

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**“AUTOMATIZACION DE LA MAQUINA
PREPARADORA DE LAMINAS DE ARRANQUE PARA
EL PROCESO DE REFINACION DEL COBRE”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

LUIS ESPINAL CHAMBI

PROMOCION 1995 - I

LIMA - PERU

1999

**AUTOMATIZACION DE LA MAQUINA PREPARADORA
DE LAMINAS DE ARRANQUE PARA EL PROCESO DE
REFINACION DEL COBRE**

SUMARIO

La presente tesis tiene como objetivo desarrollar un proyecto de modernización de la automatización de la máquina preparadora de láminas de arranque para el proceso de refinación del cobre de la planta electrolítica de Southern Perú Limited, empleando un controlador lógico programable (PLC) para mejorar la productividad y reducir el mantenimiento de la máquina en mención, con la consecuente mejora en los costos de producción.

INDICE

PROLOGO	1	
CAPITULO I		
DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA		
PREPARADORA DE LAMINAS DE ARRANQUE	3	
1.1	Introducción	3
1.2	Operación en modo manual	5
1.3	Operación manual con el terminal de operador panelview	14
1.3.1	Funciones del panelview	14
1.3.2	Pantalla del menú principal	17
1.4	Operación en modo automático	18
1.4.1	Condiciones de arranque	18
1.4.2	Operación de la maquina	26
1.4.3	Posibles problemas con la maquina	28
CAPITULO II		
SISTEMA DE CONTROL BASADO EN UN PLC	29	
2.1	Diagrama de control en lógica cableada.	29
2.1.1	Diagramas de tiempo	29

2.1.2	Secuenciador de operación inicial	29
2.1.3	Secuenciador de orejas	35
2.1.4	Enclavamiento y protecciones del alimentador de orejas	39
2.1.5	Secuenciador principal de la preparadora	41
2.1.6	Protecciones de cada uno de los cilindros hidráulicos y neumáticos	52
2.1.7	Sistema de alarmas	58
2.2	Identificación de entrada y salidas del PLC	62
2.2.1	Identificación de entradas	62
2.2.2	Identificación de Salidas	62
2.3	Selección del PLC	62
2.3.1	Características de la CPU	63
2.3.2	Módulos de entrada	64
2.3.3	Módulos de salida	65
2.3.4	Selección del Rack del PLC	66
2.3.5	Software de programación y dispositivo de programación	66
2.3.6	Alimentación eléctrica del PLC	74
2.3.7	Programación de control en lenguaje Ladder	76
CAPITULO III		
SISTEMA DE SUPERVISION DEL PROCESO		78
3.1	Simulación del proceso en carta de funciones secuenciales	78
3.2	Software del sistema	87

CAPITULO IV

ANALISIS DE COSTOS	88
4.1 Costos del sistema actual	88
4.2 Beneficios del sistema automatizado	88
4.3 Inversión de la automatización	90
4.3.1 Costos de equipamiento	90
4.3.2 Costos de Montaje	92
4.4 Flujo de fondos	92
CONCLUSIONES	94
ANEXO A	
DIAGRAMA DE CONTROL EN LOGICA CABLEADA	96
ANEXO B	
IDENTIFICACION DE ENTRADAS	122
ANEXO C	
IDENTIFICACION DE SALIDAS	138
ANEXO D	
CARACTERISTICAS DE LA CPU	152
ANEXO E	
MODULO DE ENTRADA	154
ANEXO F	
MODULO DE SALIDA	156
ANEXO G	

REFERENCIA DEL MANUAL DE INSTRUCCIONES	159
ANEXO H	
ALIMENTACION ELECTRICA DEL PLC	184
ANEXO I	
LENGUAJE LADDER	186
ANEXO J	
SOFTWARE DEL SISTEMA	312
BIBLIOGRAFIA	318

PROLOGO

En los procesos de producción se busca mejorar la productividad y reducir los costos de producción. De un tiempo a esta parte en la planta electrolítica de Southern Perú Limited ha venido funcionando una máquina preparadora de láminas de arranque para el proceso de refinación de cobre, con sistema de control en lógica cableada, que hoy por hoy a todas luces es ineficiente, por lo que mediante la presente tesis se pretenden revestir esta situación modernizando el sistema de control automático usando lógica programada a través de un Controlador Lógico Programable (PLC) que permite mejorar la productividad, bajando los costos de producción y reduciendo los tiempos de mantenimiento de la máquina en forma considerable.

