|
| 1                            | 3   | 5   | 7   | 9   | 11  |                   |            |               |        |                 |       |            |        |                    |     |
| ON                           | ON  | OF  | ON  | OFF | OFF | 0 a 50 mV         | 12,5 uV    | +/-0,25%      | +/-80  | +/-0,10%        | +/-32 | +/-0,30%   | +/-96  | +/-1,0%            | 320 |
| ON                           | ON  | OF  | OFF | ON  | OFF | 0 a 100 mV        | 25 uV      | +/-0,125%     | +/-40  | +/-0,05%        | +/-16 | +/-0,25%   | +/-80  | +/-0,6%            | 192 |
| ON                           | OFF | ON  | ON  | OFF | OFF | 0 a 500 mV        | 125 uV     | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,05%        | +/-16 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,4%            | 128 |
| ON                           | OFF | ON  | OFF | ON  | OFF | 0 a 1 V           | 250 uV     | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,05%        | +/-16 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,4%            | 128 |
| ON                           | OFF | OFF | ON  | OFF | OFF | 0 a 5 V           | 1,25 mV    | +/-0,05%      | +/-16  | +/-0,05%        | +/-16 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,4%            | 128 |
| ON                           | OFF | OFF | ON  | OFF | OFF | 0 a 20 mA         | 5 uA       | +/-0,05%      | +/-16  | +/-0,05%        | +/-16 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,4%            | 128 |
| ON                           | OFF | OFF | OFF | ON  | OFF | 0 - 10 V          | 2,5 mV     | +/-0,05%      | +/-16  | +/-0,05%        | +/-16 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,4%            | 128 |
| OFF                          | ON  | OFF | ON  | OFF | OFF | +/- 25 mV         | 12,5 uV    | +/-0,50%      | +/-160 | +/-0,25%        | +/-80 | +/-0,50%   | +/-160 | +/-1,5%            | 480 |
| OFF                          | ON  | OFF | OFF | ON  | OFF | +/- 50 mV         | 25 uV      | +/-0,30%      | +/-96  | +/-0,15%        | +/-48 | +/-0,40%   | +/-128 | +/-1,0%            | 320 |
| OFF                          | ON  | OFF | OFF | OFF | ON  | +/- 100 mV        | 50 uV      | +/-0,30%      | +/-96  | +/-0,15%        | +/-48 | +/-0,15%   | +/-48  | +/-0,75%           | 240 |
| OFF                          | OFF | ON  | ON  | OFF | OFF | +/- 250 mV        | 125 uV     | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,10%        | +/-32 | +/-0,10%   | +/-32  | +/-0,5%            | 160 |
| OFF                          | OFF | ON  | OFF | ON  | OFF | +/- 500 mV        | 250 uV     | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,10%        | +/-32 | +/-0,10%   | +/-32  | +/-0,5%            | 160 |
| OFF                          | OFF | ON  | OFF | OFF | ON  | +/- 1 V           | 500 uV     | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,10%        | +/-32 | +/-0,10%   | +/-32  | +/-0,5%            | 160 |
| OFF                          | OFF | OFF | ON  | OFF | OFF | +/- 2,5 V         | 1,25 mV    | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,10%        | +/-32 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,5%            | 160 |
| OFF                          | OFF | OFF | OFF | ON  | OFF | +/- 5 V           | 2,5 mV     | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,10%        | +/-32 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,5%            | 160 |
| OFF                          | OFF | OFF | OFF | OFF | ON  | +/- 10 V          | 5 mV       | +/-0,10%      | +/-32  | +/-0,10%        | +/-32 | +/-0,05%   | +/-16  | +/-0,5%            | 160 |

Tabla 3.2.

**Microinterruptores ("DIP") de configuración para el módulo de ampliación analógico EM235, 3 entradas analógicas AI, y 1 salida analógica AQ X 12 bits.**



**A.29 MODULO DE AMPLIACION EM 235, 3 ENTRADAS ANALOGICAS AI Y 1 SALIDA ANALOGICA AQX12 BITS.**

| <b>Características generales</b> |   | <b>Entradas</b>                        |  |
|----------------------------------|---|--|--|
| Dimensiones                      | 90X80X62mm  | Tipo de entrada                        | Entrada diferencial  |
| Peso                             | 0,2 Kg  | Impedancia de entrada                  | > 10 Mohmios   |
| Disipación                       | 2 W   | Tensión de entrada máx.                | 30 V   |
| Entradas/salidas                 | 3 entradas analógicas<br>1 salida analógica                                   | Corriente de entrada máx.              | 32 mA  |
| Homologaciones                   | UL 508 CSA C22.2 142<br>FM clase I, categoría 2<br>según VDE 0160<br>según CE | Definición                             |  |
| <b>Salidas</b>                   |   | Margen total                           |  |
| Margen de señal                  |   | Convertidor analógico/digital          | 12 bits ó 1 en 4096  |
| Tensión de salida                | +/- 10 V  | Fondo de escala                        |  |
| Corriente de salida              | 0 a 20 mA   | Bipolar                                | 1 en 2000 impulsos de conteo<br>0,05% del fondo de escala  |
| Definición, margen total         |   | Unipolar                               | 1 en 4000 impulsos de conteo<br>0,025% del fondo de escala   |
| Tensión                          | 12 bits, 5 mV/impulso de conteo ó 1 en 4096                                   | Aislamiento                            | no   |
| Corriente                        | 11 bits, 10 uA/impulso de conteo ó 1 en 2048                                  | Tiempo de conversión analógico/digital | 25 us  |
| Definición, fondo de escala      |   | Respuesta de salto analógica           | < 10 us.   |
| Tensión, bipolar                 | 1 en 2000 impulsos de conteo<br>0,5% del fondo de escala                      | Rechazo de modo común                  | 40 dB.<br>(valor nominal con 50/60 Hz)   |
| Formato de palabra de datos      |   | Tensión en modo común                  | < (12 V de tensión de señal)   |
| Margen total                     |   | Rechazo simétrico                      | 40 dB.<br>valor nominal con 50/60 Hz   |
| Tensión, bipolar                 | -32768 a +32752   | Formato de palabra de datos            |  |
| Corriente unipolar               | 0 a + 32752   | Margen total                           |  |
| Fondo de escala                  |   | Bipolar                                | -32768 a + 32752   |
| Bipolar                          | -32000 a + 32000  | Unipolar                               | 0 a +32752   |
| Unipolar                         | 0 a + 32000   | Fondo de escala                        |  |
| Precisión                        |   | Bipolar                                | 32000 a + 32000  |
| En el peor caso 0-60°C           |   | Unipolar                               | 0 a + 32000  |
| Tensión de salida                | +/- 2% del fondo de escala  | <b>Consumo</b>                         |  |
| Corriente de salida              | +/- 2% del fondo de escala  | Corriente lógica DC 5 V                | 70 mA del aparato central  |
| Valores típicos, 25°C            |   | Alimentación externa                   | 60 mA más 20 mA de corriente de salida suministrada por el aparato central o por una fuente de corriente externa (DC 24 V de tensión nominal, clase 2 o alimentación por sensor DC). |
| Tensión de salida                | +/- 0,5% del fondo de escala  | <b>Indicadores LED, EXTF</b>           |  |
| Corriente de salida              | +/- 0,5% del fondo de escala  | Caída de tensión                       | Baja tensión, desbordamiento del margen autorizado   |
| Tiempo de regulación             |   |  |  |
| Tensión de salida                | 100 us.   |  |  |
| Corriente de salida              | 2 ms.   |  |  |
| Desviación máx.                  |   |  |  |
| Alimentación 24 V                |   |  |  |
| Tensión de salida                | min, 5000 ohmios  |  |  |
| Corriente de salida              | máx, 500 ohmios   |  |  |

Tabla 3.3

**Configuración del módulo de ampliación EM235**

**Calibración de una entrada al módulo analógico EM235**

Para calibrar los tres canales de entrada analógicos se deben seguir los pasos que se detallan a continuación:

1. Seleccionar la opción deseada según los micro interruptores DIP (6).
2. Conectar la CPU y el módulo analógico.
3. Aplique una señal de valor cero a una de las entradas.
4. Mediante una función de lectura, lea el valor que la CPU ha recibido.
5. Con el potenciómetro OFFSET, seleccione un valor cero u otro digital.
6. Aplique al máximo de la escala permitible por el módulo analógico EM 235 una señal a una entrada y lea el valor que ha recibido la CPU.
7. Con el potenciómetro GAIN, seleccione un valor digital, preferiblemente 32000.
8. calibre el desplazamiento (OFFSET) y la ganancia (GAIN).

## **1. INSTALACION Y UTILIZACION DEL SOFTWARE STEP7**

### **MICROWIN**

El STEP7 MicroWin es un software que programa el sistema de automatización S7-200, utilizando el lenguaje lista de instrucciones ("AWL") o el lenguaje esquema de contactos ("KOP").

**1. INSTALAR EL SOFTWARE DE STEP7 MICROWIN,**  
**VERSION 2.0**

Esta instalación se la realiza bajo el ambiente Windows y se requieren mínimo un computador con un microprocesador 486 con 30 MB de memoria libre en el disco duro y con una memoria RAM nó volátil mínimo de 8Mb.

1. Insertar el primer diskette en el drive A.
2. Activar el comando Ejecutar.
3. Escribir a:\setup y hacer click en aceptar.
4. Siga las instrucciones que progresivamente salen en pantalla.

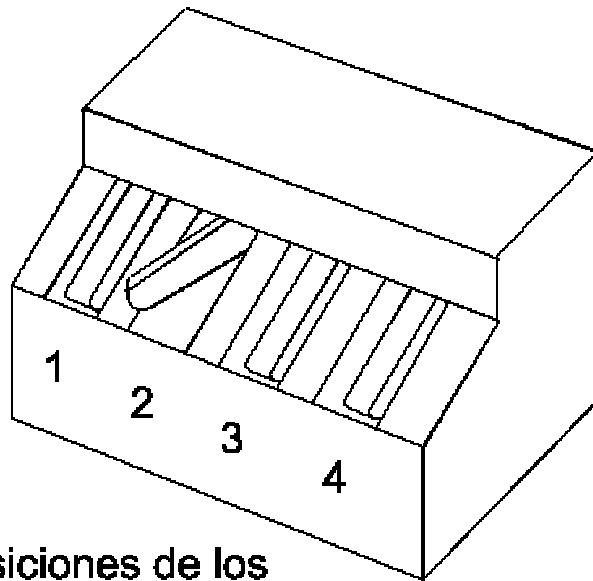
**1. ESTABLECER LA COMUNICACIÓN CON UNA CPU S7-**  
**200**

Conectar el ordenador a la CPU S7-200 para establecer la comunicación PPI y seguir los siguientes pasos:

Ajuste la velocidad de transferencia del cable PC/PPI (Figura 3.8), siendo la más común 9600 bits/segundo.

Conecte un extremo del cable PC/PPI al

puerto COM1 ó COM2 del ordenador.



**Posiciones de los interruptores:**

**0100 = 9600 bits/s**

**0010 = 19,200 bits/s**

Figura

3.8

**Estableciendo la velocidad de comunicación.**

3. El otro extremo del cable PC/PPI  
conéctelo a la CPU.

## **2. AJUSTAR LOS PARAMETROS DE COMUNICACIÓN**

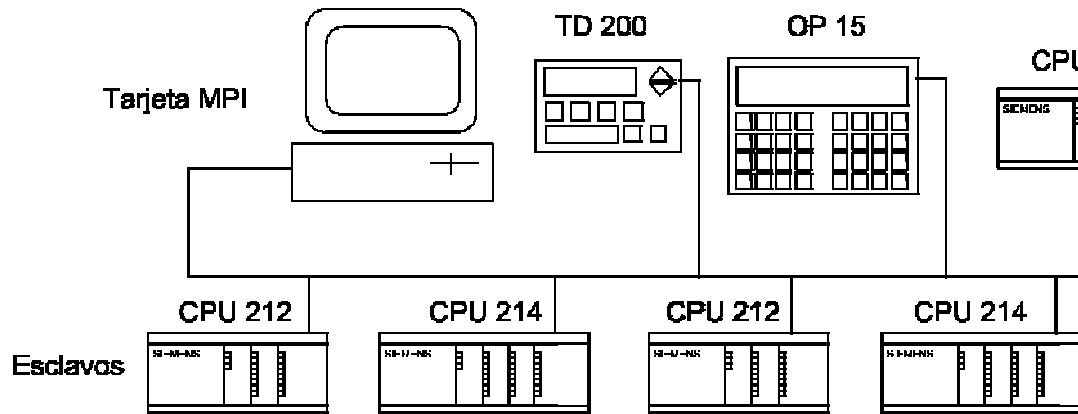


Figura 3.9

**Red con maestros y esclavos.**

Dentro del programa S7-200 MicroWin seguir los pasos:

Elegir el comando Instalar > Comunicación.

Compruebe si la información contenida en el cuadro de diálogo concuerda con la configuración deseada, siendo los parámetros más importantes el puerto por medio del cual se realiza la comunicación entre el computador y el CPU S7-200 y su velocidad de transferencia.

Oprima la tecla "Aceptar".

**3. CONFIGURAR LAS PREFERENCIAS PARA STEP7 MICROWIN**

1. Elegir el comando Instalar > Preferencias.

2. Elija las preferencias de programación en el cuadro de diálogo que se muestra en la Figura 3.10.
3. Presionar el botón Aceptar.

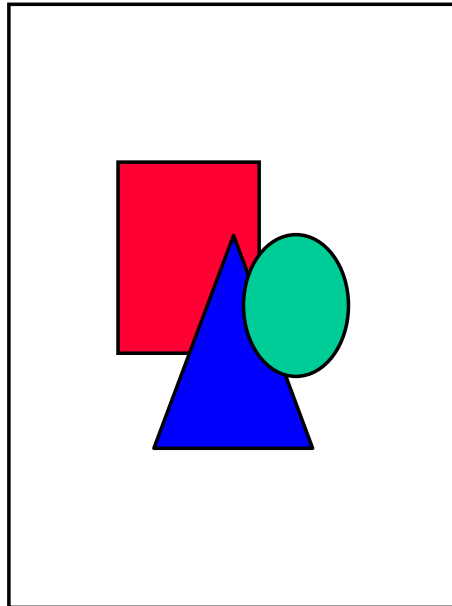


Figura 3.10

**Configurando las preferencias de programación.**

### **1. CREAR Y GUARDAR UN PROYECTO**

Al abrir un proyecto, STEP7 MicroWin abre los editores:

- Editor KOP ó AWL.
- Editor del bloque de datos.
- Editor de la tabla de estado/forzado.
- Editor de la tabla de símbolos.



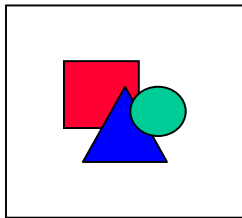
Para

crear proyectos (ver Figura 3.11) elija el comando Proyecto > Nuevo. Después elija el tipo de CPU S7-200, que en nuestro caso es el CPU 212.

Figura 3.11

**Ventana para definir el CPU S7-200 a usar.**

### **Guardar un proyecto**



Elija el comando Proyecto > Guardar como ó presionar en:

Figura 3.12

**Icono para guardar un proyecto.**

## **1. CREAR UN PROGRAMA**

En STEP7 MicroWin se puede crear el programa de usuario con el editor KOP o el editor AWL.

### **Introducir programas en KOP.**

Esta ventana KOP (Figura 3.13) permite escribir un programa en lenguaje de contactos. La barra de herramientas tiene los componentes más usados. En cada segmento se pueden poner dos comentarios:

- Presionar el encabezado de cada segmento para escribir sus comentarios.
- Si los comentarios abarcan más de una línea, presione dos veces el segmento correspondiente y aparecerá la ventana correspondiente de diálogo.

#### **Para introducir un programa (6):**

1. Elija el comando Edición > Título para ingresar el título del programa.
2. Seleccione los elementos a poner en el programa KOP de la lista de operaciones o presione en el ícono correspondiente del elemento.

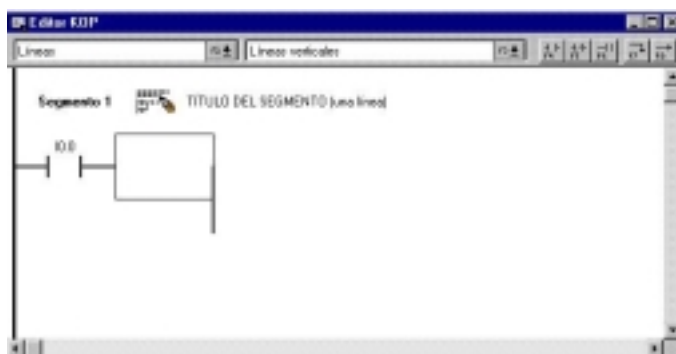


Figura 3.13



## Lenguaje de contactos ("Editor KOP").

3. Introduzca los operandos o los parámetros de texto.

### Introducir programas en AWL

Este editor del lenguaje lógico de instrucciones ("AWL") brinda flexibilidad en la forma de introducir operaciones del programa. En la figura 3.14 se ilustra un programa en AWL:

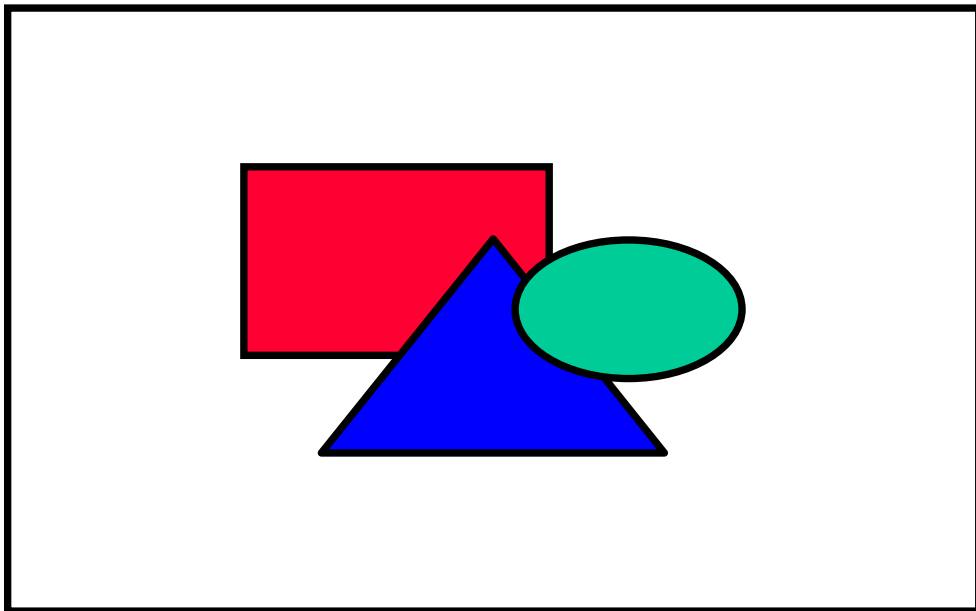


Figura 3.14

### Ventana del editor AWL con nuestro programa ejemplo.

- Dividir los segmentos lógicos en segmentos independientes, poniendo segmento ("Network").
- Poner comentarios seguidos de dos barras inclinadas (//).

- Finalize cada línea con la tecla introducción.
- Introduzca espacios entre la operación y la dirección en cada línea.
- No introducir espacios entre el área de memoria y dirección.
- Dentro de una operación, separe cada operando mediante una coma, un espacio en blanco o un tabulador.
- Utilice comillas para introducir nombres simbólicos en la tabla.

### **Compilar el programa**

Elegir el comando CPU > Compilar o presione el ícono que se muestra en la Figura 3.15.



Figura 3.15

**Compilar el programa.**

### **Cargar el programa en la CPU**

Escoja el comando Proyecto > Cargar en CPU o hacer click en el botón de la Figura 3.16, seguido de lo

cual se deberá elegir las ventanas a grabarse (Figura 3.17).

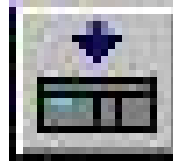


Figura 3.16

**Cargar programa en CPU.**

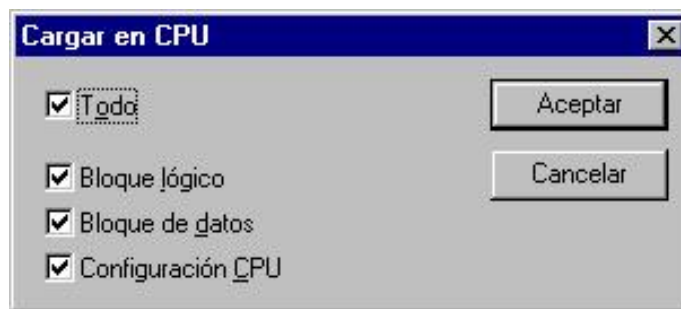


Figura 3.17

**Elegir ventanas para grabar.**

**Visualizar un programa en KOP o AWL**

Elegir el comando Ver >AWL ó Ver >KOP, respectivamente (Figura 3.18).

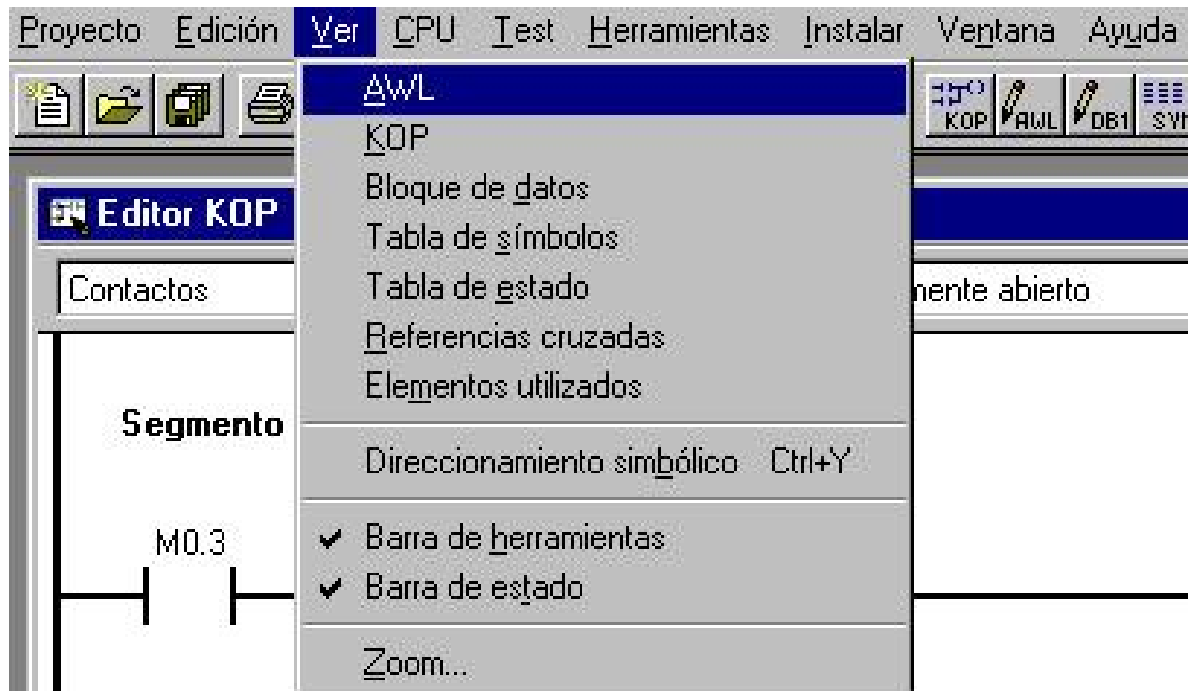


Figura 3.18

**Visualizar un programa en KOP o AWL.**

**1. CREAR UN BLOQUE DE DATOS**

Con el editor del bloque de datos se puede predefinir e inicializar las variables utilizadas en el programa. Esta ventana es de uso opcional (6).

**Introducir valores de bloques de datos.**

- El orden de introducción de datos es: tamaño, dirección inicial y después de un espacio o tabulador va el valor del dato. Los comentarios van seguidos de (//).

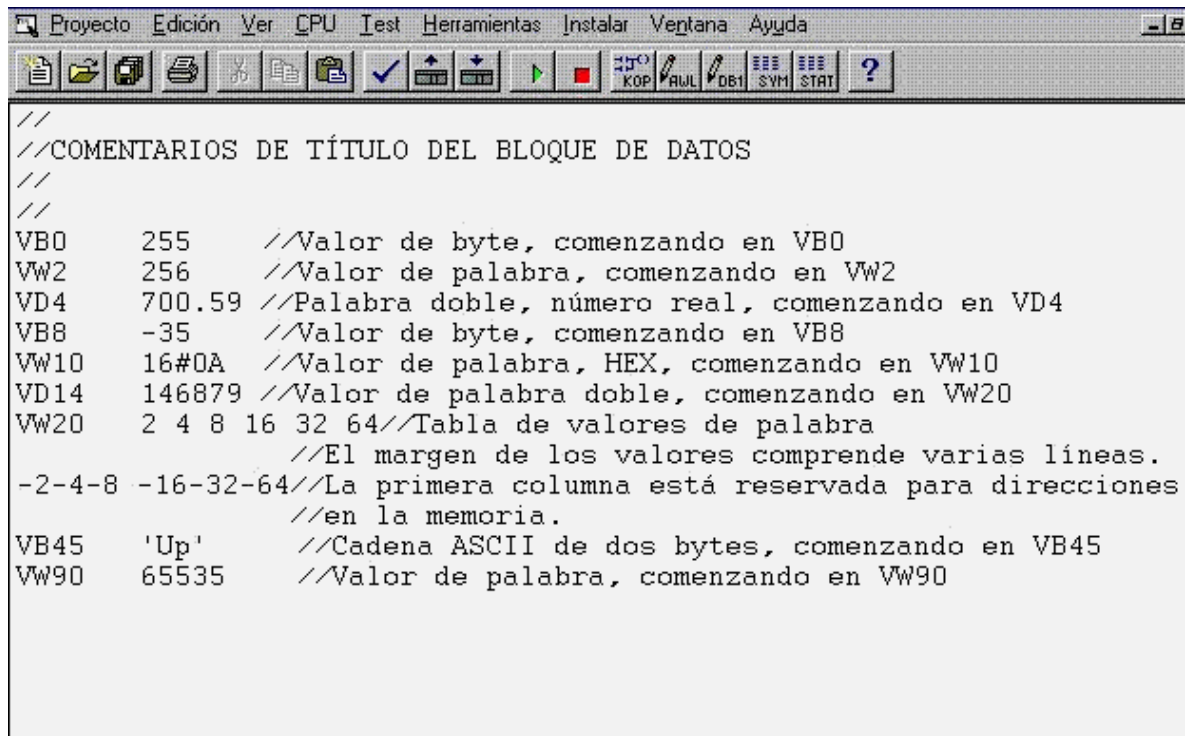


Figura 3.19

**Ventana del editor del bloques de datos.**

A continuación en la Tabla 3.4 se muestra la notación para introducir valores en un bloque de datos.

| <b>Tipos de datos</b>   | <b>Ejemplo</b>           |
|---|--------------------------|
| Hexadecimal   | 16#AB                    |
| Entero (decimal)  | 10 ó 20                  |
| Entero con signo (decimal)  | -10 ó +50                |
| Real (coma flotante): (separado con punto".")                               | 10.57                    |
| Texto (ASCII) entre apóstrofos<br>(El signo \$ sirve para poner apóstrofos) | 'Espol'<br>'That\$'s it' |

Tabla 3.4

**Sistemas numéricos de los valores del bloque de datos.**

Los identificadores válidos de tamaños se muestran en la tabla 3.5:

| Tamaño de datos             | Ejemplo                      | Descripción   |
|-----------------------------|------------------------------|---|
| Byte                        | B0<br>VB10                   | Almacena los valores siguientes como bytes de datos, comenzando en la dirección indicada  |
| Palabra                     | W0<br>VW22                   | Almacena los valores siguientes como palabras de datos, comenzando en la dirección indicada   |
| Palabra doble               | D0<br>VD100                  | Almacena los valores siguientes como palabras dobles de datos comenzando en la dirección indicada   |
| Autotamaño                  | 10<br>V10                    | Almacena los datos en el tamaño mínimo requerido (byte, palabra o palabra doble). Los valores se almacenan comenzando en la dirección de memoria V indicada |
| Comenzar el tamaño anterior | (Columna de dirección vacía) | Almacena los datos en bytes, palabras y palabras dobles, dependiendo del tamaño indicado en la línea anterior   |

Tabla 3.5

### Identificadores de tamaño de los valores del bloque de datos.

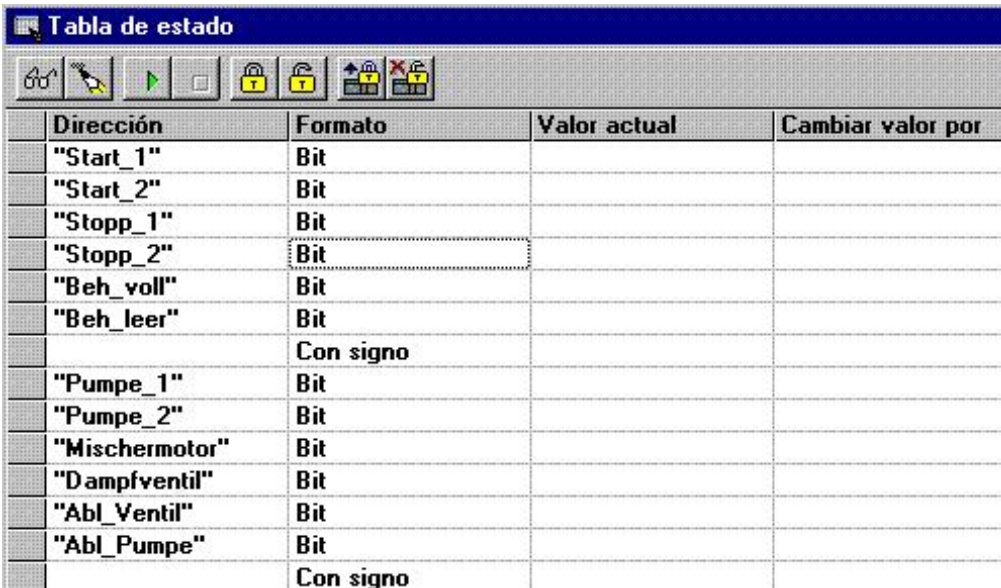
#### 1. UTILIZAR LA TABLA DE ESTADO FORZADO

Con esta tabla de estado forzado se puede leer, escribir o forzar variables en un programa. Esta tabla se halla minimizada en la parte inferior de la pantalla del STEP7 MicroWin.

#### Leer, escribir y forzar variables en la tabla de estado forzado

Para leer y escribir variables en el editor de tablas de estado forzado (Figura 3.20) siga los siguientes pasos:

1. En la primera columna introduzca la dirección o el nombre simbólico de la variable a forzar.
2. Seleccionar el formato del elemento en la segunda columna, ya sea un bit, palabra, doble palabra. Con la barra espaciadora elegir la presentación en binario, entero con o sin signo, hexadecimal, ASCII, coma flotante.
3. Para visualizar el estado actual de las variables presionamos el icono de lectura sencilla de la Figura 3.21.



| Dirección      | Formato   | Valor actual | Cambiar valor por |
|----------------|-----------|--------------|-------------------|
| "Start_1"      | Bit       |              |                   |
| "Start_2"      | Bit       |              |                   |
| "Stopp_1"      | Bit       |              |                   |
| "Stopp_2"      | Bit       |              |                   |
| "Beh_voll"     | Bit       |              |                   |
| "Beh_leer"     | Bit       |              |                   |
|                | Con signo |              |                   |
| "Pumpe_1"      | Bit       |              |                   |
| "Pumpe_2"      | Bit       |              |                   |
| "Mischermotor" | Bit       |              |                   |
| "Dampfventil"  | Bit       |              |                   |
| "Abl_Ventil"   | Bit       |              |                   |
| "Abl_Pumpe"    | Bit       |              |                   |
|                | Con signo |              |                   |

Figura 3.20

**Tabla de estados forzados.**

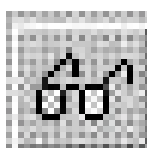


Figura 3.21

### **Botón de lectura sencilla.**

4. Presione o navegue hasta la celda que contenga el valor actual que desee forzar. Pulse el botón de forzar de la Figura 3.22 con el cursor encima del valor a forzar.



Figura 3.22

### **Icono para forzar variables.**

5. Si desea ver los valores forzados, presionar en el botón "Leer forzado" de la figura 3.23



Figura 3.23

### **Icono para leer valores forzados.**

6. Para desforzar en la CPU todas las variables actuales, hacer clic en el botón "Desforzar todo" de la figura 3.24.



Figura 3.24

### **Icono para desforzar variables.**

## **1. USAR EL DIRECCIONAMIENTO SIMBOLICO**

En esta tabla se pueden poner nombres simbólicos a las



entradas, salidas y direcciones de la memoria interna. Esto es de gran ayuda ya que se las puede nombrar con sus nombres verdaderos. Estos nombres simbólicos se utilizan en el editor KOP, AWL, editores de tablas de estado y forzado (6).

Algunas características del direccionamiento simbólico se nombran a continuación:

- Se puede introducir nombres simbólicos y direcciones en cualquier orden.
- Máximo usar 23 caracteres en el campo del nombre simbólico; dependiendo del tamaño de letra es posible que el KOP no se visualice por completo. Se puede definir un total de no más de 500 símbolos.
- Se diferencian caracteres en minúsculas de mayúsculas.
- No incluir espacios en blanco en el nombre simbólico, reemplazarlos por guiones.
- Los nombres y/o direcciones simbólicas dobles se marcarán con letra azul, no se compilarán y no se podrán utilizar en el programa (Ver Figura 3.25).



| Nombre simbólico | Dirección | Comentario             |
|------------------|-----------|------------------------|
| MOTOR_1          | M0.3      | ARRANQUE DEL MOTOR 1   |
| MOTOR_2          | M0.6      | ARRANQUE DEL MOTOR 2   |
| START            | I0.0      | BOTONERA DE START      |
| GENERADOR        | M0.0      | ARRANQUE DEL GENERADOR |

Figura 3.25

### Ejemplo de direcciones simbólicas

#### Organizar las entradas de la tabla:

Con todos los nombres simbólicos y direcciones absolutas asociadas, se puede organizar la tabla de símbolos alfabéticamente por nombres simbólicos o numéricamente por direcciones:

- Seleccione el comando Ver < Organizar por nombres para organizar los nombres simbólicos en orden alfabético.
- Seleccione el comando Ver < Organizar por direcciones para organizar numéricamente las direcciones absolutas en el siguiente orden de tipos de memoria: I, Q, V, IQ, II, M, C, T y SM.

#### 1. JUEGO DE OPERACIONES DEL SOFTWARE MICROWIN PARA EL S7-200 CPU 212.

A continuación se detallan las funciones que han

side utilizadas en el programa Microwin del S7-200 para automatizar el movimiento del ascensor.

### 1. CONTACTOS ESTÁNDAR

El contacto abierto se activa si el valor binario de la dirección n es igual a 1. En el lenguaje AWL, el contacto abierto se representa por: LD(cargar), Y(AND) y O(OR).

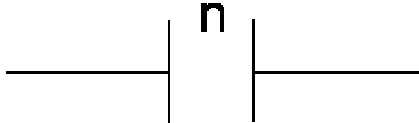
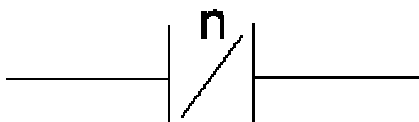
|                      |  |          |
|----------------------|--|----------|
| <b>K<br/>O<br/>P</b> |    |          |
|                      |  |          |
| <b>A<br/>W<br/>L</b> | <b>LD</b>  | <b>n</b> |
|                      | <b>A</b>   | <b>n</b> |
|                      | <b>O</b>   | <b>n</b> |
|                      | <b>LDN</b>   | <b>n</b> |
|                      | <b>AN</b>  | <b>n</b> |
|                      | <b>ON</b>  | <b>n</b> |

Figura 3.26

#### **Representación de contactos estándar.**

El contacto abierto se activa si el valor

binario de la dirección n es igual a 1. En el lenguaje AWL, el contacto abierto se representa por: LD(cargar), Y(AND) y O(OR).

El contacto cerrado se representa con la operación cargar valor negado (LDN), Y-NO(AN) y O-NO(ON).

Los operandos para n son: I, Q, M, SM, T, C, V, S.

**2. PONER A 1, PONER A 0.**

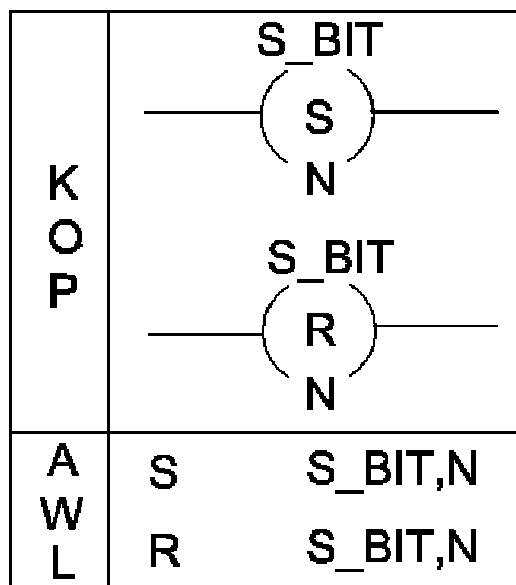


Figura 3.27

**Setear y Resetear variables.**

Esta función actúa como un flip-flop, el cual si recibe una activación setea (poner a 1) o resetea (poner a 0) el número de entradas y/o salidas (N) a partir de S\_BIT

respectivamente.

Los operandos para S\_BIT son: I, Q, M, SM, T, C, V, S. Así los operandos para n son: IB, QB, MB, SMB, VB, AC, constante.

### **3. TEMPORIZADOR DE RETARDO A LA CONEXIÓN.**

Las operaciones Temporizador de retardo a la conexión y temporizador de retardo a la conexión memorizado empiezan a contar hasta su valor máximo una vez que se habilitan. Si el valor de Txxx es mayor o igual al valor seleccionado PT, se activa el bit del temporizador. Ambos temporizadores se detienen al alcanzar su valor máximo.

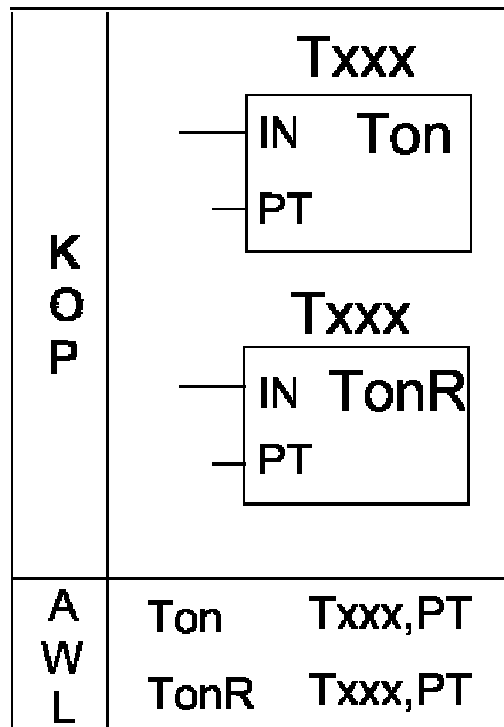


Figura 3.28

**Temporizador con retardo a la conexión.**

Los operandos se muestran en la tabla 3.6.

(6)

| <b>Txxx</b> | <b>Ton</b>                                      | <b>TonR</b>           |
|-------------|---|-----------------------|
| 1 ms        | T32, T96  | T0, T64               |
| 10 ms       | T33 a T36<br>T97 a T100                         | T1 a T4<br>T65 a T68  |
| 100 ms      | T37 a T63<br>T101 a T255                        | T5 a T31<br>T69 a T95 |
| PT:         | VW, T, C, IW, QW, MW, SMW,<br>AC, AIW, cte, SW. |                       |

Tabla 3.6

**Retardos de temporizadores**

En nuestro programa usaremos los temporizadores T33, T34 y T35 de base de tiempo de 10 mseg.

#### 4. TRANSFERIR PALABRA

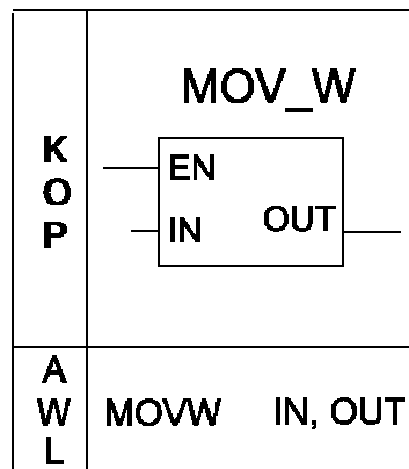


Figura 3.29

#### **Operación para transferir palabra.**

Con esta operación transferimos la palabra ingresada en IN hacia la palabra de salida OUT.

Los operandos de esta operación son:

IN: VW, T, C, IW, QW, MW, SMW, AC, AIW, cte, SW

OUT: WV, T, C, IW, QW, MW, SMW, AC, AQW, SW.

#### 2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PARA AUTOMATIZAR

##### EL MOVIMIENTO DEL ASCENSOR

A continuación se muestran los diagramas de flujo o algoritmo a seguirse en el programa que realizamos para el PLC S7-200 CPU-212 para automatizar el ascensor, dividiéndose en tres subrutinas: planta baja (Figura 3.30), primer piso (Figura 3.31) y segundo piso (Figura 3.32).

El diagrama de flujo se realizó basándose en estados que de acuerdo a una condición daban paso a otros próximos estados o permitían quedarse en el mismo estado.

Cada estado está representado por una marca del tamaño de un bit (Ejemplo M0.0 para el primer estado y así sucesivamente), el siguiente estado resetea el anterior; esto quiere decir que sólo puede estar seteado un estado a la vez (Ver tabla 3.7)

En el programa se manejaron temporizadores con retardo a la conexión con una base de tiempo de 10ms (T33, T34, T35)

En la tabla 3.7 se muestran los nombres simbólicos y direcciones de las entradas / salidas digitales, entre las cuales están los micro interruptores que nos indican la posición del ascensor en cada piso, las botoneras externas e internas para gobernar la posición del ascensor, contactores de marcha adelante y hacia atrás del motor del ascensor, freno - embrague, motor para abrir o cerrar la puerta del ascensor. También mostramos las marcas internas que



representan cada estado.

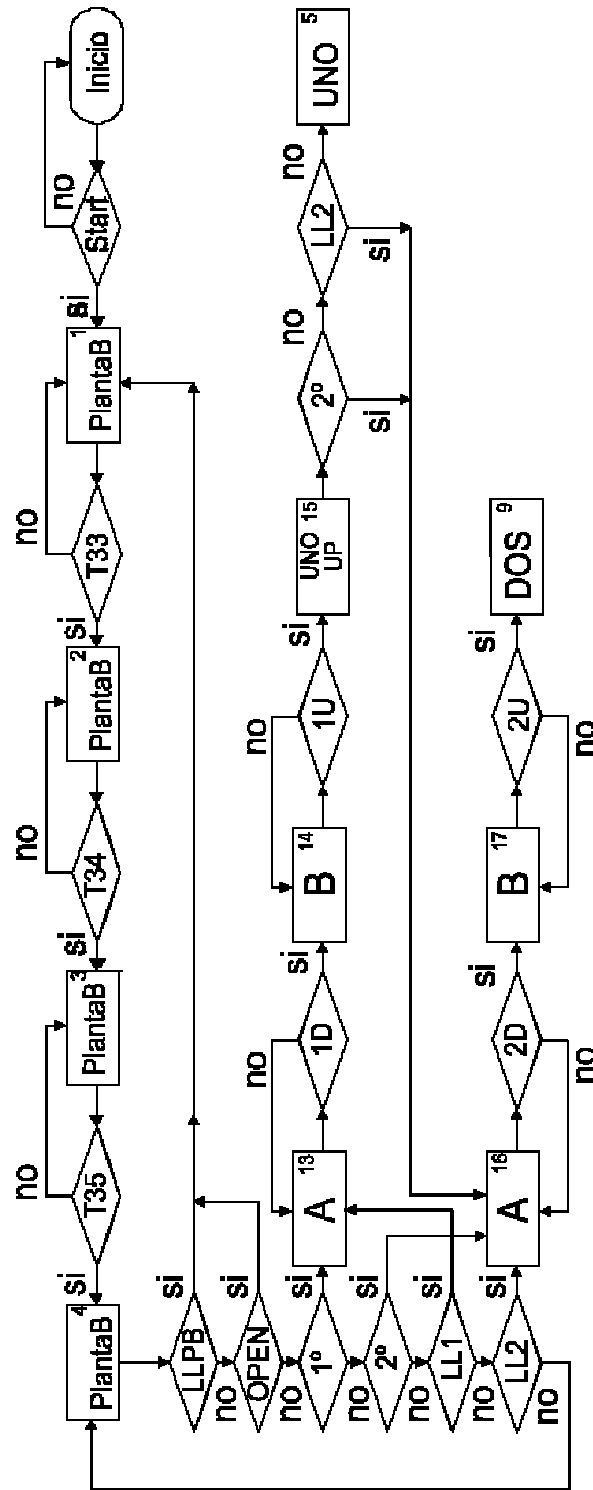


Figura 3.30

Flujograma de Planta Baja.

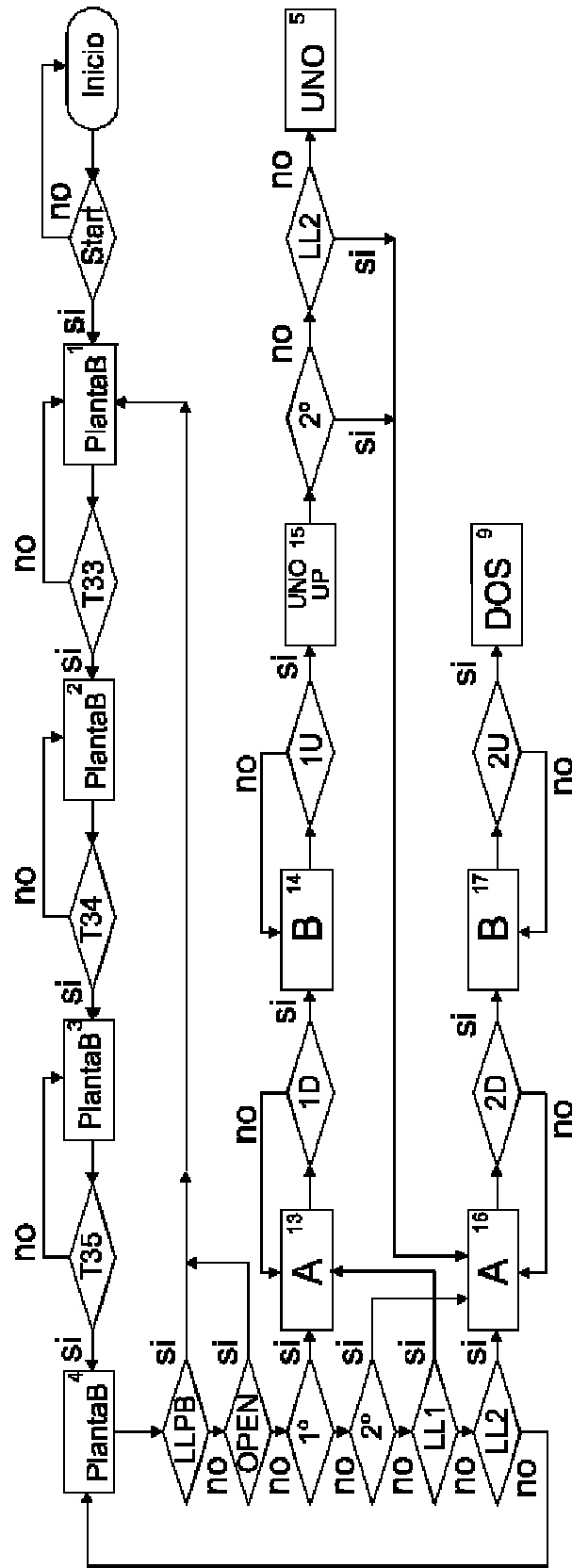
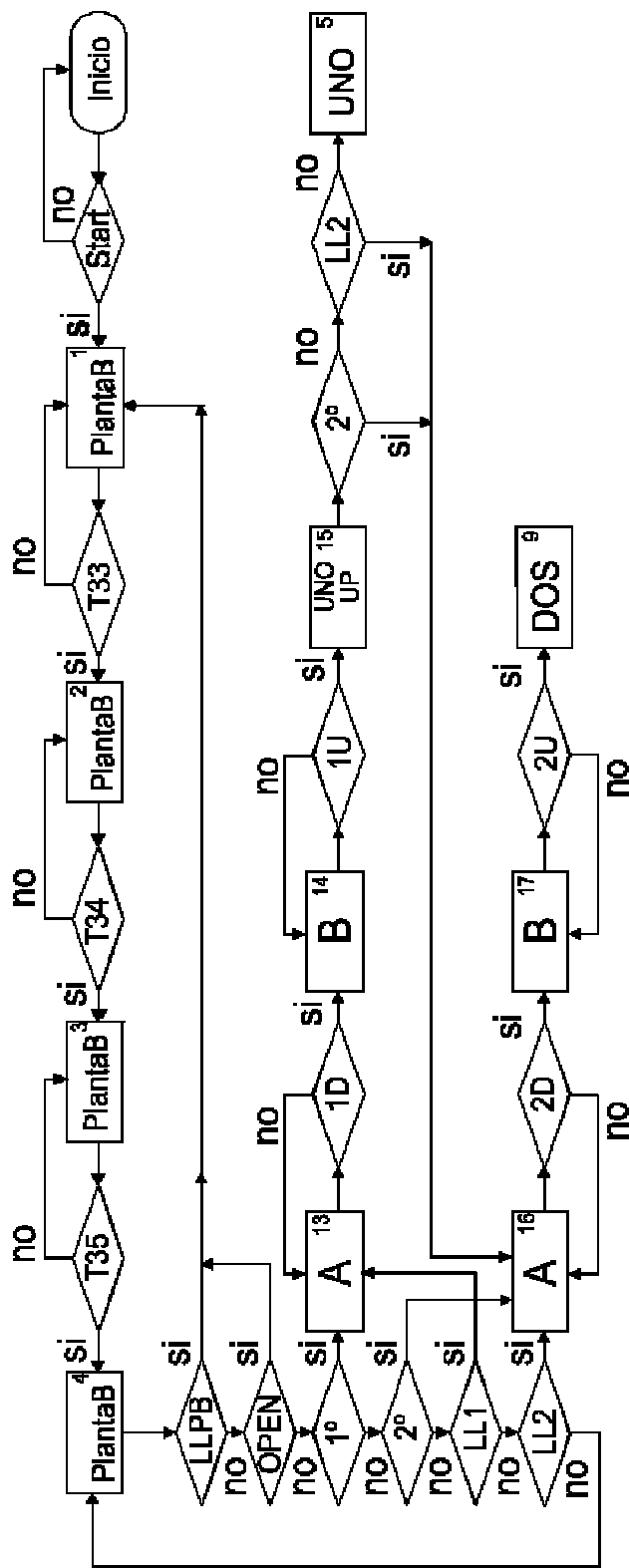


Figura 3.31

Flujograma del Primer Piso



igura 3.32

Flujograma del Segundo Piso.