Para su realización la tesis se ha dividido en los siguientes capítulos:

CAPITULO I: Se describe el funcionamiento de la máquina tanto en operación manual como automático y los posibles problemas que pueden presentarse ante una pérdida de secuencia.

CAPITULO II: Se describe paso a paso mediante diagramas fase tiempo la operación de la máquina y el manejo de los secuenciadores para poder realizar el llenado de los registros. Nos permite seleccionar el tipo del procesador, la fuente de alimentación, la cantidad de chasis a emplear, los modulos de entrada y salida. También se describirá las subrutinas empleadas para un mejor entendimiento del programa.

CAPITULO III: Se describe la manera como se programa en Grafcet las etapas y transiciones para actualizar entradas sobre la base de salidas.

CAPITULO IV: Se Presenta los costos de los equipos a reemplazar y luego el costo total del sistema automatizado en base a PLC. También se realizará un análisis de flujo de fondos.

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUINA PREPARADORA DE LAMINAS DE ARRANQUE.

1.1 Introducción

La empresa Southern Perú Limited realiza actividades de explotación, fundición y refinación de minerales, en su mayor parte el Cobre. La empresa realiza sus actividades de explotación en las minas de tajo abierto Cuajone y Toquepala. Sus actividades de fundición y refinación en la ciudad de Ilo.

La empresa tiene en Ilo las plantas de fundición y refinería. Nuestro estudio esta situado en la refinería.

El proceso para fundir el cobre impuro se inicia con la llegada a la planta de ánodos de la refinería del cobre blister o ampolloso, procedente de la fundición, el que se vierte al horno basculante (MAERZ) a una temperatura de 1000 ° C. Al cobre se le quita lo ampolloso mediante dos lanzas de acero al que se le inyecta oxígeno con el fin de realizar la combustión. La calidad de cobre ampolloso lo da el alto contenido de azufre, este al combustionar con el oxígeno produce SO₂ (anhídrido sulfuroso) el cual es liberado a la atmósfera. El cobre fundido es recibido en una cuchara, la cual vierte el contenido del líquido a los recipientes de la rueda de moldeo, previamente se vierte a la rueda una mezcla de arsénico con el fin de que el

líquido no se quede pegado al recipiente. El contenido es enfriado mediante unos caños los cuales vierten agua a la rueda de moldeo. Al cabo de unos segundos el cobre líquido se solidifica, la rueda se detiene y mediante dos bastidores es levantado el molde, que es recogido por unos ganchos recogedores, los cuales transportan el molde a unas celdas para enfriar el molde solidificado. La celda posee unas cadenas transportadoras que se desplazan con el fin de que después se pueda recoger por unos ganchos que lo retiran de la celda de 10 en 10 y los van agrupando para llevarlos a la prensadora de ánodos con el fin de uniformizar su superficie.

Una vez que el cobre es prensado se pesa el molde y se mide si el grado de inclinación está dentro de los límites normales ($\pm 5^\circ$ grados). Luego se lleva el cobre de la planta de ánodos a la planta electrolítica para que el cobre pase un proceso de electrólisis, el cual consiste en inyectar corriente continua en valores de 30 kA. a la celda que contendrá los ánodos de cobre y laminas de arranque de cobre (cátodo) que se intercalan unas a continuación de otras, todo ello está sumergido en la celda mediante una solución acuosa que contiene cola, ácido sulfúrico y tiourea. Producto de este proceso, el ánodo de cobre se va disolviendo en la solución que pasa a integrar lo que se llama los lodos anódicos, de donde se extrae oro, plata, y selenio, además, el cobre disuelto por atracción se adhiere a la lámina de cobre, que finalmente es el producto final el que se cosecha al cabo de 28 días, siendo ello llamado cátodo de cobre para exportación.

Nuestro proyecto se basa en la automatización de la producción de las láminas de arranque de cobre que serán utilizados en el proceso anteriormente descrito.

1.2 Operación manual

En Modo manual la máquina preparadora obedece a las órdenes dadas por el operador desde el Panel de Control o desde el terminal de Operador PanelView.

Para operación manual simplemente el selector deberá estar en posición manual y el operador podrá efectuar todos los movimientos permitidos de la máquina preparadora.