Las entradas analógicas como temperatura

ambiente, desplazamiento del ascensor y la corriente del motor las almacenamos en variables internas de memoria VW10 VW12 y VW14

Tabla 3.7

**Tabla de símbolos del programa de automatización del ascensor en Microwin.**

En la Figura 3.33 mostramos un diagrama general de todas las entradas y salidas del circuito de control del ascensor.

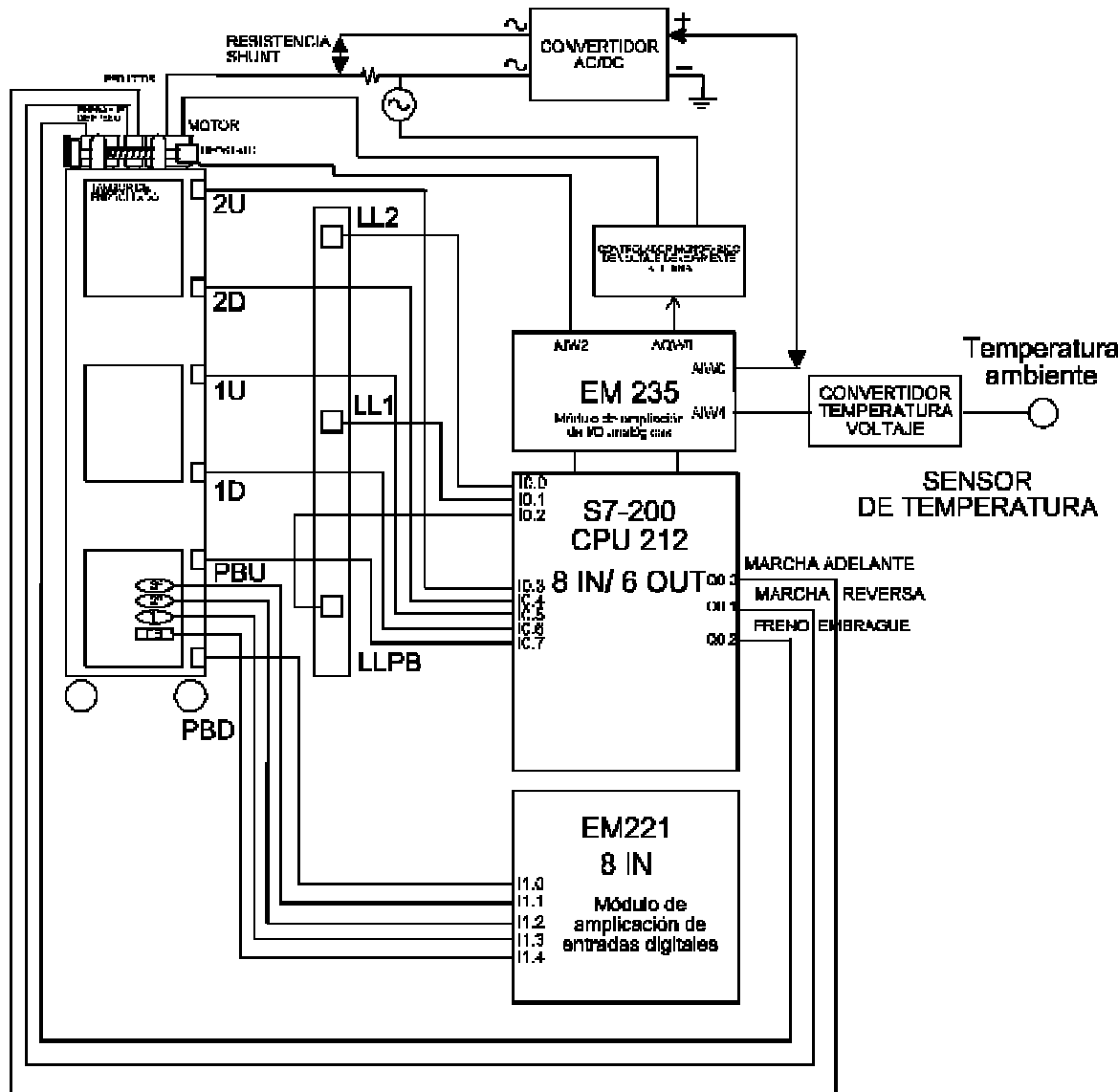


Figura 3.33

**Diagrama de bloques del circuito de control del ascensor.**

En los diagramas de flujo aparecen los siguientes códigos:

A= Embrague activado (Q0.0=1)

Freno desactivado (Q0.1=0)

Marcha adelante (Q0.2=1)

Marcha en alta velocidad (AQWO bajo  
valor=1.9VDC)

B= Embrague activado (Q0.0=1)

Freno desactivado (Q0.1=0)

Marcha adelante (Q0.2=1)

Marcha en baja velocidad (AQWO en alto  
valor=5VDC)

C= Embrague activado (Q0.0=1)

Freno desactivado (Q0.1=0)

Marcha hacia atrás (Q0.3=1)

Marcha en alta velocidad (AQWO bajo  
valor=1.9VDC)

D= Embrague activado (Q0.0=1)

Freno desactivado (Q0.1=0)

Marcha hacia atrás (Q0.2=1)

Marcha en baja velocidad (AQWO en alto  
valor=5VDC)

### **3. ALGORITMO PARA REALIZAR EL PROGRAMA EN MICROWIN**

Para desarrollar el programa hay que seguir el siguiente procedimiento:

1. Elegir en el menú inicio el programa Simatic/ SEPT 7-Microwin 2.0/ Microwin 2.0
2. En el menú Proyecto escogemos el submenú Nuevo y nos aparece la ventana tipo de CPU en la cual elegimos la opción CPU 212. Presionamos Aceptar.
3. Procedemos a escribir el lenguaje de contactos en los segmentos del editor de bloques KOP. Nosotros hemos dividido cada estado en dos partes: seteo y reseteo debido a que en cada segmento entra solo una red.
4. Poner en cada segmento de seteo de estado, todas las posibles alternativas en paralelo (estados anteriores) que producirán que este se active.
5. Para poner un contacto normalmente abierto se pulsa la tecla funcional "F4", y a continuación se debe ingresar su nombre.
6. Para poner un contacto normalmente cerrado se pulsa la tecla funcional "F5", y a continuación se ingresa su nombre.
7. Para ingresar un temporizador, elegir la tecla funcional "F2", y presionar "Temporizadores/

contadores", luego presionamos la tecla funcional "F3" y elegimos la opción retardo a la conexión. Una vez realizado los pasos anteriores, ubicamos el temporizador en el editor KOP, le asociamos el número del temporizador tomando en cuenta que los temporizadores tienen bases de tiempo diferentes. Los números de los temporizadores se hallan en la tabla 3.6 y nosotros hemos trabajado con T33, T34, y T35 los cuales tienen bases de tiempo de 10ms. Los temporizadores se usan para simular el tiempo en que la puerta del ascensor se esta abriendo, el tiempo que permanece abierta, y el tiempo que tarda en cerrarse.

8. Para utilizar la opción mover una palabra, pulsar la tecla funcional "F2" y elegir la opción Transf/Despl/Rot/Inic. Memoria. Después pulsar "F3", y escoger transferir palabra de la lista que aparece. Ubicamos el bloque MOVE; el cual consta de un valor de entrada ("IN") donde ubico el valor a transferirse a la salida, que en nuestro caso es la salida analógica (AIW0) de la tarjeta de ampliación EM235. Este bloque también tiene un enable ("EN") del cual están conectados en paralelo los contactos normalmente abiertos de los estados que solicitan la salida analógica, como la velocidad alta o baja. Cada bloque



de transferencia (MOVE) mandará un voltaje DC a la salida del bloque analógico (AQWO). Esta salida analógica es utilizada en el circuito de disparo del controlador de voltaje alterno. Pondremos dos bloques de transferencia, uno para cada velocidad.

9. Para poner las bobinas de salidas QX.XXX, pulsar la tecla F2 y elegir bobinas. Después pulsar F3 y elegir "asignar bobina de salida".

10. Al acabar el programa presionar la tecla funcional F12 para compilar el programa; y así poder ver si es tengo algún error en la programación.

11. Elegir del menú principal la opción Test / Activar estado KOP; para poder ver cómo se activan los contactores, bobinas, contadores y demás elementos del programa.

12. Cerciorarse que el PLC S7-200 CPU 212 se encuentre en modo RUN para poder cargar el programa realizado.

13. Elegir de la barra de herramientas la opción "Cargar en CPU" para que el programa resida en la memoria interna del CPU.

14. Activar las entradas del PLC S7-200 CPU 212 para ver cómo se activan las salidas del mismo y poder

comprobar que el programa se está ejecutando correctamente.

## **1. CIRCUITOS ELECTRICOS DE LAS ENTRADAS AL MODULO**

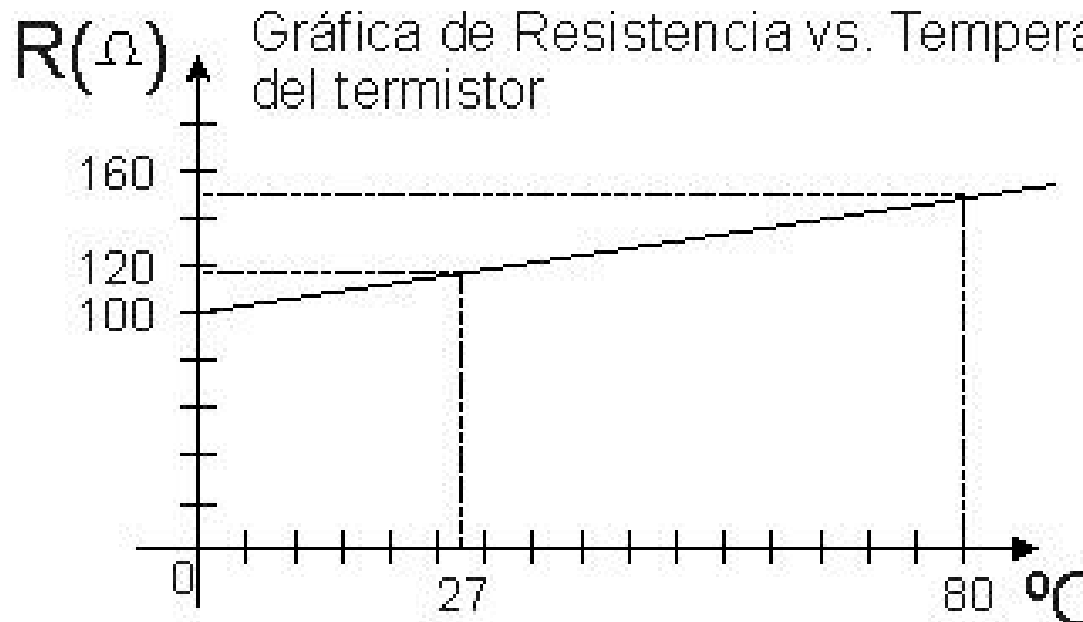
### **ANALOGICO EM235.**

A continuación se describen los circuitos electricos usados para medir las variables analógicas de entrada:

#### **1. CIRCUITO PARA MEDIR LA TEMPERATURA AMBIENTE**

Para medir la temperatura ambiente del sistema hacemos uso de un detector lineal de temperatura ("RTD"), el cual es una resistencia que varía linealmente con respecto a una variación de temperatura. El RTD está conectado en serie con una resistencia de  $1,1 \text{ K}\Omega$ , y ambas están siendo alimentadas por un voltaje continuo de 24 voltios, el cual nos lo suministra la fuente interna del CPU 212 para alimentar salidas de relé. A su vez, la caída de tensión del RTD es ingresada como entrada de voltaje al módulo de ampliación analógico EM235; el cual ha sido configurado para permitir entradas de 0 a 5 voltios por medio

de los micro interruptores de configuración de los márgenes de tensión de entradas y salidas analógicas (tabla 3.2.).



La curva de variación de la resistencia del RTD con respecto a la temperatura se muestra a continuación:

Figura 3.34

**Gráfica de Resistencia vs. Temperatura del RTD.**

La ecuación de variación de Resistencia vs. Temperatura es la siguiente:

$$R(\Omega) = 0,629T(^{\circ}C) + 100$$

(ecuación 3.1)

El cálculo para la corriente que circula en la red fuente / RTD / resistor se lo realiza para dos temperaturas que son: Una a baja temperatura (0°C) y otra a alta temperatura (100°C).

$$I_{m \text{ a } (0^{\circ}C)} = \frac{24V}{0,629(0^{\circ}C) + 100 + 1.1K\Omega} = 20mA$$

(ecuación 3.2)

$$I_{m \text{ a } (100^{\circ}C)} = \frac{24V}{0,629(100^{\circ}C) + 100 + 1.1K\Omega} = 19mA$$

(ecuación 3.3)

Puesto que la fuente de 24 VDC del CPU 212 tiene una limitación de corriente de 180 mA estamos dentro del rango normal de operación debido a que el circuito consume máximo 20 mA bajo condiciones de bajas temperaturas. A continuación mostramos la tabla 3.8 que muestra la variación de resistencia, corriente y voltaje del RTD con respecto a una variación de temperatura específica.

| T   | RTD | Im(mA) | V8voltios) |
|-----|-----|--------|------------|
| 0°C | 100 | 20     | 2          |

|       |     |    |      |
|-------|-----|----|------|
| 100°C | 163 | 19 | 3.09 |
|-------|-----|----|------|

Tabla 3.8

**Variaciones de resistencia, corriente y voltaje vs. Temperatura del circuito del RTD.**

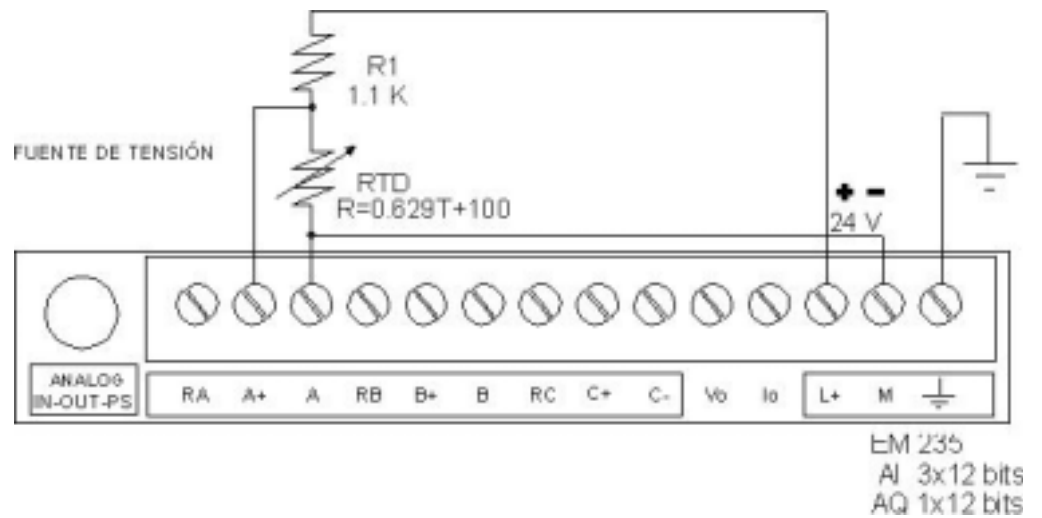


Figura 3.35

**Diagrama eléctrico de las conexiones en el módulo analógico EM235 para medir la temperatura.**

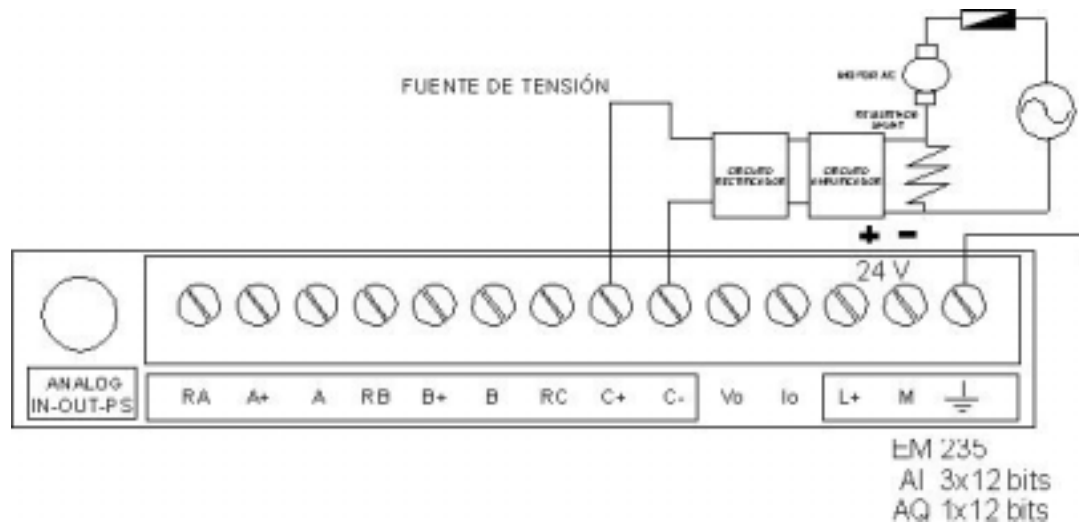
El valor de voltaje del RTD es leído por el CPU 212 (entrada AIW0 del módulo de ampliación EM235) y por medio de una función de transferencia de datos (INSTRUCCIÓN MOV) es ubicado en una variable de memoria

(Figura 3.35). Así, este voltaje puede ser adquirido por el software Intouch.

## **2. CIRCUITO PARA MEDIR LA CORRIENTE DEL MOTOR.**

Para medir la corriente del motor monofásico conectamos una resistencia SHUNT, o resistencia de altas potencias en serie con el motor. Esta resistencia tiene un valor bajo de  $0.87 \Omega$  para que su caída de tensión sea pequeña y esta no interfiera en la operación del motor. Dicha resistencia es puesta en serie con nuestro motor monofásico jaula de ardilla MIJA y produce una caída de tensión del orden de los 174 mVAC; este voltaje de la resistencia SHUNT es amplificado por medio de un opamp de ganancia igual a 8 veces su entrada para después someterlo a una rectificación por medio de un puente de diodos y posteriormente filtrarlo por medio de un capacitor 3.9nF. Finalmente este voltaje DC es ingresado al CPU 212 como AIW4 por medio del módulo de ampliación analógico EM235 como entrada de voltaje permitiendo una variación de 0 a 5 Voltios según la

configuración de los interruptores de la tabla 3.2. Las conexiones para medir la corriente del motor se



muestran a continuación en la Figura 3.36:

Figura 3.36

**Circuito para medir la corriente del motor monofásico jaula de ardilla.**

Para medir la corriente del motor usamos dos circuitos

el primero es de amplificación y el segundo es de rectificación.

**1. ETAPA DE AMPLIFICACION**

Como deseamos medir la corriente del motor conectamos una resistencia SHUNT de  $0.87\Omega$  en serie con el motor de

inducción para que produzca una caída de tensión del orden de los 0.174 VAC.

A rotor bloqueado se eleva la corriente del motor, llegando a valores límite de los 200 mA, lo cual provoca una caída de tensión de 0.174 VAC a través de la resistencia SHUNT.

Esta caída de tensión la sometemos a una etapa de amplificación por medio de un OPAMP de configuración amplificador no inversor con una ganancia de 8 veces la entrada. Esta amplificación tiene este valor debido a que no queremos exceder una salida de 5 VAC en el OPAMP al momento del arranque, que es donde se producen los picos más altos de corriente en el motor.

## **2. ETAPA DE RECTIFICACION**

Una vez que se amplificado el voltaje de la resistencia SHUNT unas 8 veces se lo hace pasar por un puente rectificador de onda completa que tiene un capacitor de 3.9 nF en paralelo con un resistor de 10M $\Omega$



(6)(impedancia de entrada del módulo analógico). Todo este circuito me produce un factor de rizado del orden del 5%, quedándome una onda DC rectificada.

Como deseamos un voltaje del 5 % de rizado con una salida máxima de 5 VDC realizamos los calculos del valor de la resistencia y del capacitor con los siguientes datos y ecuaciones:

$$Fr=0.05$$

$$Vo(DC)=5V$$

$$Vr(RMS) = \frac{Vrpp}{2\sqrt{3}} \quad (\text{ecuación 3.4})$$

3.4)

El voltaje de rizado pico a pico es:

$$Vrpp = 2\sqrt{3}(fr)Vo(DC)$$

(ecuación 3.5)

$$Vrpp = 2\sqrt{3}(0.05)(5VDC)$$

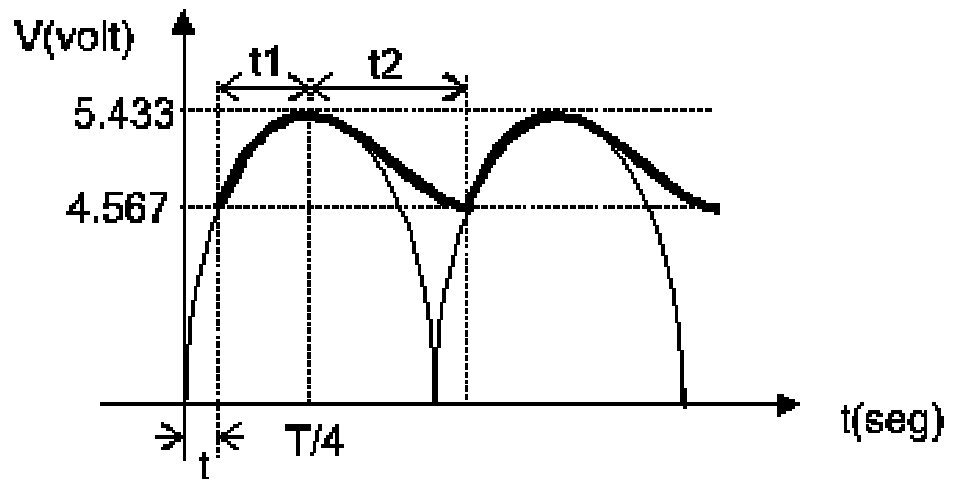
(ecuación 3.6)

Con el Vrpp deducimos los valores máximo y mínimo del rizado tomando en cuenta el

voltaje DC de 5V.

$$V_{\text{máx}} = 5,433V$$

$$V_{\text{mín}} = 4,567V$$



Tomando la forma sinusoidal de la salida del rectificador y la forma del voltaje de rizado tal como se ve en la Figura 3.37, procedemos a calcular el valor del tiempo de carga y de descarga del capacitor según las ecuaciones siguientes:

Figura 3.37

**Forma de onda del voltaje rizado.**

$$5.433 \text{ sen } \omega t = 4,56V$$

(ecuación 3.7)

quedándonos el tiempo inicial de carga  $t =$

2.65 mseg.

$$t_1 = T/4 - t$$

(ecuación 3.8)

El tiempo total de carga del capacitor es  $t_1 = 1.51$  mseg.

Ahora despejamos el valor del tiempo de descarga ( $t_2$ ) del capacitor debido a que la suma del tiempo de carga y descarga es igual al semiperiodo de la onda de voltaje.

$$t_1 + t_2 = \frac{T}{2}$$

(ecuación 3.9)

$$t_2 = \frac{T}{2} - t_1 = 6.82 \text{ mseg}$$

(ecuación

3.10)

Como el capacitor se descarga en forma exponencial procedemos a calcular el valor del capacitor ya que conocemos el valor del tiempo de descarga ( $t_2$ )

$$V_c(t) = 5.43 e^{\frac{-t}{\tau}}$$

(ecuación 3.11)

$$4.567 = 5433e^{\frac{-6.82ms}{RC}}$$

(ecuación 3.12)

Tomamos el valor de la impedancia de entrada del módulo analógico EM235 de la CPU 212 que es igual a  $10\text{ M}\Omega$  . (6)

$$C = \frac{t_2}{R \ln\left(\frac{V_{\text{máx}}}{V_{\text{mín}}}\right)}$$

(ecuación 3.13)

$$C = \frac{6.82}{10\text{M}\Omega \ln\left(\frac{5.433}{4.567}\right)} = 3.9\text{nF}$$

(ecuación 3.14)

El valor de la corriente del ascensor es leído por el CPU 212 (entrada AIW4 del módulo de ampliación EM235) y por medio de una función de transferencia de datos (instrucción MOV) es ubicado en una variable de memoria. Así, el valor de la corriente del motor puede ser leído por el Software Intouch.

Dentro del software Intouch se realizan las

conversiones necesarias para obtener el valor exacto de la corriente del motor debido a que se conoce el valor de la resistencia SHUNT que es puesta en serie con el motor.

### **3. CIRCUITO PARA MEDIR EL MOVIMIENTO VERTICAL DEL ASCENSOR.**

Nosotros simulamos el movimiento vertical del ascensor por medio de un potenciómetro de precisión de  $2K\Omega$  que permite un giro de 10 vueltas para llegar a su máximo valor. Este potenciómetro estará conectado al eje del tambor de enrollado y varía su resistencia de acuerdo al giro del eje del tambor.

Así pues, cuando el ascensor sube, el eje del tambor de enrollado gira 5 vueltas en su eje, lo cual hace incrementar gradualmente el valor el potenciómetro desde  $0\Omega$  (Planta baja) hasta  $1K\Omega$  (Segundo piso). Para el caso contrario, si el ascensor desciende, el eje del tambor gira 5 vueltas en sentido contrario, lo cual hace variar el

potenciómetro decrementando gradualmente su valor desde  $1\text{K}\Omega$  (Segundo piso) hasta  $0\Omega$  (Planta baja).

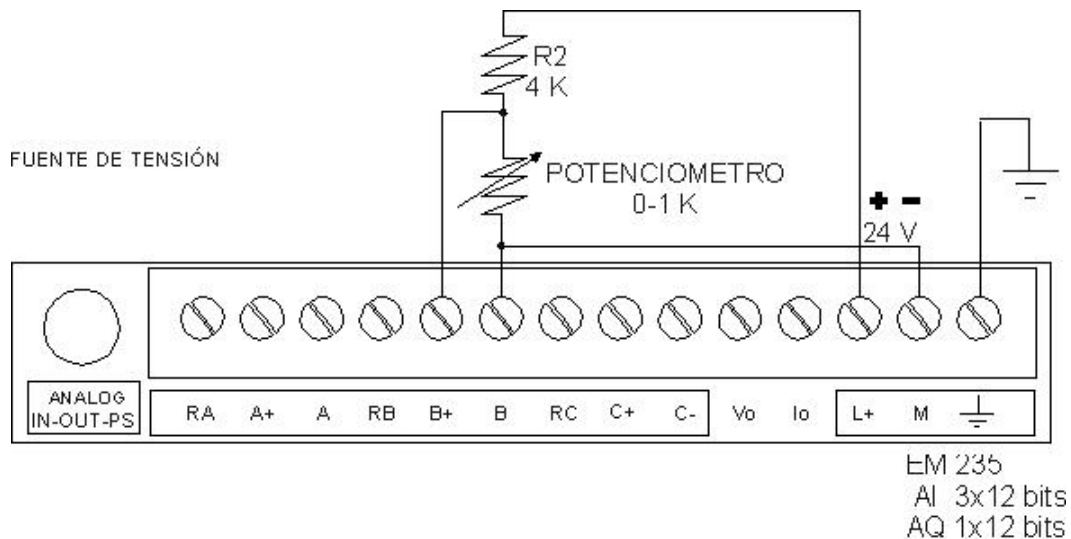
El potenciómetro de precisión está alimentado por la fuente de 24 VDC que me suministra el PLC. Después la caída de tensión que tiene el potenciómetro es ingresada al PLC como entrada analógica de voltaje del módulo EM235, permitiendo un rango de variación de 0 a 5V (según configuración de los micro switches de la tabla 3.2).

La corriente máxima que nos exigirá este circuito será de 6mA, lo cual entra en el rango de corriente de la fuente de 24VCD del PLC. A continuación se muestran las variaciones de corriente y voltaje de acuerdo al valor del potenciómetro de precisión:

| POTENCIOMETRO                | CORRIENTE | VOLTAJE     |
|------------------------------|-----------|-------------|
| 0 (PB)                       | 6 mA      | 0 Voltios   |
| 1 $\text{K}\Omega$ (2º piso) | 4,8 mA    | 4,8 Voltios |

Tabla 3.9

**Valores de corriente y voltaje en el  
potenciómetro.**



A continuación se muestran las conexiones para medir el desplazamiento vertical del ascensor entrando la señal del potenciómetro por la entrada AIW2 del CPU S7-212:

Figura 3.38

**Conexiones para medir el movimiento vertical  
del ascensor.**

El valor de voltaje del potenciómetro es leído por el CPU 212 (entrada AIW2 del módulo de ampliación EM235) y por medio de una función de transferencia de datos (INSTRUCCIÓN MOV) es ubicado en una variable

de memoria. De acuerdo al valor de voltaje del potenciómetro ingresado al PLC podemos graficar la posición del ascensor en el visualizador Intouch.

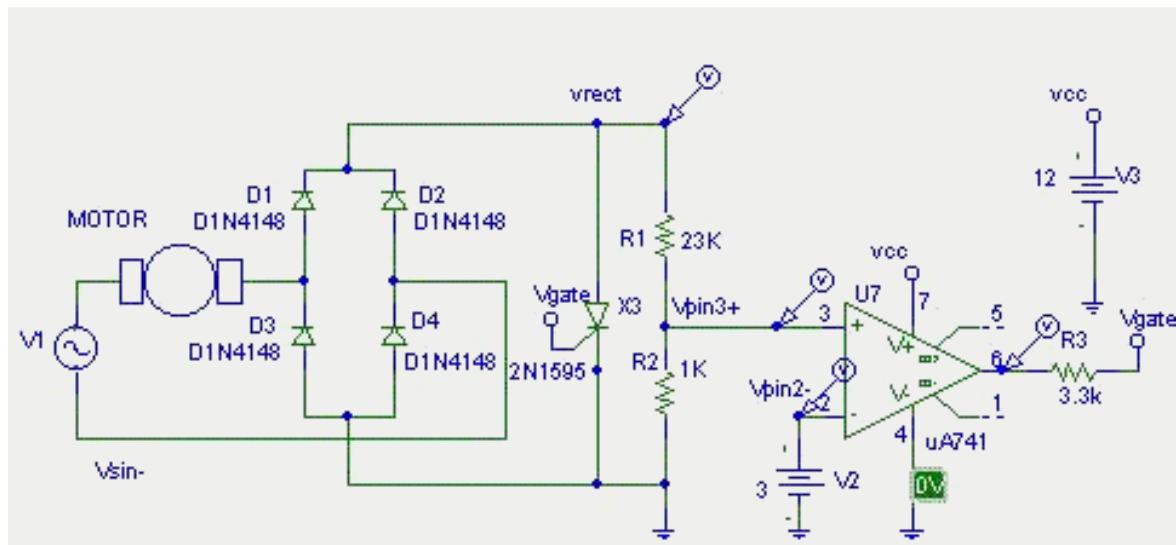
#### **4. CIRCUITO VARIADOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR.**

Para variar la velocidad del motor de inducción monofásico utilizamos la salida analógica AQW0 del módulo analógico EM235. Esta salida tiene un margen de variación de 0 a 5 voltios (ver tabla 3.2 de los micro interruptores de configuración), nosotros utilizamos dos niveles DC para producir dos velocidades: Alta velocidad y Baja velocidad. Para la velocidad alta utilizamos un voltaje DC de 2 voltios que nos lo suministra el CPU S7-212 (AQW0=12800); y para la baja velocidad el voltaje DC es de 5 voltios (AQW0=32000)

Este nivel DC variable lo comparamos con una onda sinusoidal rectificadora de 8Vpp, y así cuando la onda alterna iguala el valor de la onda de voltaje DC el amplificador operacional generará pulsos de 12 voltios (voltaje de saturación del opamp) de ancho variable de acuerdo a la velocidad seleccionada por el programa; es decir cuando los pulsos son más anchos el motor girará



a su más alta velocidad, y cuando los pulsos sean de menor duración el motor girará a baja velocidad. Estos pulsos activarán un tiristor que está en serie con la carga del motor y controlarán el voltaje que le llega al motor.



A continuación en la Figura 3.39 se muestra el circuito eléctrico del controlador monofásico de onda completa controlado con un tiristor. Para efectos de simulación, hemos puesto un potenciómetro variable alimentado con una fuente de 12VDC, el cual viene a ser el voltaje que nos suministra la salida analógica AQW0 del CPU S7-212.

Figura 3.39

**Circuito variador de velocidad del motor.**

## **2. PROGRAMA DE MICROWIN**

En el anexo A se detalla el editor KOP correspondiente al programa de control del movimiento del ascensor realizado en el software Microwin del S7-212. El programa consta de 80 segmentos.

## CAPITULO 4

### 1. VISUALIZACION Y ANIMACION DEL PROCESO USANDO EL SOFTWARE INTOUCH.

#### 1. INTRODUCCION AL SOFTWARE DE VISUALIZACION, ANIMACIÓN Y CONTROL SUPERVISORIO INTOUCH.

Este sistema de supervisión INTOUCH consiste en desarrollar interfaces de operador para la creación de sistemas personalizados en entornos de fabricación discretos, de procesos, DCS, SCADA, y otros. Con este software podemos ver en pantalla mediante representaciones gráficas de procesos en tiempo real.

Un amplio rango de servidores de entradas/salidas ("I/O") están disponibles, el cual permite que el paquete interface hombre - máquina ("MMI") o otros programas de Windows con intercambio dinámico de datos ("DDE") permitan comunicar al mundo real de los controladores lógicos programables ("PLC's") y unidades terminales remotas ("RTUs").

El paquete consiste de dos mayores elementos: WindowMaker y WindowViewer que están explicados a continuación:

El WindowMaker es el paquete desarrollador donde se crean los gráficos orientados a objetos, animación, etc.

Este contiene las herramientas de desarrollo orientadas a objetos, las funciones requeridas para crear animación, ventanas sensitivas, implementación de lógica, alarma, creación de diagramas en el tiempo y base de datos ("diccionario tagname").

El WindowViewer es el paquete del runtime donde la animación y comunicación toma lugar.

## **2. INSTALACION DEL PROGRAMA INTOUCH**

Iniciar Windows e insertar el disco de instalación en el apropiado puerto de entrada ("driver") del CPU y ejecutar el comando RUN (8).

Entre la ruta de acceso ("path") x:\install (donde x es el driver que esta siendo usado) y presionar ("click") OK.

Se crea el directorio C:\INTOUCH.16 (para Windows) o C:\INTOUCH.32 (para Windows NT) que son los directorios que automáticamente se generan ("default") a menos que se especifique otro. Presionar Continue...

Seleccione los componentes de programa que se desean instalar y presionar en el botón Continue... Seleccione la opción de configuración de InTouch para instalar y presione el botón Continue. Si ha seguido los pasos anteriores la instalación ha finalizado.

### **3. Iniciando InTouch.**

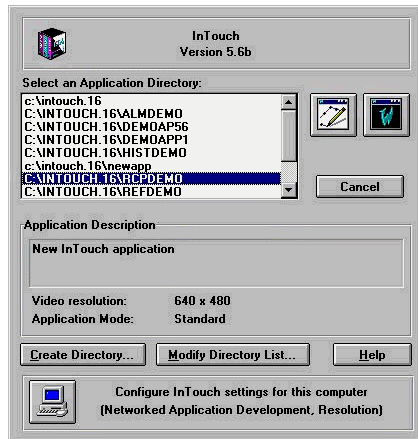


Durante la instalación, todos los archivos son examinados para determinar si ha habido una instalación previa y así asegurar que

los archivos son compatibles con la nueva versión de Intouch.

Figura 4.1

**Icono para ingresar a Intouch.**



Hacer doble Presionar el

icono de Intouch (Figura 4.1) para ingresar al programa.

Figura 4.2

**Pantalla de iniciación de Intouch.**

Posteriormente aparece la bienvenida a InTouch y después su caja de dialogo (Figura 4.2).

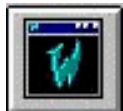
Seleccionemos la aplicación de InTouch deseada de la lista que aparece en la ventana o agreguemos un nuevo directorio para una nueva aplicación con la opción crear directorio ("Create Directory").



Los siguientes iconos aparecen:

Figura 4.3

**Icono de WindowMaker.**



Presionar el icono de la figura 4.3 una vez seleccionado el directorio de aplicación para irnos al WindowMaker.

Figura 4.4

**Icono de WindowViewer.**



Presionar en el icono de la figura 4.4 usando el directorio de aplicación seleccionado para irnos al WindowViewer.

Figura 4.5

**Icono para aplicaciones de red.**



Presionar el icono de la figura 4.5 para aplicaciones de red.

Figura 4.6

**Icono para crear directorios.**



Presionar el botón de la Figura 4.6 para crear un nuevo directorio.

Figura 4.7

**Icono para modificar la lista de directorios.**

Presionar el icono de la Figura 4.7 para modificar la lista de directorio.

**4. CREACION DEL DICCIONARIO DE TAGNAME.**

La creación del diccionario de tagname puede ser por medio de dos métodos diferentes. El primer método es una creación manual donde se accede al diccionario de tagname y se define cada tagname individualmente hasta que la base de datos se complete. El segundo método es el automático en el cual se crea un objeto gráfico (8), se le asigna enlaces de animación a este y el sistema pregunta por la definición del tagname. Este método se explica en la sección 4.5.

Los tagnames pueden ser datos de memoria ó datos de DDE. A su vez los tagnames de memoria o los tagnames DDE que usamos en el programa son de los siguientes tipos: DISCRETO ("Discrete"), ENTERO ("Integer"), y Real.



| NAME        | TIPO            | Min. Value | Max. Value |
|-------------|-----------------|------------|------------|
| ABRIR       | Memory Discrete |            |            |
| Close1      | Memory Discrete |            |            |
| Dirección   | Memory Discrete |            |            |
| DOS         | Memory Discrete |            |            |
| Im          | Memory Integer  | 0          | 100        |
| Llamada1    | Memory Discrete |            |            |
| Llamada2    | Memory Discrete |            |            |
| LlamadaPB   | Memory Discrete |            |            |
| m           | Memory Integer  | 0          | 100        |
| n           | Memory Integer  | 0          | 100        |
| N1          | Memory Integer  | 0          | 100        |
| PB          | Memory Discrete | 0          | 100        |
| pisos       | Memory Integer  | 0          | 100        |
| Temperatura | Memory Real     | 0          | 10         |
| UNO         | Memory Discrete |            |            |

A

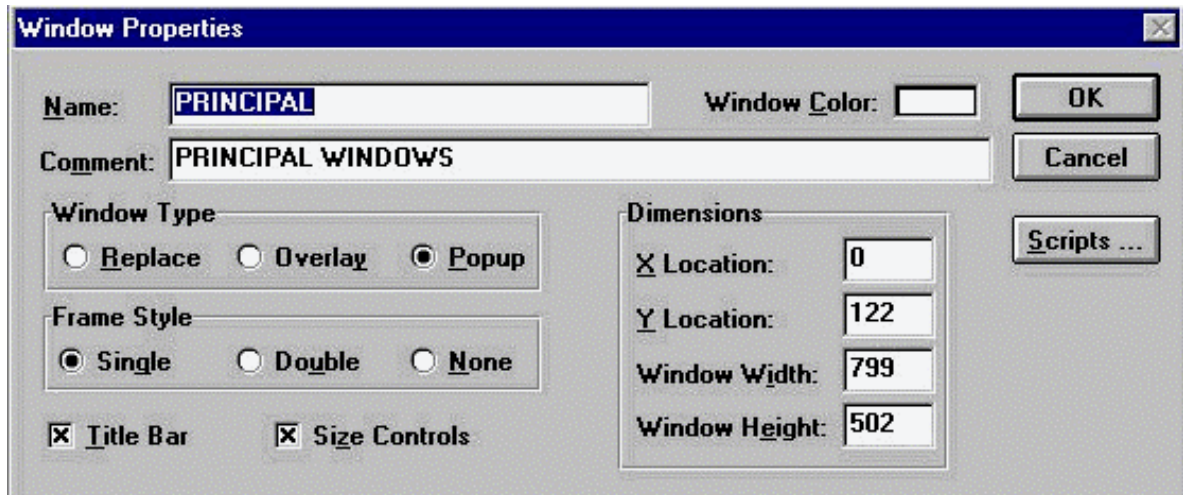
continuación presentamos la lista de tagnames que hemos definido para nuestro proyecto:

Tabla 4.1

**Tabla de Tagname.**

**5. Desarrollo de las pantallas de animación usando WindowMaker de InTouch.**

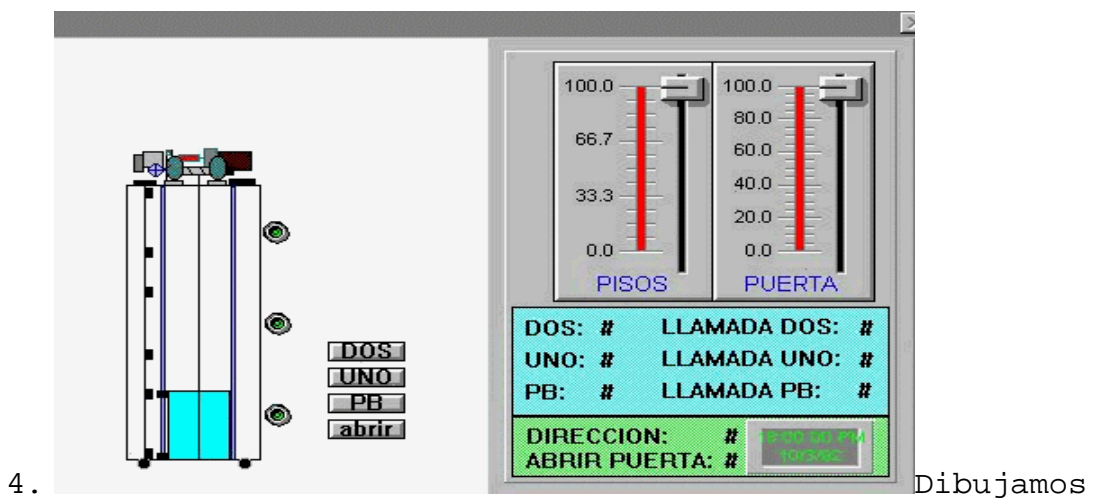
1. En la caja de dialogo de InTouch (Figura 4.2), presionamos el botón de la Figura 4.6 y creamos el directorio de aplicación c:\intouch.16\tesis.
2. Presionar el icono de la Figura 4.3 (icono de WindowMaker) una vez seleccionado el directorio de aplicación.



Ingresamos a la pantalla de Intouch - WindowMaker y con el comando FILE/New Window... creamos una nueva ventana llamada PRINCIPAL con los parámetros definidos como se ve en la Figura 4.8. Definimos Window Type: Popup. Popup permite que esta ventana llamada principal se sobreponga ante otras.

Figura 4.8

**Propiedades de la ventana principal.**



4. Dibujamos la pantalla principal (Ver Figura 4.9) usando las

herramientas de dibujo de la caja de herramientas ("Toolbox") Special / Toolbox Show /Hide) como cuadros, rectángulos, círculos, etc. Ver Figura 4.10

Figura 4.9

### **Pantalla Principal.**

5. Presionamos el icono de instrumentación (8) y objetos prediseñados del programa Intouch ("Wizard") en el Toolbox (Figura 4.10), y seleccionamos lo que deseamos, en este caso un deslizador con escala para un tagname ("Slider"). Luego ponemos Select y con el cursor ubicamos el Slider en la ventana



principal.

Figura 4.10

### **Caja de herramientas ("Toolbox").**

6. Presionamos dos veces el slider y nos aparece la caja de dialogo de este. Definimos en el Tagname: pisos, seguido aparece la ventana con la pregunta definir

tagname?. Presionar Ok, y aparece la caja de dialogo del diccionario de tagnames ("Dictionary-Tagname Definition") donde especificamos el tipo de variable que vamos a usar, en nuestro caso el tagname **pisos** es tipo: **DDE Integer** y su rango correspondiente se indica en la Figura 4.11.

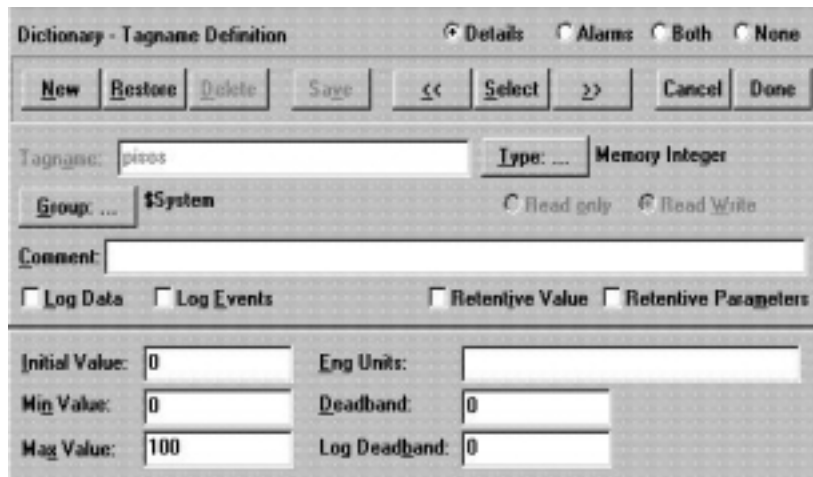


Figura 4.11

### Definición del Tagname Pisos.

7. Repetimos los pasos 5 y 6, para el Slider cuyo Tagname es: **n** y Label : puerta del tipo: DDE Integer
8. Presionamos el icono del Wizard en el Toolbox (Figura 4.10), seleccionando del menú reloj uno con hora y fecha digital ("Clock: Digital Time/Date Wizard"), después lo ubicamos en la ventana principal.
9. Presionamos el icono del Wizard en el Toolbox (Figura

4.10), seleccionando del menú botoneras, ("Buttons") a tres botoneras redondas del panel ("Round Panel Pushbutton"), y las ubicamos en la ventana principal.

10. Presionamos dos veces cada uno de los Round Panel Pushbutton y definimos sus respectivos nombres de tagnames para cada piso: Llamada2, Llamada1 y LlamadaPb, las cuales son del tipo: DDE Discrete y acción: Set.

11. Presionamos el icono Button dentro del Toolbox (Figura 4.10), y ubicamos las cuatro botoneras que van en el interior del ascensor pero en la pantalla de animación van en la parte derecha de este.