Para la producción de láminas en forma manual se deberá proceder de la siguiente manera:

a. Transportador alimentador de orejas

Se carga el recipiente con láminas de cobre sobre los rodillos y se coloca en la línea central de la máquina preparadora de láminas.

Cuando el pulsador para uso de fijación (BS-B2) sea presionado, el recipiente de láminas será bloqueado o asegurado.

Cuando el recipiente esté listo para ser cambiado, es recomendable tener en cuenta que éste se mueva sobre los rodillos presionando el pulsador (BS-B3), con lo cual se deja abierta la máquina de alineamiento.

b. Levantador sujetador de láminas de arranque

Presionando el pulsador (BS-12), para levantar la lámina desde la posición donde el recipiente está fijo, se permite que dicho levantador lo haga.

Se Retiene el plano superior de la lámina en la cercanía del límite inferior final, para que la lámina forme una posición apropiada.

Cuando las láminas de cobre se hayan acabado, se presiona el pulsador (BS-14), para permitir que el levantador descienda y reemplace el recipiente.

c. Levantadora de Orejas

Colocar las orejas dentro del recipiente en número de 4 moldes por 2 pares y cargarlos sobre los rodillos, adelantándolos hacia la posición de alimentación de orejas.

Presionar los pulsadores (BS-18) y (BS-19) se levanta las orejas y se regula la superficie superior de éstas, dejando ambos levantadores tanto de la izquierda como la derecha en posición de ascenso.

Cuando las orejas se hayan acabado, se presiona los pulsadores (BS-20 y BS-21) para permitir el descenso de ambos levantadores.

Permita que el recipiente de orejas se mueva un espacio en el límite inferior final (LS12 y LS14) y repetir los pasos anteriores para cuatro moldes.

d. Máquina levantadora de láminas.

Cuando el pulsador (BS-16) es presionado, éste se detiene en el límite superior final (LS4-ON).

El descenso de la lámina puede realizarse presionado el pulsador (BS-15) solo en el caso que la mesa alimentador esté adelantada (Forward end) (LS17-ON) ó que la señal de bajada de la lámina esté complicada en

ese momento (LS21-ON), de modo tal que esta se detenga en el ajuste de nivel ó lámina inferior final (LS5-ON) de la levantadora de láminas.

e. Máquina levantadora de orejas

Esta asciende presionando el pulsador (BS-32) y se detiene en el límite superior final (LS7-ON).

Está descendiendo presionando el pulsador (BS-17) y se detiene en el límite inferior final (LS8-ON).

f. Aprensora o cogedora de láminas y orejas

Está realiza las acciones de coger y expulsar con los conmutadores (COS4 y COS7B).

g. Mesa alimentadora de láminas

g.1 Ascenso de la mesa alimentadora.

Condición

- Prensa punzonadora en límites superior (LS22-ON)
- Perforadora en límite inferior final (LS24L-R-ON)
- Remachadora de orejas en el límite en el límite superior (LS26L-R-ON)
- Prensa de estampado en el límite superior (LS26-ON)
- Control de posición relativa de la lámina en el límite posterior final (LS34L-R-ON)

Solamente cuando las condiciones arriba mencionadas sean satisfechas, la mesa ascenderá presionando el pulsador (BS-23) y se detendrá en el límite superior (LS15-ON).

g.2 Descenso de la mesa alimentadora

Esta desciende presionando el pulsador (BS-25) y se detiene en el límite inferior final (LS16-ON)

g.3 Adelanto de la mesa

Cuando el pulsador es presionado solo en los casos que la mesa esté en el límite superior final (LS15-ON) y el brazo oscilante en el límite posterior final (LS30-ON), la viga irá hacia adelante y se detendrá en el límite de adelante final (LS17-ON) después de que haya sido descelerado por un switch a media vía (LS19-ON).

g.4 Retorno de la mesa

Cuando el pulsador (BS-22) sea presionado, solamente cuando la máquina levantadora de láminas de cobre esté en el límite superior final (LS4-ON) y la mesa de alimentación este en el límite inferior final (LS16-ON), la viga irá hacia atrás y se detendra en el límite posterior final (LS18-ON) después de que haya sido descelerada por un switch a media vía (LS20-ON).

h. Prensa remachadora de orejas

h.1 Ascenso y descenso de la prensa remachadora

La prensa sube con el pulsador (BS-31) y se detiene en el límite superior final (LS22-ON).