12. Presionamos doblemente las botoneras internas del ascensor y aparecen las cajas de dialogo de la Figura 4.12 en donde marcamos la ventana para valores digitales ("Value Display: Discrete ") de la sección botones sensitivos (8) ("Touch Pushbuttons"), dentro de esta opción definimos los nombres de los tagnames y su acción. Los tagnames para cada piso son: Dos, Uno y Pb con su acción: Set; adicionalmente definimos el tagname: Abrir con su acción: Directa

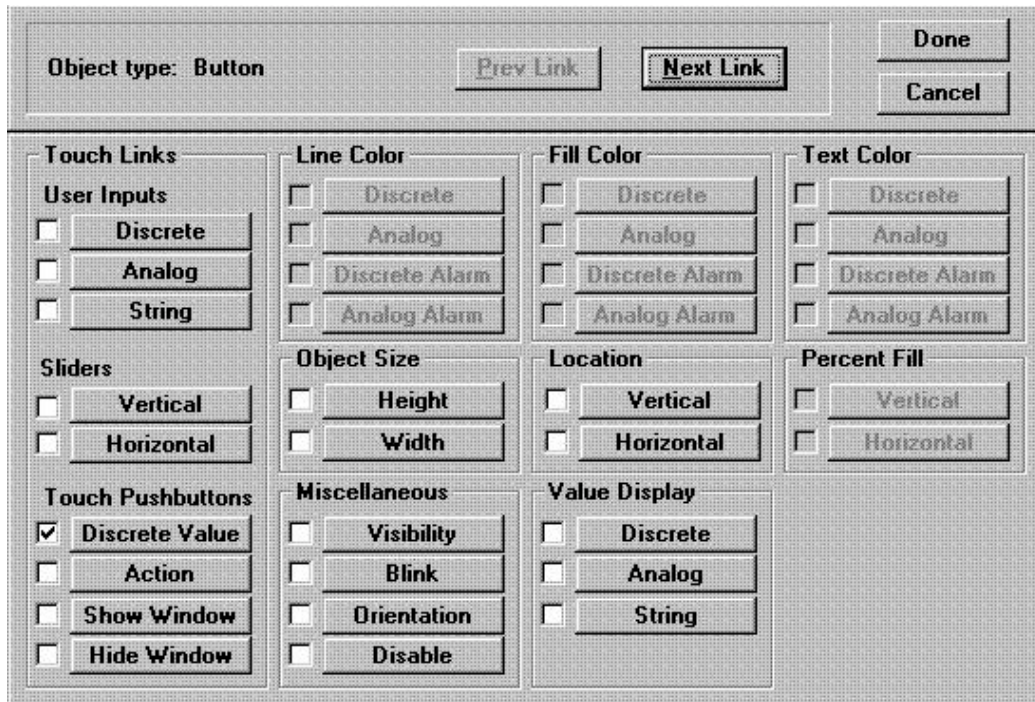
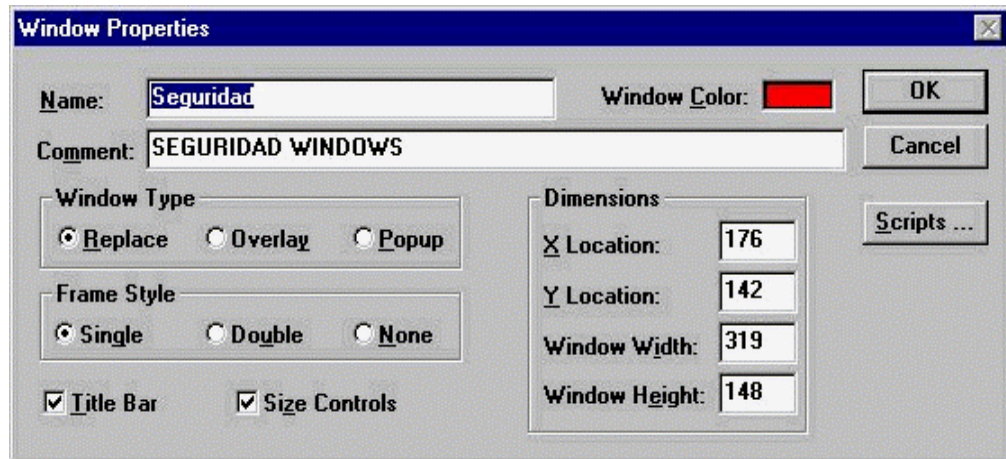


Figura 4.12

### Caja de diálogo de un objeto.

13. Para mostrar los valores de los tagnames Dos, Uno, Pb, Llamada2, Llamada1, LlamadaPb, Dirección, y Abrir, presionamos el icono del texto ("Text") en el Toolbox (Figura 4.10) y escribimos el símbolo #. Damos doble click a este símbolo y activamos Value Display: Discrete.



14.

Ingresamos a la pantalla de Intouch - WindowMaker y con el comando FILE/New Window... creamos una nueva ventana llamada Seguridad con los parámetros definidos como se ve en la Figura 4.13

Figura 4.13

#### **Propiedades de la ventana seguridad.**

15. Presionamos el icono de Button dentro del toolbox para dibujar seis botones con los siguientes textos: Configurar Usuarios, Cambiar clave ("Password"), Menú Principal, Manual Log On ("conexión al sistema"), Log Off ("desconexión del sistema") e Interno Log On ("conexión al sistema mediante comandos"), en la pantalla Seguridad. Ver figura 4.14.



Figura 4.14

**Ventana de seguridad.**

16. Presionar dos veces el botón que tiene el texto Configurar Usuarios y escoger Touch Pushbutton: Discrete Value. En esa caja de dialogo usamos el tagname interno para configuración de usuarios ("\$ConfigureUsers") y lo definimos como acción: Set.

17. Presionar dos veces el botón que tiene el texto Cambiar Password y escoger Touch Pushbutton: Discrete Value.

En esa caja de dialogo usamos el tagname interno del programa Intouch que permite cambiar password ("\$ChangePassword") y lo definimos como acción: Set.

18. Presionar dos veces el botón que tiene el texto Menu Principal y escoger Touch Pushbutton: Show Window.



En esa caja de dialogo usamos el tagname interno del programa Intouch que permite acceder al usuario si tiene un acceso mayor a 2000 ("\$AccesLevel>2000").

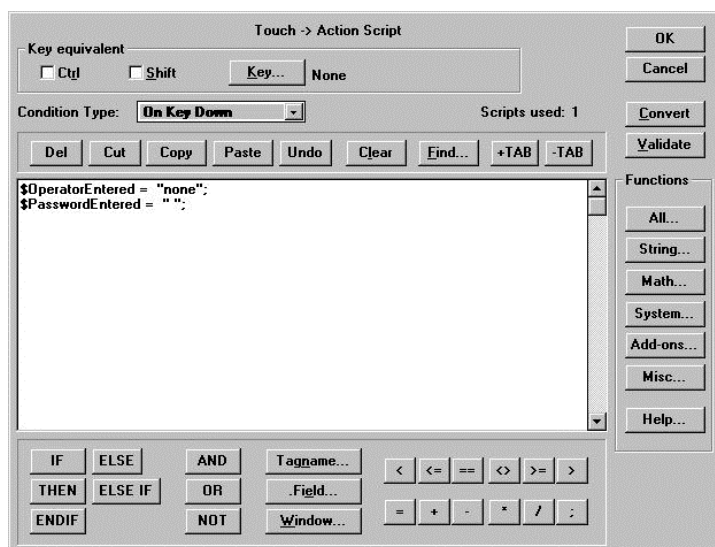
19. Presionar dos veces el botón que tiene el texto Manual Log On y escoger Touch Pushbutton: Show Window.

En esa caja de dialogo escogemos la ventana que será mostrada, en este caso la ventana es Log On (después indicaremos los pasos para crearla).

20. Presionar dos veces el botón que tiene el texto Log Off y escoger Touch Pushbutton: Action Link.

En esa caja de dialogo (Figura 4.15) seleccionamos que la ejecución de la lógica empiece en el momento que presionamos la botonera Log Off ("Condition Type: On Key Down"), y editamos las siguientes instrucciones:

```
$OperatorEntered="none";
```



```
$PasswordEntered=" ";
```

Figura 4.15

### **Caja de dialogo Touch Pushbutton Log Off.**

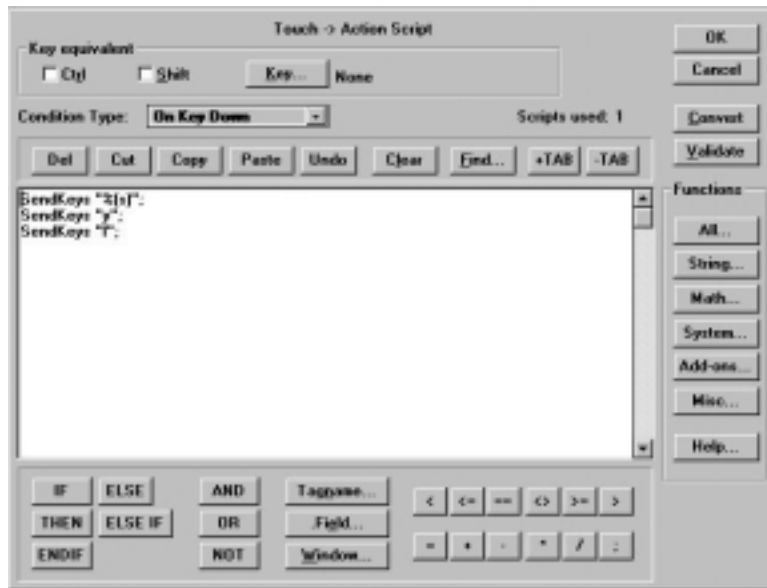
21. Presionamos dos veces el botón con el texto interno Log On, y escogemos Touch Pushbutton: Action Link. En esa caja de dialogo (Figura 4.15) seleccionamos que la ejecución de la lógica empiece en el momento que presionamos la botonera interno Log On ("Condition Type: On Key Down"), y editamos las siguientes instrucciones (8):

```
SendKeys "%(s)";
```

```
SendKeys "y";
```

```
SendKeys "L";
```

SendKeys es una función que sirve para ingresar letras o dar comandos de aplicación por medio del teclado.

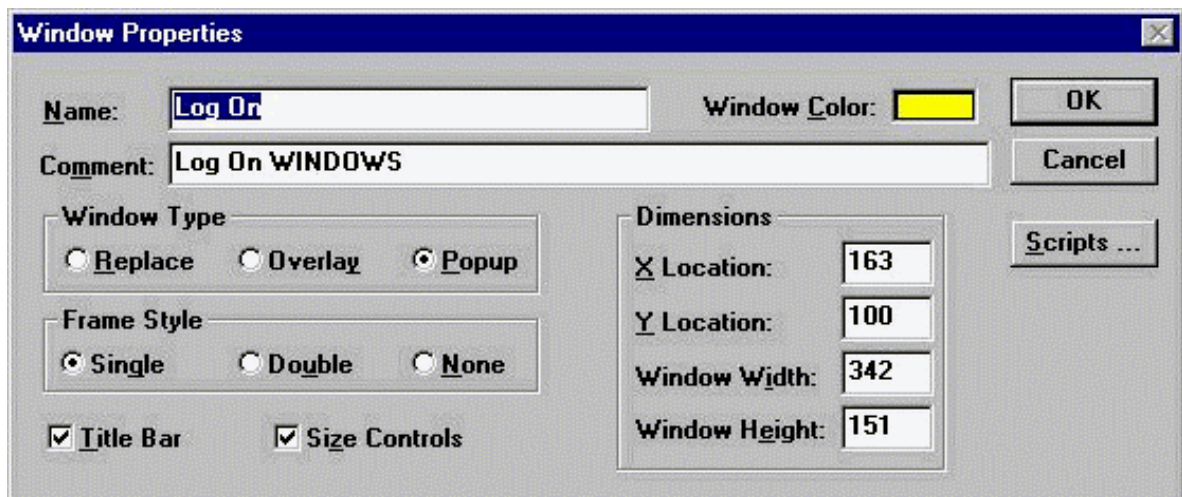


La función

Sendkeys envía Alt +"S", "Y" y "L" a la aplicación de Intouch. Las letras s, y, e l deben ser tipeadas en minúsculas.

Figura 4.16

#### Caja de dialogo Touch Pushbutton Log On.



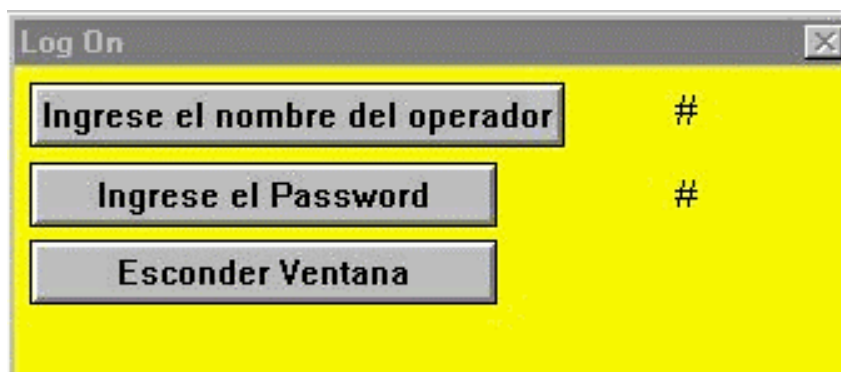
En la pantalla de Intouch-WindowMaker y con el comando FILE/New Window... creamos una nueva ventana llamada Log On con los parámetros definidos en la Figura 4.17.

Figura 4.17

### Propiedades de la ventana Log On.

23. En la ventana Log On dibujamos tres botones con los siguientes textos: Ingrese el nombre del operador, Ingrese el Password, y Esconder ventana.

Para poner los botones usamos el icono Button del Toolbox (Special/Toolbox Show/Hide). Ver Figura 4.18.



Figura

4.18

### Ventana Log On.

24. Presionar dos veces el botón con el texto: Ingrese el nombre del operador, y escoger el enlace de un tagname interno del programa Intouch con un ingreso de datos externo que se ejecuta al presionar una botonera ("Touch Links: User Inputs/String").

En esa caja de dialogo usamos la variable ingreso del

operador ("tagname interno: \$OperatorEntered") tal como se muestra en la Figura 4.19. y la cadena de caracteres ("string") que ingresamos por teclado se almacena en este.

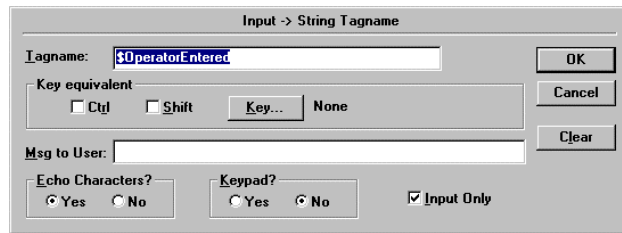
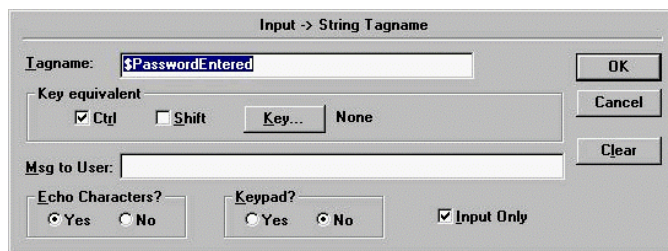


Figura 4.19

**Ventana Input/String para el botón "Ingrese el nombre del operador".**



25.

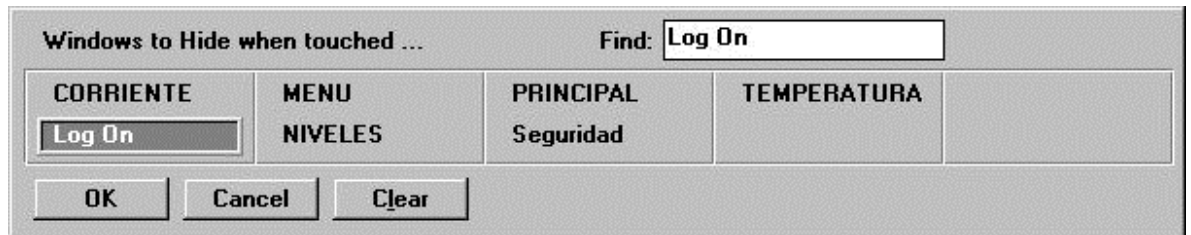
Presionar dos

veces el botón con el texto Ingrese el Password, escoger Touch Links: User Input/String. En esa caja de dialogo usamos el tagname interno: \$PasswordEntered (ingreso de password) tal como se muestra en la figura 4.20. y el string que ingresamos por teclado se almacena en este.

Figura 4.20

**Ventana Input/String para el boton "Ingrese el Password".**

26. Presionar dos veces el botón con el texto: Esconder Ventana, escoger la acción para esconder la ventana que se ejecutará al presionar la botonera ("Touch Pushbutton: Hide Window"). En esta caja de dialogo

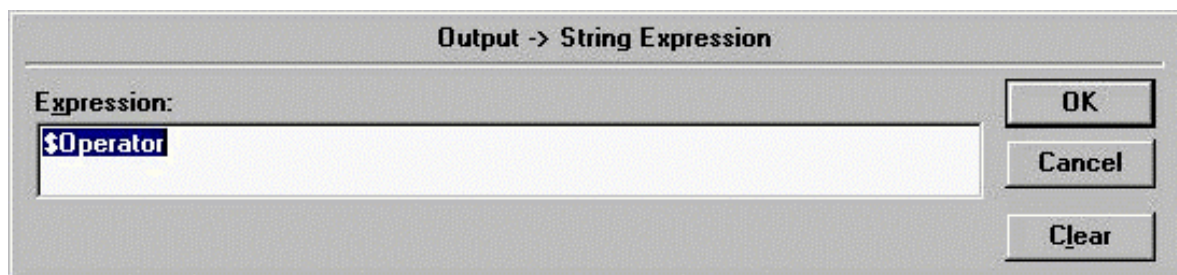


(Ver Figura 4.21), escogemos las ventana a ser escondidas en nuestro caso Log On.

Figura 4.21

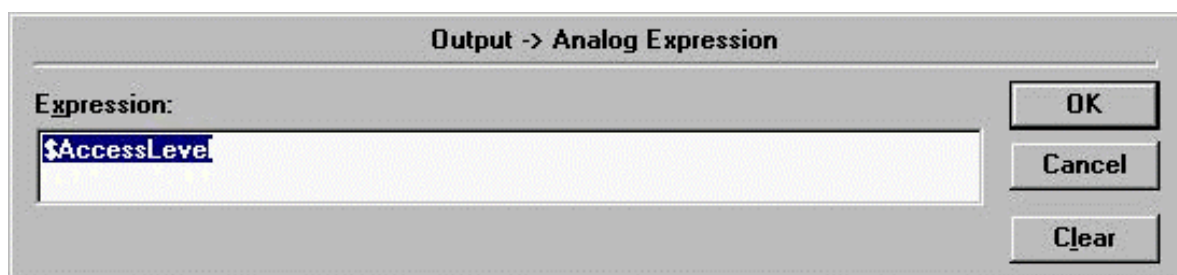
#### **Caja de dialogo Hide Window.**

27. Escribimos dos símbolos numerales ("#") a los cuales presionamos dos veces y los utilizamos para mostrar cadenas de caracteres ("Value Display"). Definimos como tipo string el numeral ("#") del botón "Ingrese nombre del Operador" y lo asociamos con el tagname interno \$Operator tal como se muestra en la Figura 4.22.



Definimos como tipo string el numeral ("#") del botón "Ingrese Password" y lo asociamos con el tagname interno \$AccessLevel tal como se muestra en la Figura 4.23.

Figura 4.22



Ventana del botón "Ingrese nombre del Operador".

Figura 4.23

Ventana del botón "Ingrese Password".

28. En la pantalla de Intouch-WindowMaker y con el comando FILE/New Window... creamos una nueva ventana

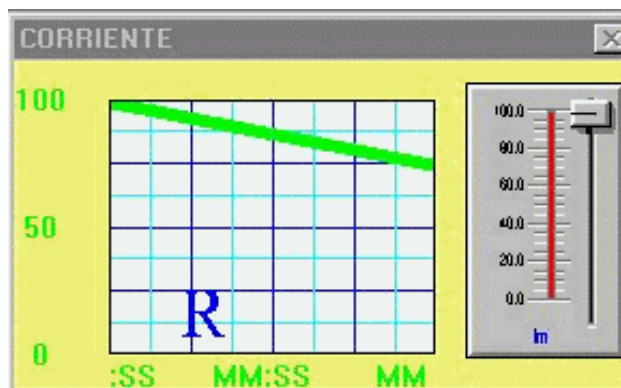


llamada

"Corriente" con los parámetros definidos en la Figura 4.24.

Figura 4.24

**Propiedades de la ventana Corriente.**



29.

Presionamos el

icono del Wizard en el Toolbox (Figura 4.10), seleccionamos un Slider del menú y lo insertamos en la ventana "Corriente", tal como se muestra en la Figura 4.25.

Figura 4.25

**Ventana Corriente del motor.**

30. Hacemos doble click al Slider de la ventana



corriente y lo asociamos con el tagname: Corriente del motor ("Im") y lo definimos tipo DDE Integer

31. Presionamos el icono para grafico de una variable en tiempo real ("Real-Time Trend") en el Toolbox (figura 4.10), y lo pegamos en la ventana Corriente, tal como se muestra en la figura 4.25.

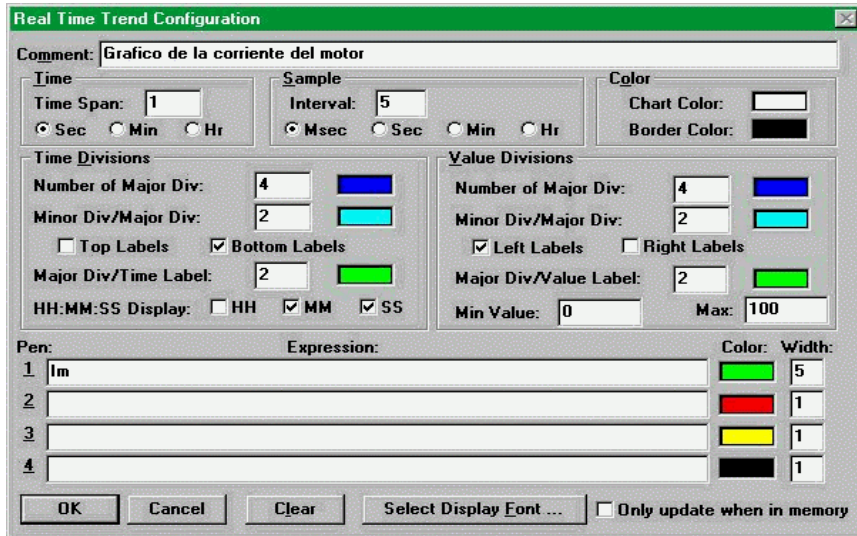
32. Presionamos dos veces el icono Real-Time Trend y aparece la caja de diálogo de Configuración de la variable con respecto al tiempo ("Real Time Trend Configuration") (Figura 4.26) en donde definimos los siguientes parámetros (8):

Pen 1: Im

Time Span: 1 seg

Sample Interval: 5 Mseg

Value Divisions Min Value: 0 Max: 100



Figura

4.26

Real time trend para la Im.

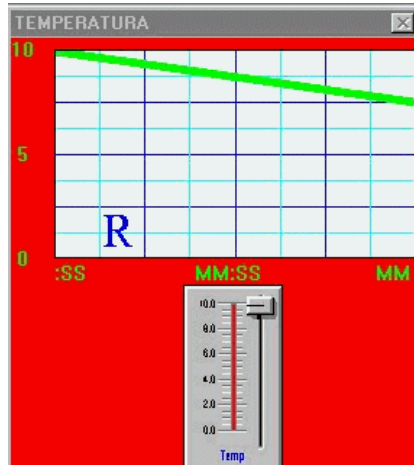


33.

En la pantalla de Intouch-WindowMaker y con el comando FILE/New Window... creamos una nueva ventana llamada "Temperatura" con los parámetros definidos en la Figura 4.27.

Figura 4.27

Propiedades de la ventana temperatura.

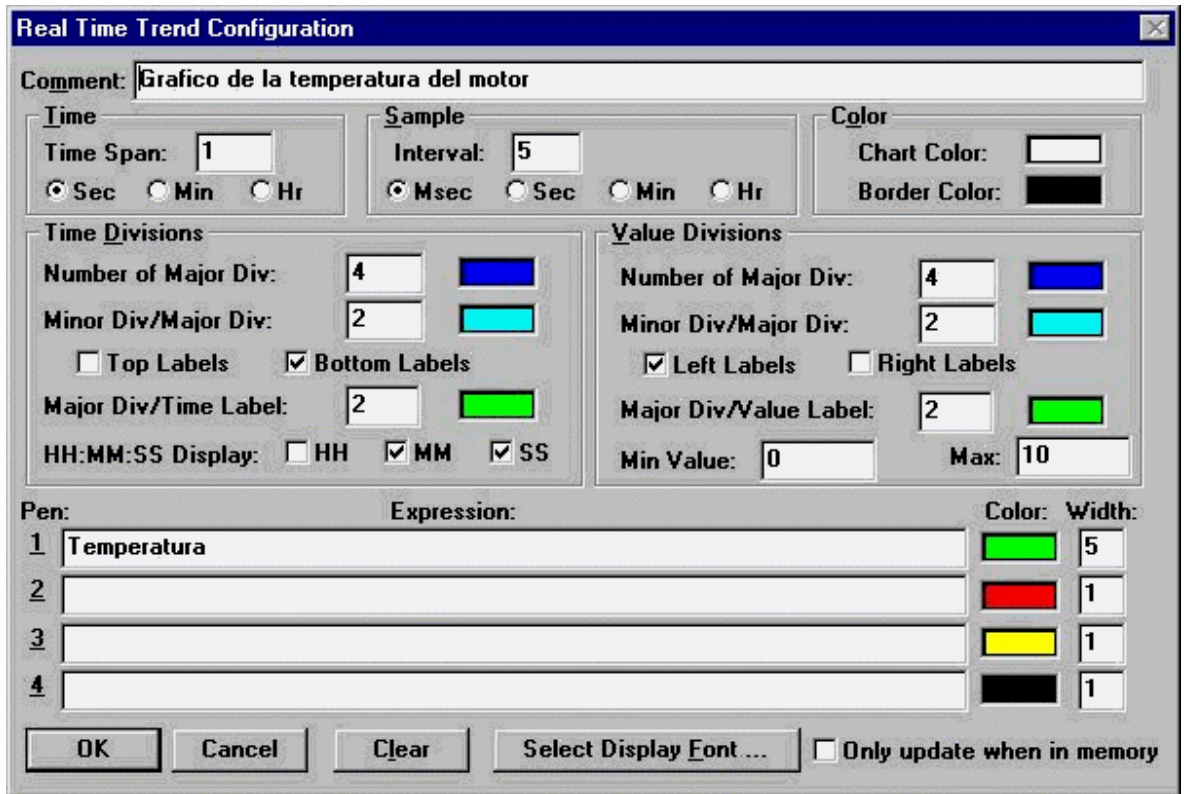


34. Presionamos el icono del Wizard en el Toolbox (Figura 4.10), y seleccionamos un Slider el cual lo ubicamos en la ventana "Temperatura", tal como se muestra en la Figura 4.28.

Figura 4.28

**Ventana temperatura y slider para la variable temperatura.**

35. Presionamos dos veces el Slider de temperatura y lo asociamos con el tagname: Temperatura del tipo DDE Integer.
36. Presionamos el icono del Real - Time Trend en el Toolbox (figura 4.10), y lo pegamos en la ventana "Temperatura", tal como se muestra en la figura 4.28.
37. Doble Presionar el Real -Time Trend y aparece la caja de dialogo del Real Time Trend Configuration (Figura 4.29) en donde definimos lo siguiente:



Pen1:Temperatura Time Span:1seg Sample Interval:5Mseg

Value Divisions: Min Value: 0 Max: 10

Figura 4.29

Real Time Trend para la temperatura.



En la pantalla de Intouch-WindowMaker y con el comando FILE/New Window... creamos una nueva ventana llamada "Niveles" con los parámetros definidos en la Figura 4.30.

Figura 4.30

### Propiedades de la ventana Niveles.

39. Presionamos el icono para graficar una variable en tiempo real ("Real-Time Trend") en el Toolbox (figura 4.10), y lo pegamos en la ventana "Niveles", definiendo sus propiedades tal como se muestra en la figura 4.31. El objetivo de esta ventana es mostrar una gráfica del recorrido del ascensor versus el tiempo.

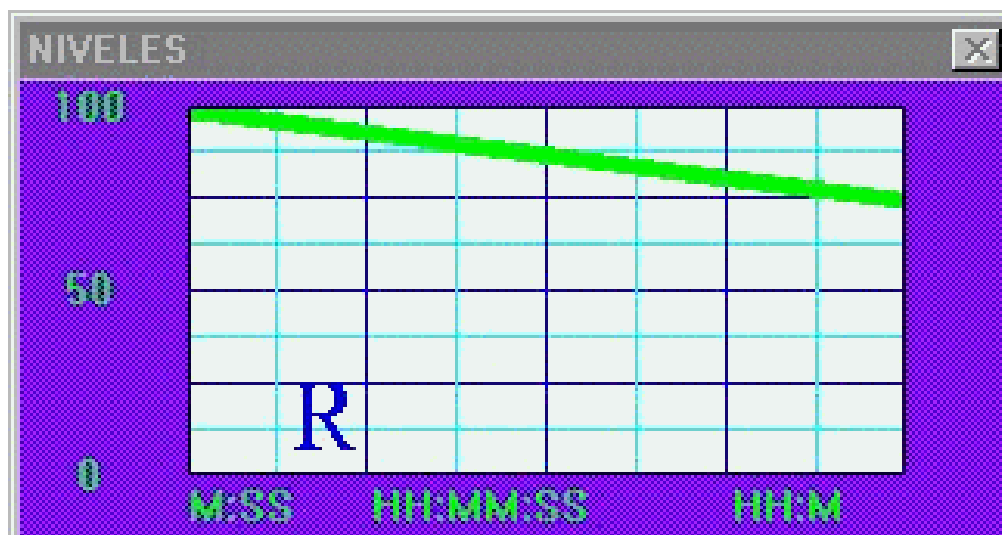


Figura 4.31

### Ventana Niveles.

40. Presionar dos veces el Real-Time Trend y aparece la caja de dialogo del Real Time Trend Configuration (Figura 4.32) en donde definimos lo siguiente:

Pen1: **pisos**

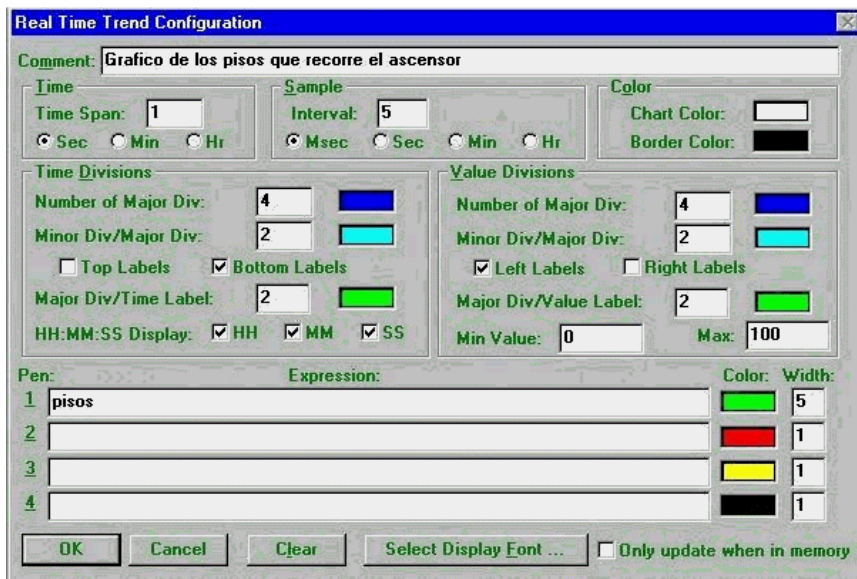
Time Span: **1seg**

Sample Interval: **5Mseg**

Value Divisions

Min Value: **0**

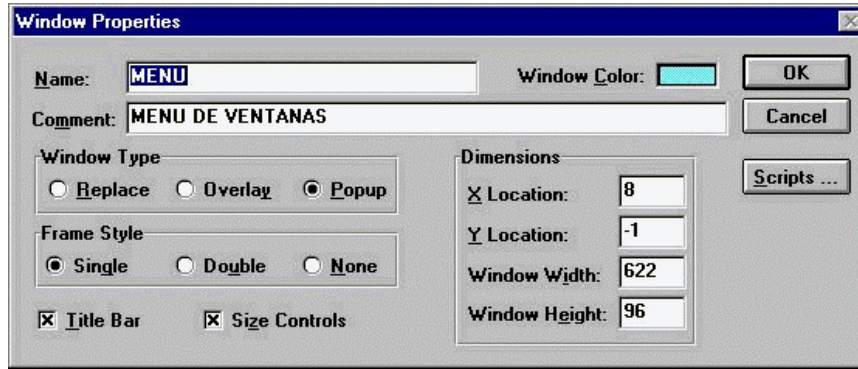
Max: **100**



Figura

4.32

Real Time Trend del tagname Pisos.



41.

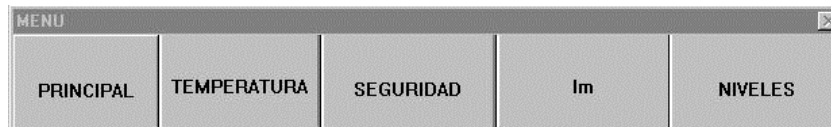
En

la pantalla de Intouch-WindowMaker y con el comando FILE/New Window... creamos una nueva ventana llamada "MENU" con los parámetros definidos en la Figura 4.33

.

Figura 4.33

**Propiedades de la ventana MENU.**

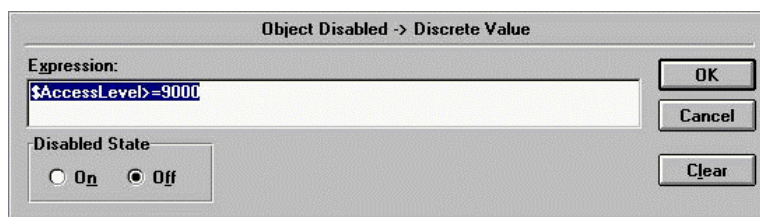


42.

Presionar el icono Button del Toolbox, y ubicar cinco en la ventana "MENU" (Figura 4.34), que indiquen: PRINCIPAL, TEMPERATURA, SEGURIDAD, Im, y NIVELES.

Figura 4.34

**Ventana MENU.**



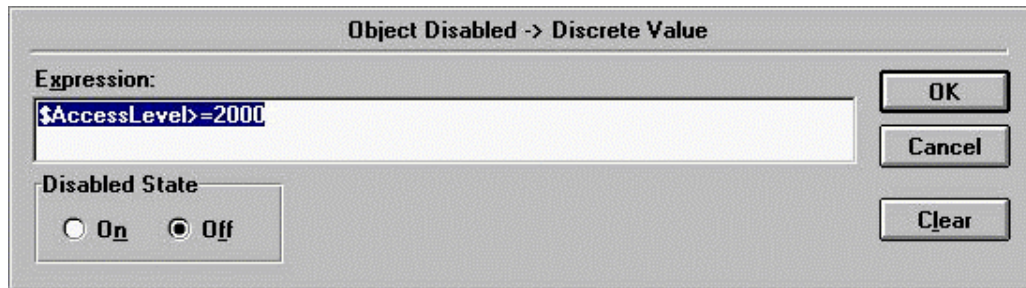
43.

Presionar

dos veces el botón con el texto PRINCIPAL, y seleccionar Touch Pushbuttons/Show Window: MENU y PRINCIPAL. Para que el botón este deshabilitado para niveles de acceso <9000 escoger Miscellaneous/Disable con la expresión  $\$AccessLevel \geq 9000$  tal como se ve en la figura 4.35 (8).

Figura 4.35.

**Deshabilitar ventana con botón PRINCIPAL.**



4

Presionar dos veces el boton TEMPERATURA, y activar Touch Pushbuttons/Show Window: MENU y TEMPERATURA. Para que el botón este deshabilitado para niveles de acceso <2000 seleccionar Miscellaneous/Disable con la expresión  $\$AccessLevel \geq 2000$  tal como se ve en la Figura 4.36.

Figura 4.36

**Deshabilitar ventana con botón TEMPERATURA.**

45. Presionar dos veces el botón SEGURIDAD, y activar Touch Pushbuttons/Show Window: SEGURIDAD.



46. Presionar dos veces el botón Im, y activar Touch Pushbuttons/Show Window: MENU y CORRIENTE para poder visualizar estas dos ventanas al presionar el botón Im. Para que el botón este deshabilitado para niveles de acceso <2000 seleccionar Miscellaneous/Disable con la expresión `$AccessLevel>=2000` tal como se ve en la Figura 4.36.

47. Presionar dos veces el botón Im, y activar Touch Pushbuttons/Show Window: MENU y NIVELES para visualizar estas ventanas al presionar el botón Im. Para que el botón este deshabilitado para niveles de acceso <2000 seleccionar Miscellaneous/Disable con la expresión `$AccessLevel>=2000` tal como se ve en la Figura 4.36.

### **1. CREANDO SCRIPTS EN INTOUCH.**

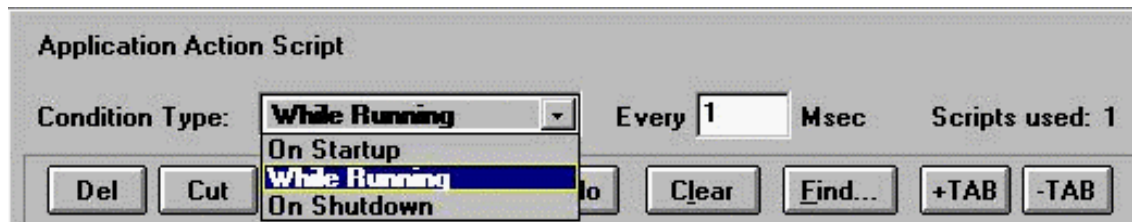
En el menú Special/Scripts del WindowMaker del software Intouch, se realiza la programación para proveer las capacidades de ejecutar comandos y operaciones lógicas basadas en criterios específicos. Por ejemplo, una amplia variedad de funciones de sistemas automáticos y personalizados.

Hay seis tipos de scripts:

- Application Scripts

- Window Scripts
- Key Scripts
- Condition Scripts
- Data Change Scripts
- Touch Pushbutton Action Scripts

### 1. APPLICATION SCRIPTS



El Application scripts es usado para crear procesos de simulación, calcular variables, etc. Seleccionando este comando se muestra la caja de dialogo, ver Figura 4.37: (Cuando un tipo de script es seleccionado, la caja de dialogo standard aparece en la pantalla.)

Figura 4.37

#### **Caja de dialogo del Script.**

Hay tres tipos de condiciones para los scripts que pueden ser aplicados:

**"On Start up":** Condición para ejecutar un script una vez que la aplicación (ej. WindowViewer) es iniciada.

**"While Running"**: Condición para ejecutar un script continuamente a una frecuencia especificada mientras la aplicación (ej. WindowViewer) esta ejecutandose.

**"On Shutdown"**: Condición para ejecutar un script una vez que se abandona la aplicación (ej. WindowViewer).

Nosotros usamos el tipo de condición While Running (8).

Dentro del application scripts se programa usando un lenguaje tipo Basic, en el cual se realizan operaciones lógicas, aritméticas (desigualdades, igualdades, multiplicación, suma, etc.) y funciones (sistema, texto, matemáticas, etc.)

## 1. PROGRAMA DE SIMULACION DEL MOVIMIENTO DEL ASCENSOR HACIENDO USO DEL APPLICATION SCRIPTS DEL SOFTWARE DE VISUALIZACION INTOUCH.

En el Anexo B mostramos el programa de visualizacion y control supervisorio del movimiento del ascensor; también mostramos el proceso de adquisición de datos de las botoneras internas y externas de cada piso con lo cual se gobierna el movimiento del ascensor. Aparte mostramos los parámetros de corriente del motor y temperatura ambiente. Todo esto fue realizado en

el Application Script del software de visualización Intouch de la corporación Wonderware.

## 2. DESCRIPCION DEL PROGRAMA

Las variables que usamos en el programa se llaman tagnames y la lista de estos con su tipo y rango se encuentra en la sección 4.4.

A continuación se detalla brevemente que hace cada tagname:

**Abrir:** Pulsador para abrir la puerta en cualquier instante siempre y cuando se encuentre en un piso.

**Close1:** Toma el valor booleano de uno después que se cierra la puerta.

**Direccion:** Este tagname indica el movimiento ascendente (valor booleano 0) o descendente (valor booleano 1) del ascensor.

**DOS:** Pulsador que se encuentra en el interior del ascensor y que el usuario presiona para trasladarse al segundo piso.

**Im:** Tagname usado para simbolizar la corriente del motor, el cual lo asociamos a un slider y lo graficamos en un Real Time Trend.

**LLAMADA1/LLAMADA2/LLAMADAPB:** Son tagnames usados para llamar al ascensor desde el exterior de cada piso.

**M:** Tagname usado como bandera.

**M=0** Para pasar al estado donde se va a abrir la puerta.

**M=1** Para pasar al estado donde se va a tener la puerta abierta.

**M=2** Para pasar al estado donde se va a cerrar la puerta.

**N:** Tagname asociado con el movimiento de la puerta.

Cuando **n** se incrementa simula la apertura de la puerta.

Cuando **n** se decrementa simula la cerrada de la puerta.

**N1:** Tagname usado para simular el tiempo de espera con la puerta abierta.

**PB:** Botonera que se encuentra en el interior del ascensor y que el usuario presiona para trasladarse a la planta baja.

**Pisos:** Tagname que es usado para simular el movimiento ascendente ( $\text{pisos} = \text{pisos} + 1$ ) o el movimiento descendente ( $\text{pisos} = \text{pisos} - 1$ ).

**Temperatura:** Tagname usado para simbolizar la temperatura ambiente, la cual la asociamos a un slider y la graficamos en un Real Time Trend.

**Uno:** Botonera que se encuentra en el interior del ascensor y que el usuario pulsa para trasladarse al primer piso.

Nuestro ascensor se desplaza ya sea ascendentemente o descendientemente de acuerdo a las órdenes que ejecutan los usuarios desde el exterior (llamadas en cada piso) o desde el interior del ascensor.

Al llegar al piso deseado este abre la puerta automáticamente y permanece esta abierta un tiempo pero solo una vez, a menos que se presione la botonera de abrir. Luego de transcurrido este tiempo se cierra la puerta y nuestro ascensor permanece en el piso hasta una nueva orden (llamada exterior de piso o botoneras interiores).

El programa tiene cinco intervalos de operación:

- **PLANTA BAJA** (PISOS=0)
- **ENTRE PLANTA BAJA Y PRIMER PISO** ( $0 < \text{PISOS} < 50$ ).
- **PRIMER PISO** (PISOS=50)

- **ENTRE PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO** ( $50 < \text{PISOS} < 100$ ).
- **SEGUNDO PISO** ( $\text{PISOS} = 100$ ).

Cuando nosotros estamos en Planta Baja, primero o segundo piso el programa ejecuta la rutina para abrir la puerta incrementando la variable  $n$  hasta su máximo valor (100) con las banderas  $m=0$  y  $\text{close1}=0$ . Luego de realizar esta rutina, el programa ejecuta un tiempo de espera con la bandera  $m=1$

Después de transcurrido el retardo con  $m=2$  se permite cerrar la puerta, decrementando la variable  $n$  hasta 0.

Una vez cerrada la puerta seteamos la variable  $\text{close1}=1$  y reseteamos  $m=0$ .

Si deseamos abrir la puerta estando el ascensor en el mismo piso, presionamos la botonera ABRIR, la cual setea las variables  $\text{close1}=0$  y  $m=0$  para ingresar en las rutinas de abrir, esperar y cerrar la puerta.

#### **INTERVALO 1: PLANTA BAJA** ( $\text{PISOS}=0$ )

Si el ascensor se encuentra en Planta Baja, la bandera dirección se hace igual a 0 porque el ascensor va a ascender con cualquier orden, incrementando la variable piso en una unidad y así pasamos al segundo intervalo  $0 < \text{pisos} < 50$  (ascensor entre planta baja y

primer piso).

Si lo llegasen a llamar de Planta Baja ya sea del exterior (botonera PB) o del interior (botonera ABRIR) se abrirá la puerta del mismo. Cabe anotar que si mantenemos cualquiera de estas botoneras para abrir la puerta presionadas continuamente, la puerta permanecerá abierta hasta que el usuario libere la botonera.

**INTERVALO 2: ENTRE PLANTA BAJA Y PRIMER PISO**  
( $0 < \text{PISOS} < 50$ )

Una vez que el ascensor ha estado en Planta Baja ( $\text{PISOS}=0$ ) y ha sido llamado del interior o exterior de otro piso (DOS, LLAMADA2, UNO, LLAMADA1), esto le producirá que entre al segundo intervalo  $0 < \text{pisos} < 50$  (ascensor entre planta baja y primer piso).

Si el ascensor está subiendo (dirección=0) pueden ocurrir dos casos:

Que haya sido llamado del primero o segundo piso, entonces la variable pisos se incrementará hasta llegar al primer piso ( $\text{pisos}=50$ ) pasando al tercer intervalo:  $\text{pisos}=50$ .

Que llamen al ascensor de Planta Baja; en este caso el ascensor terminará la orden de ascenso hasta llegar a



su piso de destino (Primero o Segundo piso) y después descenderá hasta llegar a Planta Baja (pisos=0).

Si el ascensor está descendiendo (dirección=1) pueden ocurrir dos casos:

Que haya sido llamado de Planta Baja, entonces la variable pisos decrementará su valor hasta llegar a Planta Baja (pisos=0) pasando al primer intervalo: pisos=0.

Que llamen al ascensor del Primero o Segundo, en este caso el ascensor terminará la orden de descenso hasta llegar a Planta Baja y después ascenderá hasta llegar a su piso final de destino (Primero ó Segundo piso).

### **INTERVALO 3: PRIMER PISO (PISOS=50)**

Una vez que el ascensor está en el primer piso (pisos=50) y si ha sido llamado por este (llamada1 ó UNO) abrirá la puerta, previamente haciendo close1=0, ingresando a la rutina de apertura de puerta.

#### **Dirección=0:**

Si el ascensor tiene la tendencia a subir (Dirección=0) y se ha detenido en el primer piso (pisos=50) pueden ocurrir dos casos:

Si se llama al ascensor del segundo piso, entonces se

incrementará la variable Pisos en una unidad pasando al cuarto intervalo  $1^{\circ} < \text{Pisos} < 2^{\circ}$ .

Si resulta que el ascensor ha sido llamado por Pb ó LlamadaPb se cambia el valor de Dirección=1, y se decrementará la variable Pisos en una unidad pasando al segundo intervalo  $0 < \text{Pisos} < 50$  (ascensor entre planta baja y primer piso).

**Dirección=1:**

Caso contrario si el ascensor tiene la tendencia a bajar (Dirección=1) y se ha detenido en el primer piso (pisos=50) pueden ocurrir dos casos:

Que el ascensor ha sido llamado por Planta Baja, entonces la variable pisos se decrementará en una unidad pasando al segundo intervalo  $0 < \text{Pisos} < 50$  (ascensor entre planta baja y primer piso).

Que el ascensor ha sido llamado por la botonera DOS ó Llamada2, entonces se cambia el valor de la variable dirección=0 y pisos se incrementa en una unidad pasando al cuarto intervalo  $50 < \text{PISOS} < 100$  (ascensor entre primer piso y segundo piso).

**INTERVALO 4: ENTRE PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO**  
( $50 < \text{PISOS} < 100$ )

Si el ascensor está entre el 1° y 2° piso y está ascendiendo (dirección=0) pueden ocurrir dos casos:

Que haya sido llamado por el Segundo Piso (Dos ó Llamada2), en este caso la variable pisos se seguirá incrementando hasta llegar a su valor máximo: pisos=100 (ascensor en segundo piso).

Que lo llamen del Primero piso ó Planta Baja, en este caso el ascensor terminará su recorrido hasta el segundo piso y después se dirigirá a su piso destino final (Primer piso ó Planta Baja).

En cambio si el ascensor está entre el 1° y 2° piso y está descendiendo (dirección=1) pueden ocurrir dos casos:

Que haya sido llamado por el Primer piso ó por Planta Baja, en este caso la variable pisos se seguirá decrementando hasta llegar al piso de destino (Primer piso ó por Planta Baja).

Que lo llamen del Segundo piso, en este caso el ascensor terminará su recorrido hasta su piso de destino (Primer piso ó Planta Baja) y después se dirigirá a su piso destino final (Segundo piso).

**INTERVALO 5: SEGUNDO PISO (PISOS=100)**

Si el ascensor está en el segundo piso (pisos=100) y se presiona el botón DOS ó Llamada2, el ascensor entrará en la rutina de apertura, espera y cierre de puerta, encerando close1=0.