Esta prensa sólo irá hacia abajo en el caso que la mesa alimentadora esté en el límite inferior final y cuando el pulsador (BS-26) sea presionado, y se detendrá ésta en el límite inferior final (LS23-ON).

h.2 Ascenso y descenso del punzonado o taladro

El punzonado subirá cuando el pulsador (BS-27) sea presionado, bajo la condición de que el calefactor esté en el límite superior (LS26L-R-ON) y se detendrá con el límite superior final (LS25L-R-ON)

Este desciende con el pulsador (BS-2B) y se detendrá en el límite inferior final (LS 24L -R-ON)

h.3 Ascenso y descenso del calefactor

Sube con el pulsador (BS-30) y se detiene en el límite superior final.

Baja cuando el pulsador (BS-29) es presionado bajo la condición de que el punzonador ó taladro esté en el límite inferior final (LS24L-R-ON) y se detiene en el límite inferior final (LS27-L-R-ON).

i. Prensa de estampado

Desciende cuando es presionado el pulsador (BS-33) bajo la condición de que la mesa de alimentación esté en el límite inferior final (LS16-ON) y se detendrá con el trabajo del switch de presión (PRS1-ON)

La prensa subirá con el pulsador (BS-34) y se detendrá en el límite superior final (LS28-ON).

En caso de cambiar ó inspeccionar la matriz, la prensa subirá hasta el límite de su carrera cuando sea accionado el conmutador (COS2) a la posición CHECK.

La carrera normal es de aproximadamente 100 mm.

j. Control relativo de posición

Estos mecanismos de control están ubicados en cada una de las posiciones del alimentador de orejas y el perforador de orejas.

Cuando el pulsador (BS-81) sea presionado, solamente los lugares a donde llegan las láminas de cobre que realizan la acción y el posicionado de las láminas, éstos pueden ser rectificadas.

k. Brazo Oscilante

Cuando el pulsador (BS-35) sea presionado, bajo la condición de mesa de alimentación en el límite inferior (LS16-ON), el brazo oscila y se detiene en el límite de inclinación final (LS29-ON).

El brazo retorna a su posición inicial con el pulsador (BS-36) y se detiene en el límite de retorno final (LS30-ON).

l. Transportador de gancho

El transportador comienza a funcionar cuando ninguna lámina de arranque está cargada sobre el transportador inclinado que desciende y el pulsador (BS-37) sea presionado bajo la condición de que el brazo oscilante se mantenga en el límite de inclinación final (LS29-ON)

El transportador desascelera en la posición de reducción de velocidad (LS39-ON) y se detiene en la posición normal (LS38-ON).

m. Desviador del transportador inclinado

Cuando el pulsador (BS-39) se presiona bajo la condición de transportador inclinado que baja, se mantenga en su posición normal (LS41-ON), el desviador subirá y adelantará la lámina de arranque a la posición de transportador inclinado.

n. Transportador inclinado

Se Realiza el arranque del motor de éste transportador por medio del pulsador (BS-42).

Este se mueve un tramo cuando se presiona el pulsador (BS-40) en el único caso que el desviador de stock esté en el límite de retorno final (LS43-ON) y la lámina de arranque no sea mantenida en la posición de desviación para stock. (LS42-OFF).

o. Desviador para stock (almacén)

Cuando el pulsador (BS-44) sea presionado bajo la condición de que la lámina de arranque no haya llegado hasta el final del transportador de almacén N° 1 (LS45L-R-OFF) y el final del transportador N°2 (LS44L-R-OFF). El desviador se moverá hacia delante y pasará la lámina al transportador para almacén y regresará a su posición original después de una duración fija de tiempo.

p. Transportador de stock (almacén)

El arranque del motor para este transportador se realiza con el pulsador (BS-47).

En caso que sea usado el recogedor N°1, presionado el pulsador (BS-45) en la condición de que tal recogedor éste en la posición límite inferior (LS47-ON); con lo cual el transportador de stock es impulsado y la lámina de arranque llega al final de conveyer N°1 (LS45L-R-ON), deteniéndose posteriormente después de un período de tiempo fijo.