El ascensor estará con la variable dirección=0 en espera de una llamada de algún piso inferior (UNO, Llamada1, Pb o LlamadaPb) para cambiar el valor de la variable dirección=0 y decrementar el valor de la variable pisos hasta llegar al piso destino que se desee.

## CONCLUSIONES

Los sistemas de automatización son conocidos en la industria ecuatoriana de procesos mediante el uso del PLC que lee los valores de las entradas o variables del proceso (temperaturas, niveles en general, velocidades, conductividad) sean digitales o analógicas y de acuerdo a un lógica interna, programada por el usuario dentro del PLC, éste emite un resultado que es llevado al exterior por medio de las salidas sean discretas o analógicas estándares de corriente o voltaje.

Dentro de un proceso se pueden usar uno o varios PLC para luego integrarlos en una red intranet; para esto deben comunicarse usando el mismo protocolo.

Anteriormente se controlaban los procesos mediante una cadena de contactos, temporizadores, reles, etc., que después fueron reemplazados con el uso del PLC; el cual contiene todos estos dispositivos a elegir por el usuario (según la aplicación) en mayor o menor cantidad; dependiendo de la marca y modelo del PLC.

Actualmente surgió la necesidad de adquirir datos del PLC para visualizarlos y controlarlos (sistemas tipo

SCADA) creando una interface hombre-máquina dentro de un entorno desarrollador que permite a los operadores, ingenieros, supervisores y administradores crear aplicaciones de proceso, y hacer que sus fábricas funcionen de manera más eficiente y con mayor productividad.

Nosotros con fines didácticos buscamos una aplicación donde pudimos demostrar las ventajas de los sistemas tipo SCADA (PLC + Software de visualización) automatizando y visualizando el control de un ascensor.

Así, el operario desde su consola de visualización tiene la opción de ubicar la posición exacta del ascensor, dirigir el ascensor al piso destino que desee sin necesidad de llamarlo desde algún piso ya sea con las botoneras interiores o exteriores de llamado ubicadas en cada piso; y medir otras variables externas del sistema tales como corriente del motor, lo cual es muy útil porque nos ayuda a conocer el número de arranques por hora que tiene el motor para poder realizarle un mantenimiento preventivo; también medimos la temperatura ambiente del sistema.

Otro objetivo de utilizar los sistemas tipo SCADA es controlar el correcto funcionamiento del sistema; es

decir, que el cajón del ascensor se ubique bien entre los límites superior e inferior de los pisos, que disminuya la velocidad del motor antes de frenar

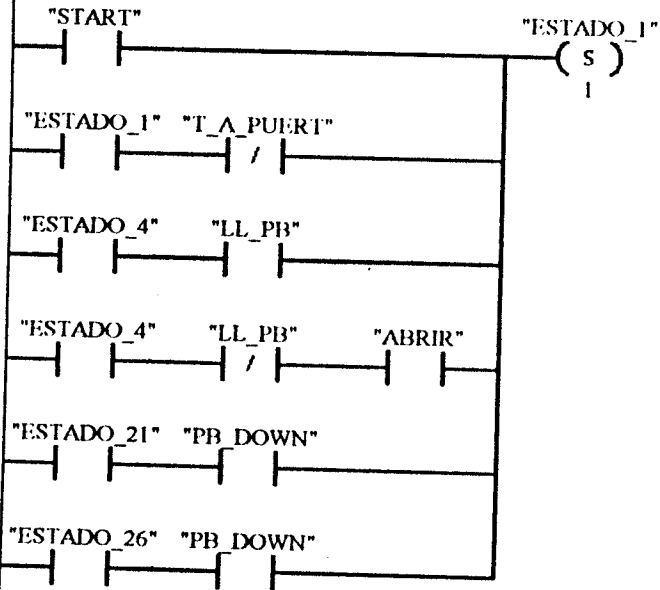
En el caso de ocurrir alguna falla de operación ya sea porque el motor se detuvo, el freno - embrague no se acopló, rotura de cable, corte de energía eléctrica, etc.; el operario desde su consola de visualización puede saber en tiempo real cuáles fueron las últimas condiciones de operación y tomar las correspondientes medidas para la seguridad de los usuarios del ascensor en ese momento.

Los software tipo SCADA son de arquitectura abierta; porque proveen conectividad a todas las interfaces populares incluyendo intercambio dinámico de datos (DDE), OLE para procesos de control (OPC), tecnología de objetos Active X, SQL, y conectividad con tecnologías de bases de datos abiertas (ODBC). Además usando servidores de entradas y salidas (I/O) logramos una integración de diversos sistemas de control tales como PLC (Allen-Bradley, Siemens, Modicon, PLCDirect), RTU, balanzas, etc. Esto permite recoger los datos de planta en una red intranet para luego si es necesario llevarlos a una red internet.

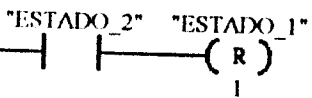
ANEXO A  
PROGRAMA DE MICROWIN

Segmento 1     SETEO ESTADO UNO

COMENTARIO DEL SEGMENTO

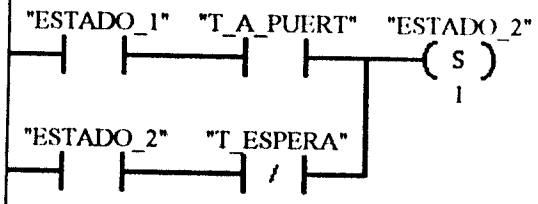


Segmento 2     RESETEO ESTADO UNO

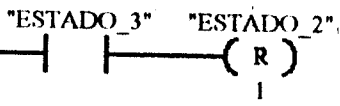




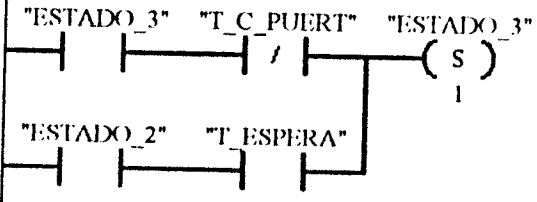
Segmento 3      SETEO ESTADO DOS



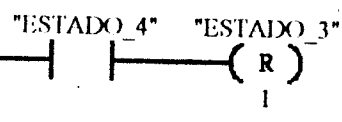
Segmento 4      RESETEO ESTADO DOS



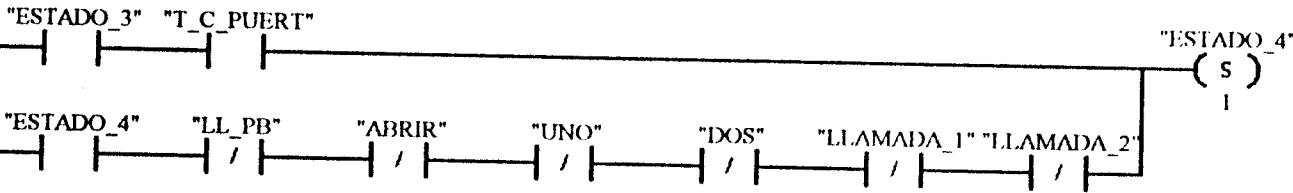
Segmento 5      SETEO ESTADO TRES



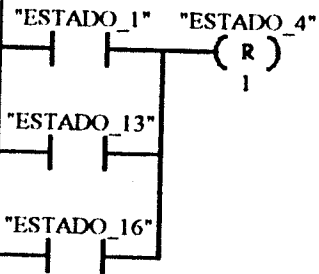
Segmento 6      RESETEO ESTADO TRES



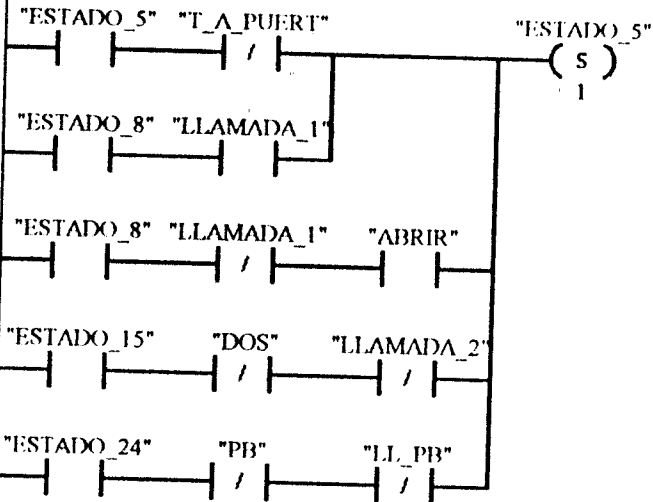
Segmento 7      SETEO DE ESTADO CUATRO



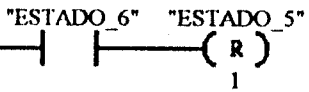
Segmento 8      RESETEO ESTADO CUATRO



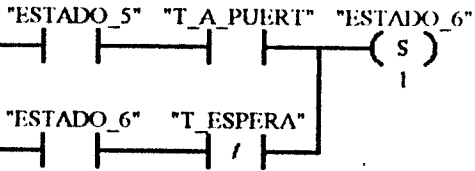
Segmento 9      SETEO ESTADO CINCO



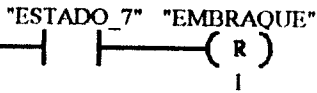
Segmento 10 RESETEO ESTADO CINCO



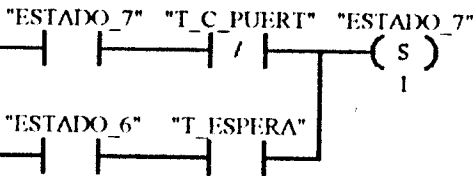
Segmento 11 SETEO ESTADO SEIS



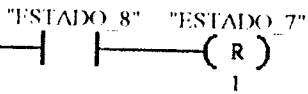
Segmento 12 RESETEO ESTADO SEIS



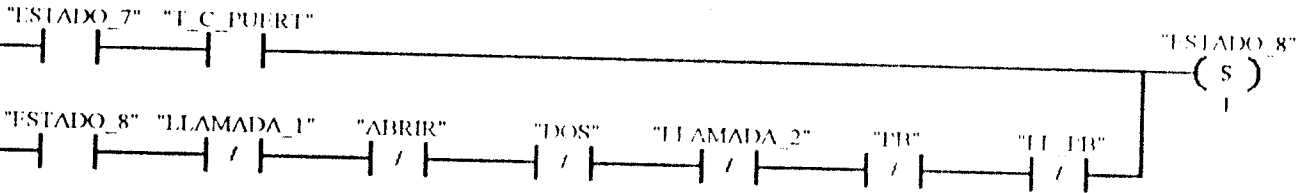
Segmento 13 SETEO ESTADO SIETE



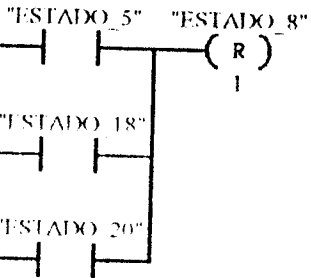
Segmento 14 RESETEO ESTADO SIETE



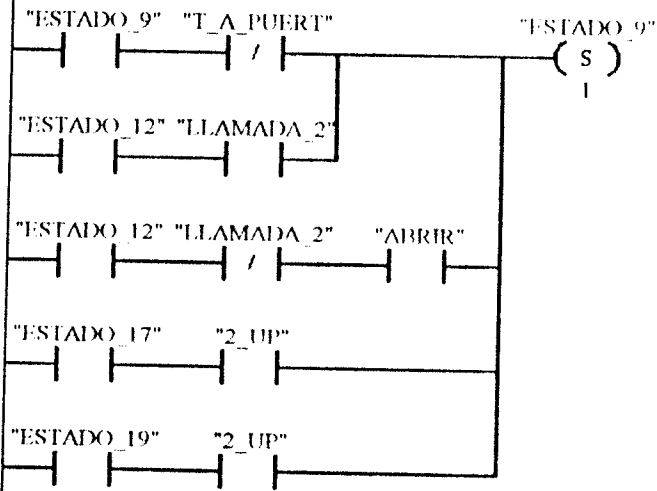
Segmento 15 SETEO ESTADO OCHO



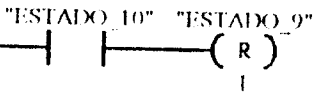
Segmento 16 RESETEO ESTADO OCHO



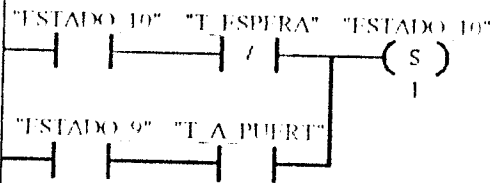
Segmento 17      SETEO ESTADO NUEVE



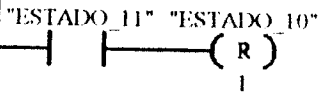
Segmento 18      RESETEO ESTADO NUEVE



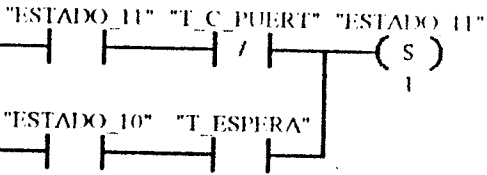
Segmento 19      SETEO ESTADO DIEZ



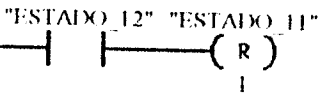
Segmento 20 RESETEO ESTADO DIEZ



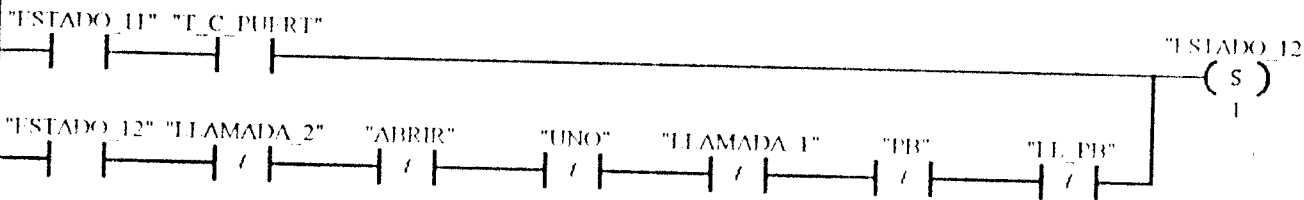
Segmento 21 SETEO ESTADO ONCE



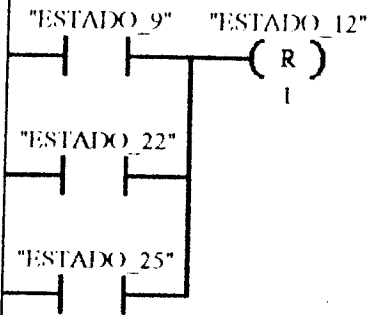
Segmento 22 RESETEO ESTADO ONCE



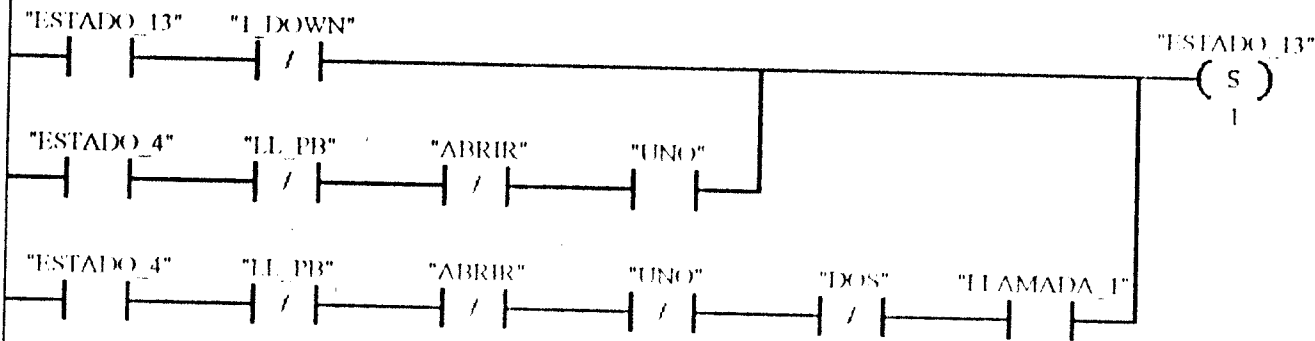
Segmento 23 SETEO ESTADO DOCE



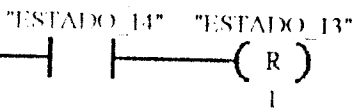
Segmento 24    RESETEO ESTADO DOCE



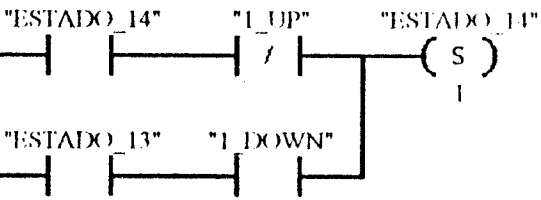
Segmento 25    SETEO ESTADO TRECE



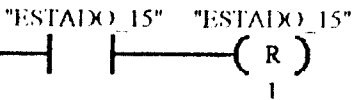
Segmento 26    RESETEO ESTADO TRECE



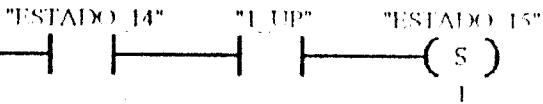
Segmento 27    SETEO ESTADO CATORCE



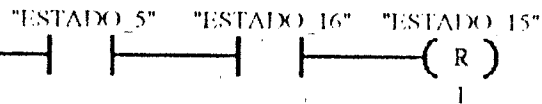
Segmento 28    RESETEO ESTADO CATORCE



Segmento 29    SETEO ESTADO QUINCE

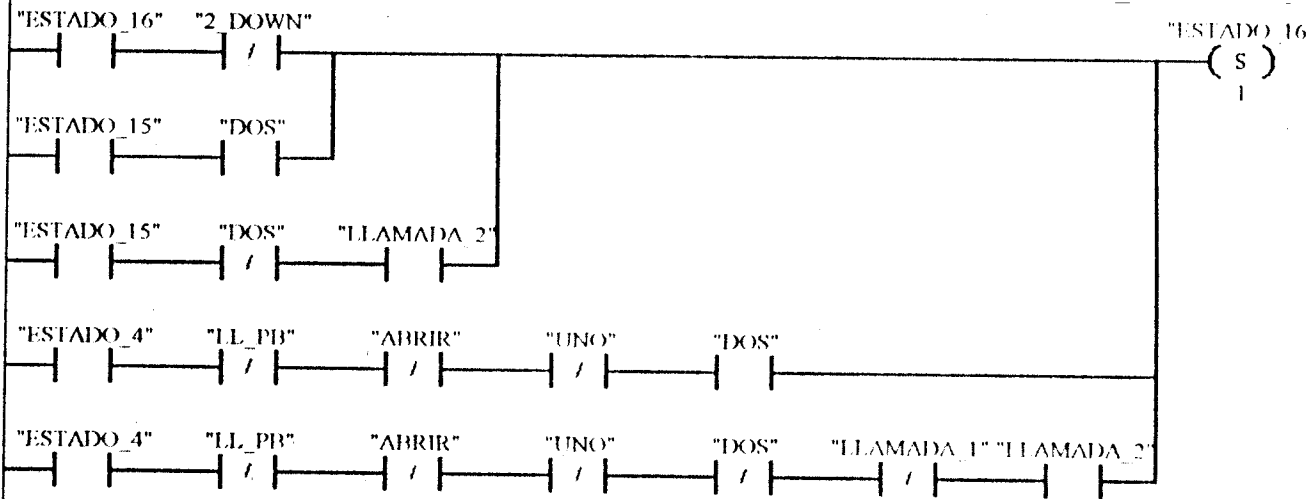


Segmento 30    RESETEO ESTADO QUINCE

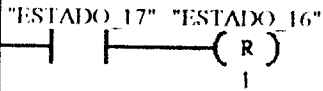




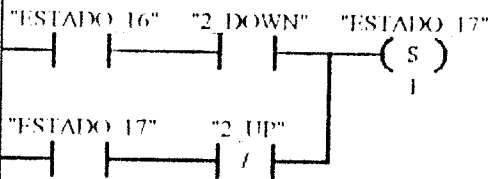
Segmento 31    SETEO ESTADO DIECISEIS



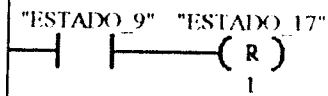
Segmento 32    RESETEO ESTADO DIECISEIS



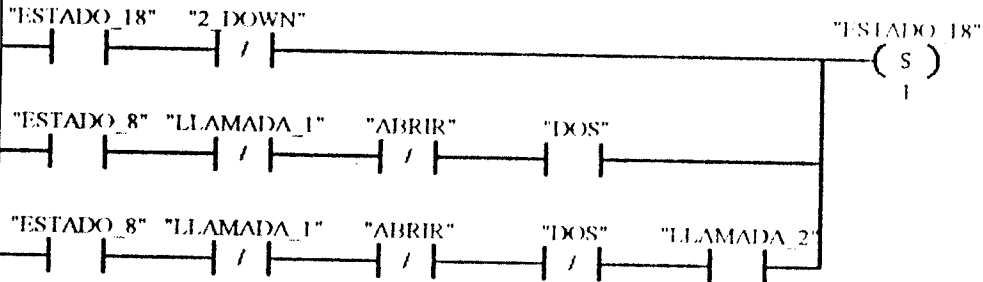
Segmento 33    SETEO ESTADO DIECISIETE



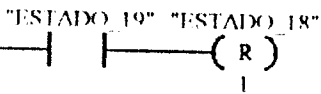
Segmento 34      RESETEO ESTADO DIECISIETE



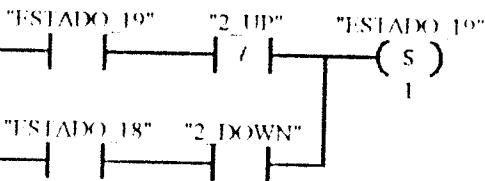
Segmento 35      SETEO ESTADO DIECIOCHO



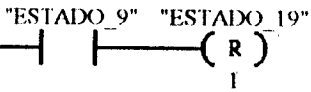
Segmento 36      RESETEO ESTADO DIECIOCHO



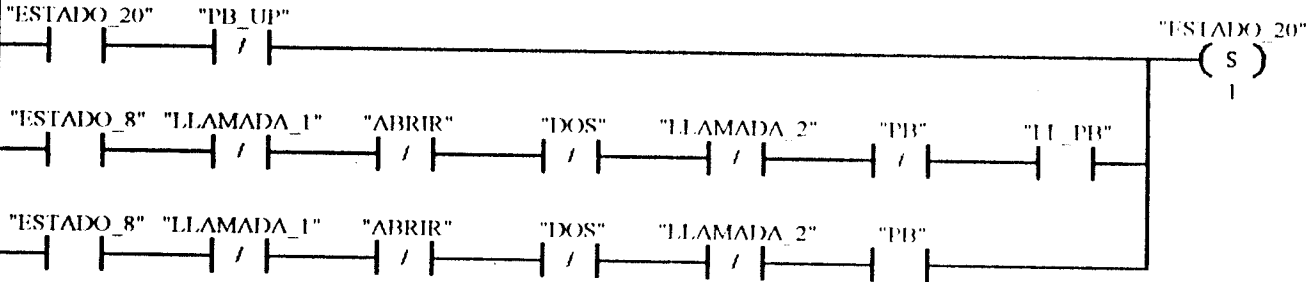
Segmento 37      SETEO ESTADO DIECINUEVE



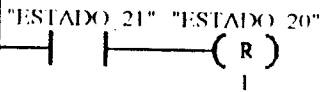
Segmento 38 RESETEO ESTADO DIECINUEVE



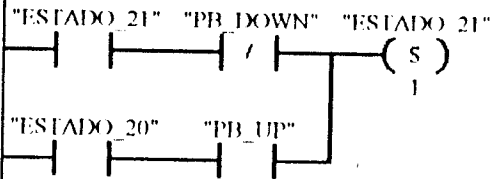
Segmento 39 SETEO ESTADO VEINTE



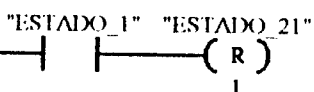
Segmento 40 RESETEO ESTADO VEINTE



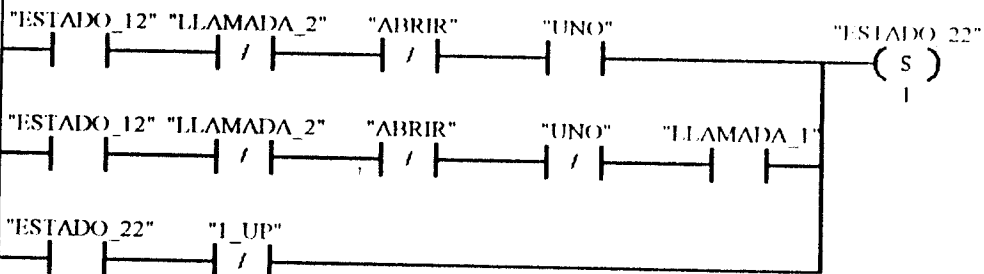
Segmento 41 SETEO ESTADO VEINTIUNO



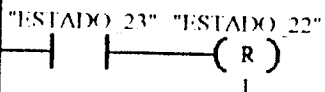
Segmento 42 RESETEO ESTADO VEINTIUNO



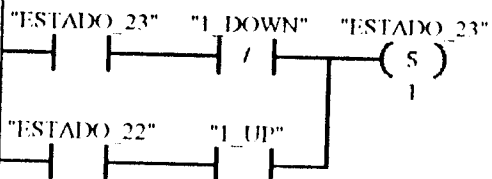
Segmento 43 SEITEO ESTADO VEINTIDOS



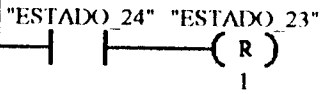
Segmento 44 RESETEO ESTADO VEINTIDOS



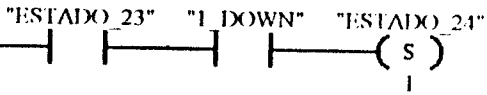
Segmento 45 SEITEO ESTADO VEINTITRES



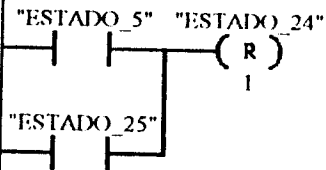
Segmento 46 RESETEO ESTADO VEINTITRES



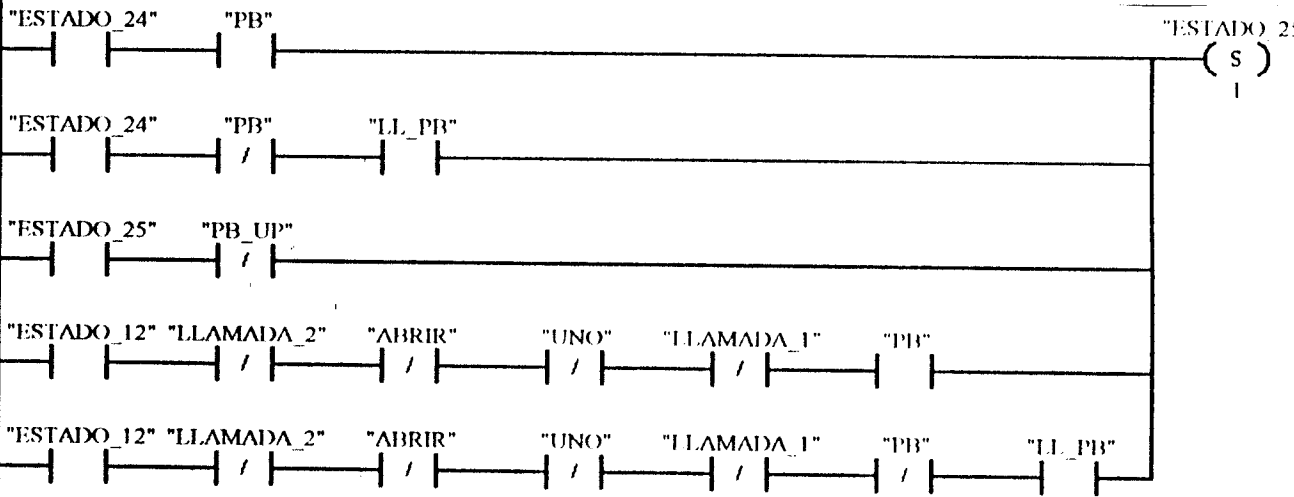
Segmento 47 SEITEO ESTADO VEINTICUATRO



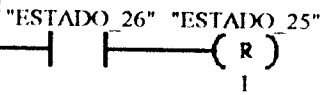
Segmento 48 RESETEO ESTADO VEINTICUATRO



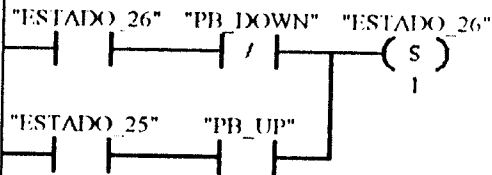
Segmento 49      SETEO ESTADO VEINTICINCO



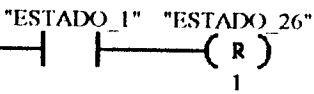
Segmento 50      RESETEO ESTADO VEINTICINCO



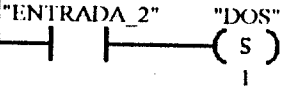
Segmento 51      SETEO ESTADO VEINTISEIS



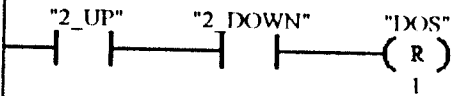
Segmento 52 RESETEO ESTADO VEINTISEIS



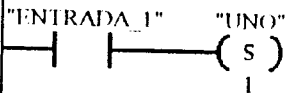
Segmento 53 SETEO BOTONERA PISO 2



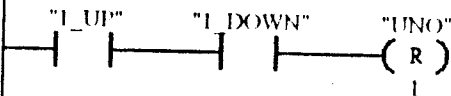
Segmento 54 RESETEO BOTONERA PISO 2



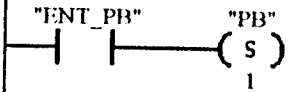
Segmento 55 SETEO BOTONERA UNO



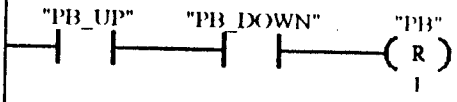
Segmento 56 RESETEO BOTONERA UNO



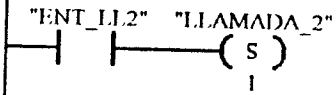
Segmento 57      SETEO BOTONERA PLANTA BAJA



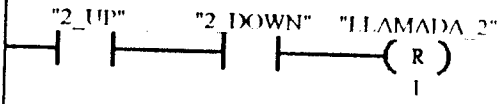
Segmento 58      RESETEO BOTONERA PLANTA BAJA



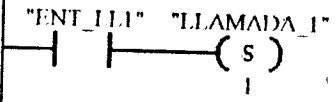
Segmento 59      SETEO LLAMADA SEGUNDO PISO



Segmento 60      RESETEO LLAMADA SEGUNDO PISO

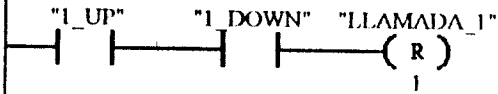


Segmento 61      SETEO LLAMADA PRIMER PISO

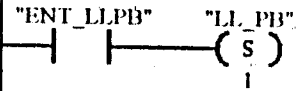




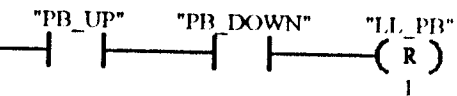
Segmento 62 RESETEO LLAMADA PRIMER PISO



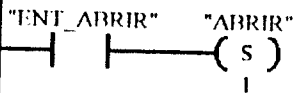
Segmento 63 SETEO LLAMADA PLANTA BAJA



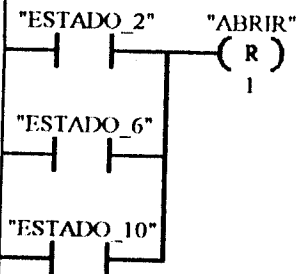
Segmento 64 RESETEO LLAMADA PLANTA BAJA



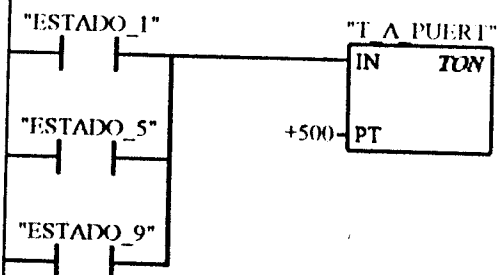
Segmento 65 SETEO ABRIR PUERTA



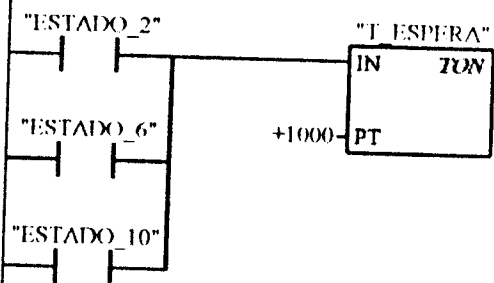
Segmento 66 RESETEO ABRIR PUERTA



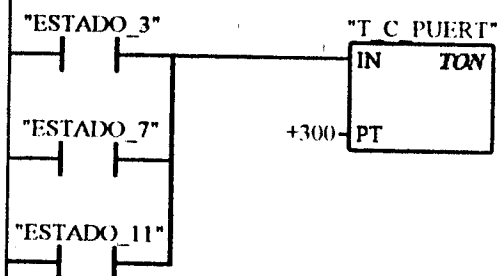
Segmento 67 TEMPORIZADOR PARA ABRIR PUERTA



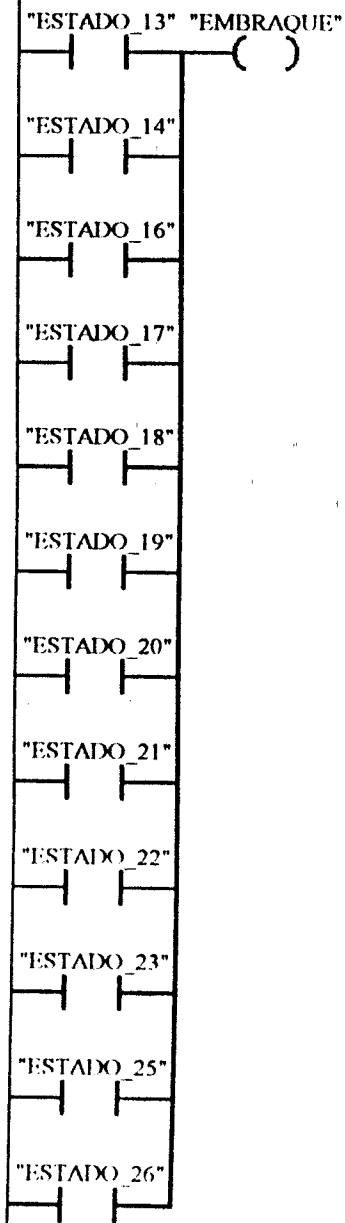
Segmento 68 TEMPORIZADOR CON LA PUERTA ABIERTA



Segmento 69 TEMPORIZADOR PARA CERRAR LA PUERTA

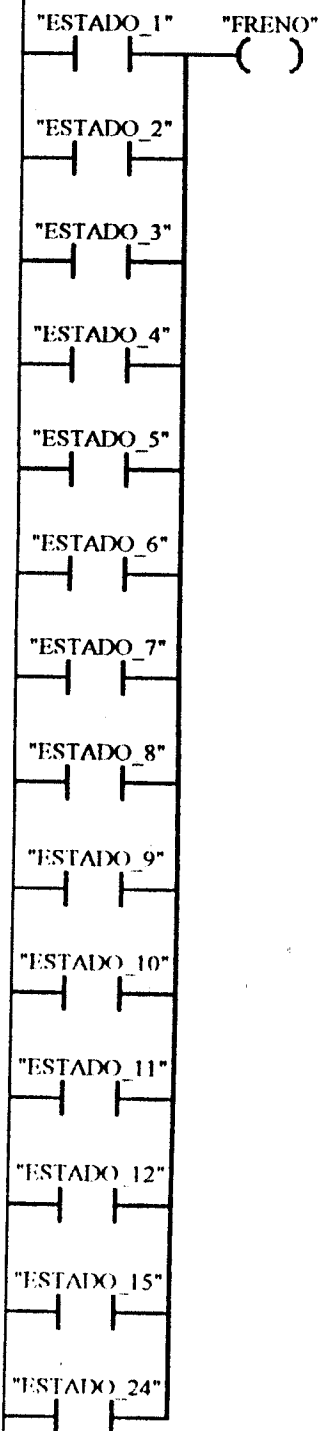


Segmento 70 SALIDA DE EMBRAGUE ACTIVADO

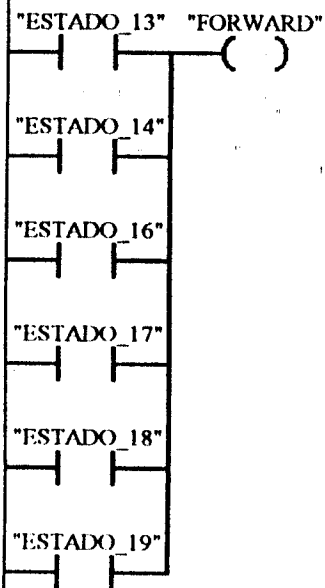


Segmento 71

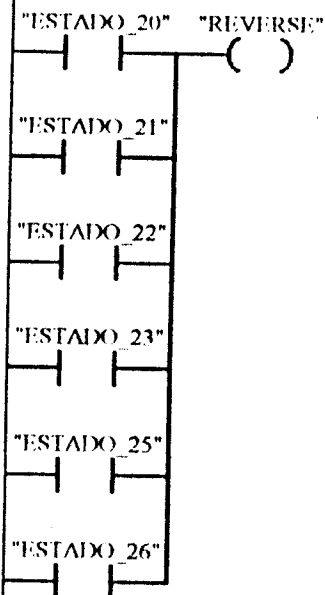
SALIDA DE FRENO ACTIVADO



Segmento 72 SALIDA DE AVANCE HACIA ADELANTE



Segmento 73 SALIDA AVANCE HACIA ATRAS

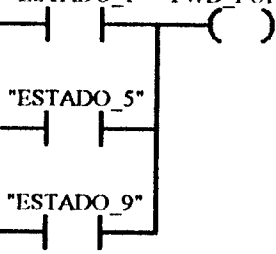


Segmento 74    ABRIR PUERTA

"ESTADO\_1" "FWD PUERT"

"ESTADO\_5"

"ESTADO\_9"

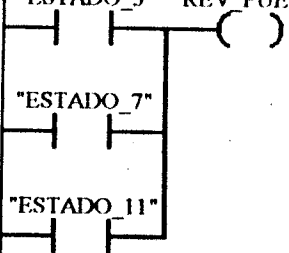


Segmento 75    CERRAR PUERTA

"ESTADO\_3" "REV PUERT"

"ESTADO\_7"

"ESTADO\_11"



Segmento 76 VELOCIDAD BAJA

"ESTADO\_14"

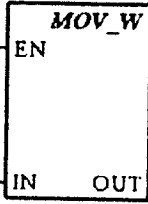
"ESTADO\_17"

"ESTADO\_19"

"ESTADO\_21"

"ESTADO\_23"

"ESTADO\_26"



30000 IN OUT AQW0

Segmento 77 VELOCIDAD ALTA

"ESTADO\_13"

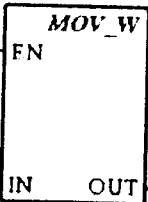
"ESTADO\_16"

"ESTADO\_18"

"ESTADO\_20"

"ESTADO\_22"

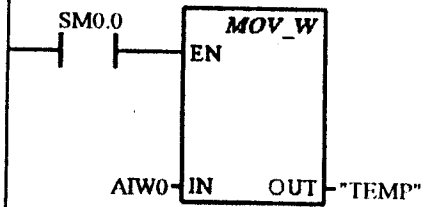
"ESTADO\_25"



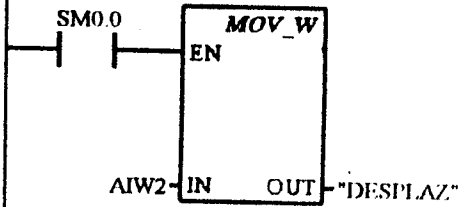
15000 IN OUT AQW0



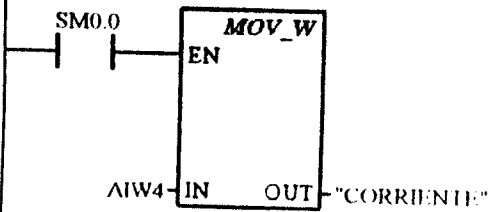
Segmento 78 MEDICION DEL VALOR DE LA TEMPERATURA



Segmento 79 MEDICION DEL DESPLAZAMIENTO DEL ASCENSOR



Segmento 80 MEDICION DEL VALOR DE LA CORRIENTE DEL MOTOR



Segmento 81 MEDICION PARA LA CORRIENTE DEL MOTOR

## ANEXO B

PROGRAMA DE SIMULACION DEL MOVIMIENTO DEL ASCENSOR  
HACIENDO USO DEL APPLICATION SCRIPTS DEL SOFTWARE DE  
VISUALIZACION INTOUCH

```
IF (pisos > 0 AND pisos < 50) THEN
```

```
m=0; // BANDERA PARA PERMITIR ABRIR LA PUERTA.
```

```
n=0; // PUERTA CERRADA.
```

```
n1=0; // CONTADOR CON PUERTA ABIERTA
```

```
ENDIF;
```

```
IF (pisos > 50 AND pisos < 100) THEN
```

```
n=0; // PUERTA CERRADA.
```

```
m=0; // BANDERA PARA PERMITIR ABRIR LA PUERTA.
```

```
n1=0; //CONTADOR DE PUERTA ABIERTA.
```

```
ENDIF;
```

```
IF ABRIR == 1 THEN
```

```
m=0; // BANDERA PARA PERMITIR ABRIR LA PUERTA.
```

```
close1=0; // ENCERADO PARA ABRIR PUERTA.
```

```
ENDIF;
```

```
IF (((pisos == 0) OR (pisos == 50) OR (pisos == 100))
AND (m == 0) AND (close1==0)) THEN

IF n <= 90 THEN // n SE INCREMENTA HASTA 100

n=n+5; // Y LA PUERTA ESTA ABIERTA.

ELSE

m = 1; // BANDERA PARA RETARDO CON PUERTA ABIERTA

ENDIF;

ENDIF;

IF (((pisos == 0) OR (pisos == 50) OR (pisos == 100))
AND (m == 1)) THEN

IF n1 <= 30 THEN // CUENTA DE PUERTA ABIERTA

n1=n1+5;

ELSE

m = 2; // BANDERA PARA PERMITIR CERRAR LA PUERTA.

ENDIF;

ENDIF;

IF (((pisos == 0) OR (pisos == 50) OR (pisos ==
```

```
100))) AND (m == 2)) THEN

IF n > 0 THEN

n = n - 5; // CERRADO DE PUERTA

ELSE

m=0; // BANDERA PARA PERMITIR OTRA APERTURA DE PUERTA.

n=0; // PUERTA CERRADA.

n1=0; // CONTADOR PUERTA ABIERTA.

close1=1; // PUERTA CERRADA.

ENDIF;

ENDIF;

IF pisos == 0 THEN //ASCENSOR EN PLANTA BAJA.

direccion = 0; // ASCENSOR SUBIENDO.

IF LLAMADAPB == 1 OR PB == 1 THEN

close1=0; // PUERTA LISTA PARA ABRIR.

LLAMADAPB=0;//ENCERA PULSADOR DE LLAMADA DE P. BAJA

PB=0;// ENCERA PULSADOR INTERNO DE P. BAJA.

ENDIF;
```

```
IF (LLAMADA1 == 1 OR UNO == 1 OR LLAMADA2 == 1 OR DOS
== 1) AND close1 == 1 THEN

pisos = pisos +1; // ASCENSOR PASA A 0<PISOS<50

ENDIF;

ENDIF;

IF pisos > 0 AND pisos < 50 THEN

IF direccion == 0 THEN // ASCENSOR SUBIENDO.

IF LLAMADA1 == 1 OR UNO == 1 OR LLAMADA2 == 1 OR DOS
== 1 THEN // SI LO LLAMAN DE PISOS SUPERIORES

IF pisos < 50 THEN // SUBE HASTA EL PRIMER PISO

pisos = pisos + 1;

ENDIF;

ENDIF;

ELSE

IF LLAMADAPB == 1 OR PB == 1 THEN//LLAMAN DE P.BAJA

IF pisos > 0 THEN

pisos = pisos - 1; // DECREMENTA HASTA P. BAJA.

ENDIF;
```

ENDIF;

ENDIF;

ENDIF;

IF pisos == 50 THEN // EL ASCENSOR ESTA EN PRIMER PISO

IF LLAMADA1 == 1 OR UNO == 1 THEN// LLAMADA 1° PISO

close1=0; // PUERTA LISTA PARA ABRIR.

LLAMADA1=0; // ENCERA PULADOR DE LLAMADA 1° PISO

UNO=0;// ENCERA PULSADOR DE LLAMADA INTERNA 1° PISO

ENDIF;

IF direccion == 0 THEN // ASCENSOR ESTA SUBIENDO.

IF (LLAMADA2 == 1 OR DOS == 1) AND close1 == 1 THEN

pisos = pisos +1;// PASO 50<PISOS<100

ELSE

IF (LLAMADAPB == 1 OR PB == 1) AND close1 == 1 THEN //

CAMBIA DE DIRECCION SI LO LLAMAN DE P. BAJA.

direccion = 1; // ASCENSOR BAJA

pisos = pisos -1; // PASO DE 0<PISOS<50

ENDIF;

ENDIF;

ELSE

IF (LLAMADAPB == 1 OR PB == 1) AND close1 == 1 THEN

pisos = pisos -1;//DIRECCION=1,PASO DE 0<PISOS<50

ELSE

IF (LLAMADA2 == 1 OR DOS == 1) AND close1 == 1 THEN

direccion = 0;// ASCENSOR SUBIENDO

pisos = pisos +1;// PASO A 50<PISOS<100

ENDIF;

ENDIF;

ENDIF;

ENDIF;

IF pisos > 50 AND pisos < 100 THEN

IF direccion == 0 THEN// ASCENSOR SUBIENDO

IF LLAMADA2 == 1 OR DOS == 1 THEN

IF pisos < 100 THEN

```
pisos = pisos + 1; // SUBIDA HASTA 2° PISO

ENDIF;

ENDIF;

ELSE

IF LLAMADAPB == 1 OR PB == 1 OR LLAMADA1 == 1 OR UNO
== 1 THEN

IF pisos > 50 THEN

pisos = pisos - 1; // DECREMENTO HASTA 1° PISO.

ENDIF;

ENDIF;

ENDIF;

ENDIF;

IF pisos == 100 THEN // ASCENSOR EN 2°

direccion = 1; // ASCENSOR BAJANDO

IF LLAMADA2 == 1 OR DOS == 1 THEN

close1=0; // LISTO PARA ABRIR PUERTA.

LLAMADA2=0; // ENCERO PULSADOR LLAMADA 2

DOS=0; // ENCERO PULSADOR DOS
```



```
ENDIF;
```

```
IF (LLAMADA1 == 1 OR UNO == 1 OR LLAMADAPB == 1 OR PB  
== 1) AND
```

```
close1 == 1 THEN // ASCENSOR BAJANDO
```

```
pisos = pisos -1;// PASO A 100<PISOS<50.
```

```
ENDIF;
```

```
ENDIF;
```

## 1. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Leander W. Matsch, "Máquinas Electromecánicas y Electromagnéticas", Primera Edición, Representaciones y Servicios de Ingeniería, 1974.
- 2.- Stephen J. Chapman, "Máquinas Eléctricas", Segunda Edición, McGraw-Hill Interamericana, 1993.
- 3.- Cyril G. Veinott, "Fractional and Subfractional Horsepower Electric Motors", Tercera Edición, McGraw-Hill Book Company, 1970.
- 4.- Muhammad H. Rashid, "Electrónica de Potencia, Circuitos, Dispositivos y aplicaciones", Segunda Edición, Prentice Hall Hispanoamericana, 1995
- 5.- Simatic, "Sistema de automatización S7-200/Manual del sistema", Siemens, 1997.
- 6.- Timothy J. Maloney, "Electrónica Industrial, Dispositivos y Sistemas", Prentice Hall Hispanoamericana, 1983.
- 7.- Wonderware Corporation, "Wonderware's Intouch Basic Training Manual", Wonderware, 1996.
- 8.- Fred. A. Annett, "Ascensores, Montacargas y escaleras mecánicas", Editorial Hispano Americana, 1962.