En caso que sea utilizado el recogedor N°2, el transportador es impulsado bajo la condición de que el detenedor o stopper esté en la posición límite superior (LS35-ON), el recogedor N°1 en el límite inferior (LS50-ON) y el recogedor N°2 en el límite inferior (LS52-ON); solo así la

lámina llegará al extremo de llegada del transportador de stock N°2 (LS44L-R-ON) y se detendrá después de transcurrido un período de tiempo fijo.

Cuando el conmutador (COS5) sea accionado a la posición "discharging", la lámina de arranque se detendrá en el límite final de llegada al transportador (LS45L-R ó LS44L-R-ON).

q. Recogedor N°1

Cuando el pulsador (BS-49) sea presionado en la condición de que el elevador N°1 esté en la posición normal (LS48-ON), éste recogedor se moverá hacia arriba y se detendrá en el límite superior final (LS46-ON)

En caso del descenso, éste descenderá presionado el pulsador (BS-51) y se detendrá en el límite inferior final (LS47-ON).

En el caso que el recogedor N°2 sea utilizado, el recogedor N°1 descende automáticamente hasta el fondo (LS50-ON).

Los pulsadores (BS-50 y BS-52) son preparados también para una caja auxiliar de operación.

r. Elevador N°1

Cuando el pulsador sea presionado solamente cuando la lámina de arranque no sea cargada sobre el espaciador N° 1 (LS56-ON), éste se impulsará y se detendrá en la posición constante (LS48-ON).

El pulsador (BS-54) es proporcionado para una caja de operación auxiliar.

s. Recogedor N°2

Cuando el pulsador (BS-57) sea presionado en la condición que le elevador N°2 esté en la posición normal (LS53-ON) éste subirá y se detendrá en el límite superior final (LS51-ON).

Descenderá cuando se accione el pulsador de descenso (BS59) y se detendrá en el límite inferior final (LS52-ON).

Los pulsadores (BS-58 y BS-60) son proporcionados para una caja auxiliar de operación.

t. Cadena espaciadora

Para la cadena espaciadora N°1, es recomendable dar una pulsación momentánea al pulsador (BS-65), después que el motor de la cadena haya sido arrancado con el pulsador (BS-73)

Esta cadena se detiene después de transcurrido un desplazamiento (LS58-ON).

El motor de la cadena espaciadora N°1 posee un pulsador (BS-74) al igual que el pulsador de impulso momentáneo (BS-64). Los cuales están instalados en una caja de operación auxiliar.

Cuando el pulsador de impulso momentáneo (BS-69) es presionado después de que el pulsador (BS-77) haya arrancado el motor de la cadena espaciadora, ésta llegará a detenerse después de haberse desplazado un tramo (LS59-ON)

Para seguridad de la máquina, al final de la cadena transportadora se haya instalado el limit switch para detenerla cuando esta se haya llenado (LS60L, LS61L-ON) y además una parada de emergencia (LS60R-LS61R-ON).

1.3 Operación manual con el terminal de operador panelview

El terminal de operador Panelview tiene como finalidad reemplazar el panel existente, incluyendo pulsadores, selectores y lamparas. Para esto se cuenta con pantallas a través de las cuales el operador deberá ir monitoreando y controlando todas las partes de la máquina preparadora de láminas de arranque. Así mismo este dispositivo le permite al operador detectar cualquier problema en la máquina mediante un mensaje presentado en pantalla.

El control de este dispositivo se hace mediante subrutinas ejecutadas en el PLC, lo que hace posible la adquisición de datos de campo provenientes de limites de carrera, pulsadores y selectores y la activación de los pistones, motores y frenos de la máquina.

1.3.1 Funciones del panelview

El Panelview está provisto de un teclado numérico con el que el operador puede realizar el ingreso de datos. Al mismo tiempo el Panelview tiene funciones definidas para ejecutar diferente comandos, Por ejemplo, Pantalla Principal, Pantalla Siguiente, Pantalla Anterior, etc.

Existen otras especificaciones de cada pantalla.

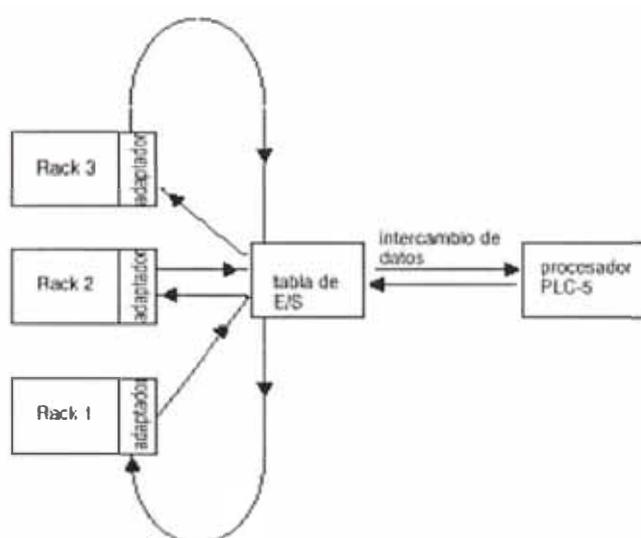
Cuando se crea una aplicación PanelView, se asignan direcciones de PLC a objetos dinámicos, ventanas y opciones de dirección global. Se necesita determinar si hay que usar direcciones discretas o direcciones de transferencia en bloques.

El terminal de operador PanelView 1200 puede tener un máximo de 8 racks en el vínculo de E/S remotas.

Uso de transferencias discretas

Las direcciones de E/S discretas se comunican directamente con el procesador PLC-5. Ellas proporcionan actualizaciones más rápidas que las transferencias en bloques. Hay que mantener los objetos siguientes en E/S discretas:

- Todos los botones pulsadores
 - Todos los estados o valores que se desea actualizar inmediatamente
- Debido a que solamente hay un número limitado de puntos de E/S, es posible que no se puedan usar direcciones de E/S discretas para la toda la aplicación. Si no hay suficiente espacio de rack, se deberá crear unos



El escán de E/S remolas es el tiempo que le toma al procesador comunicarse una vez con todas las entradas en su lista de escán.

Figura 1.1 Flujo de datos discretos en el PLC

archivos de transferencia en bloques.

El terminal de operador dirige datos (digitales y analógicos) con el procesador PLC-5 a través de la tabla de imagen de E/S. Ver figura 1.1

Uso de las transferencias en bloques

Los terminales de operador PanelView usan transferencias en bloques de manera diferente que el procesador PLC-5. Un terminal de operador PanelView usa un archivo de transferencia en bloques para multiplexar información al procesador PLC-5 a través de un byte de control en E/S discretas. Si no hay suficiente espacio de rack disponible para usar todas las direcciones de E/S discretas en la aplicación, se pueden usar un máximo de cinco archivos de transferencia en bloques.

Cada terminal de operador PanelView puede tener un máximo de cinco transferencias en bloques de lectura de 32 palabras cada una y 5 transferencias en bloques de escritura de 32 palabras cada una. Se selecciona los racks y módulos que las transferencias en bloques ocupan y el tamaño de los archivos.

Cada archivo de transferencia en bloques necesita un byte de entrada y un byte de salida de E/S discretas en el procesador PLC-5 para controlar la transferencia en bloques. Hay que seleccionar qué byte de la palabra del procesador PLC-5 soportará cada transferencia en bloques. Una vez que se ha asignado un archivo de transferencia en bloques a este byte, no se le pueden asignar direcciones discretas.

Además de datos directos, el procesador PLC-5 también puede intercambiar datos de bloques con E/S remotas. Se usara solamente transferencias en bloques si no tiene suficiente espacio de E/S para transferir todos los datos.

El terminal de operador PanelView tiene capacidad para un máximo de treinta y dos palabras por transferencia en bloques de lectura o escritura, como se muestra en la figura 1.2

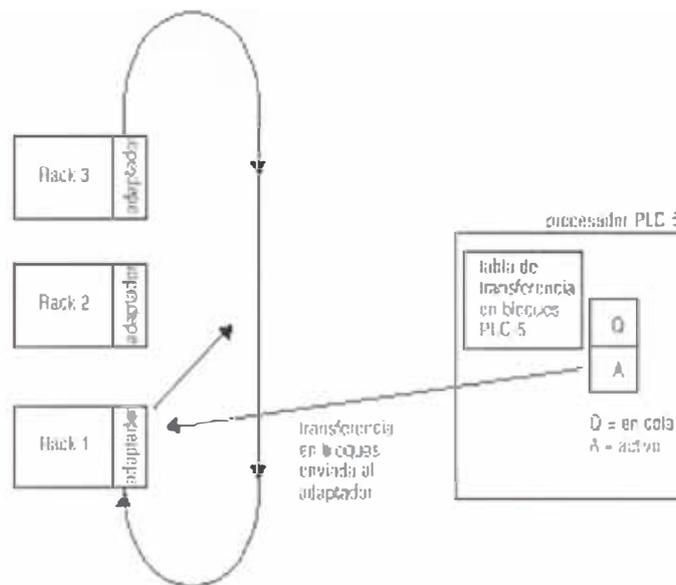


Figura 1.2 Transferencia de datos en bloques en el PLC

1.3.2 Pantalla del menú principal

La Pantalla del menú principal se accede directamente desde cualquier pantalla:

Secuenciador Principal 1

Secuenciador de Orejas

Secuenciador Inicial

Pantallas de control

Pantallas de Alarmas

Panel Gráfico

1.4 Operación en modo automático

1.4.1 Condiciones de arranque

a.1 Verificar la condición de operación automáticaa

La máquina recogedora de laminas en la posición superior (LS4-ON)

Máquina levantadora de orejas en la posición superior (LS7-ON)

Mesa alimentador en la posición inferior (LS16-ON)

Mesa alimentador en la posición adelante (Forward) (LS17-ON)

Prensa remachadora en posición superior (LS22-ON)

Punzonadora de oreja en la posición inferior (LS24-ON).

Remachador de orejas en posición superior (LS26-ON)

Prensa de estampado en la posición superior (LS28-ON).

Brazo oscilante en la posición superior (LS30-ON).

Cadena de ganchos parada en la posición normal (LS38-ON).

Cadena inclinada detenida en posición normal (LS41-ON).

Mecanismo recogedor N°1 en posición inferior (LS47-ON) en caso de utilizarse la cadena espaciadora N°1.

Mecanismo recogedor N°1 en posición inferior (LS47-ON) en caso de utilizarse la cadena espaciadora N°2.

Elevador N°1 en posición normal STOP (LS48-ON).

Mecanismo recogedor N°2 en posición inferior (LS52-ON).

Elevador N°2 en posición normal STOP (LS53-ON).

Cadena espaciadora N°1 en posición STOP (LS58-ON).

Cadena espaciadora N°2 en posición STOP (LS59-ON).

La lampara de enclavamiento automático (SL-6) de color verde se iluminará cuando todas las condiciones mencionadas arriba sean satisfechas.

a.2 El succionador de láminas bajará y el ajuste de nivel de láminas (LS6) conseguirá ponerse en contacto con la lámina de cobre.



Figura 1.3 Succionador de Láminas

a.3 La lámina de cobre es levantadora. Actúa el switch de vacío (VCS1-ON).

a.4 Se toma una lámina y se levanta. La levantadora de orejas no acciona igual que la levantadora de láminas. Cuando fallará el levantamiento el switch de vacío se desengancha y se ajusta el nivel de la lámina (LS6) de tal manera que nuevamente va hacia abajo y la acción previa es repetida. Esta alcanza el límite superior (LS4-ON).

a.5 La máquina alimentadora de láminas retrocede hasta la posición desaceleradora (LS20-ON).

a.6 La Máquina alimentadora retrocede y se desacelera hasta el final de carrera (LS18-ON)

a.7 La máquina alimentadora se detiene y la lámina de cobre es descargada. El Switch de vacío se desconecta (OFF)



Figura 1.4 Vistas de la máquina alimentadora de láminas

a.8 La máquina alimentadora de láminas sube hasta alcanzar el límite superior (LS15-ON).

a.9 La máquina alimentadora de láminas va hacia adelante y es traspasada por la oreja cargada. La máquina alimentadora en su rumbo hacia adelante realiza la señal de descenso del recogedor de láminas (LS21-ON) y la desaceleración hacia adelante (LS19-ON). La máquina alimentadora alcanza el límite Forward (LS17-ON).

a.10 La maquina alimentadora de láminas baja hasta alcanzar el límite inferior (LS16-ON), simultáneamente verifica si la lámina ha llegado a la sección orejas (LS31-ON).



Figura 1.5 Vistas de la máquina alimentadora de Orejas

a.11 La máquina alimentadora de láminas retrocede hasta la posición de láminas de cobre. Se alimenta un cross bar. Se suministran orejas

La máquina alcanza el límite final posterior (LS18-ON).

Verificar el posicionamiento de retorno (LS34-ON).

Verificar la alimentación de cross bar. (LS37-ON).

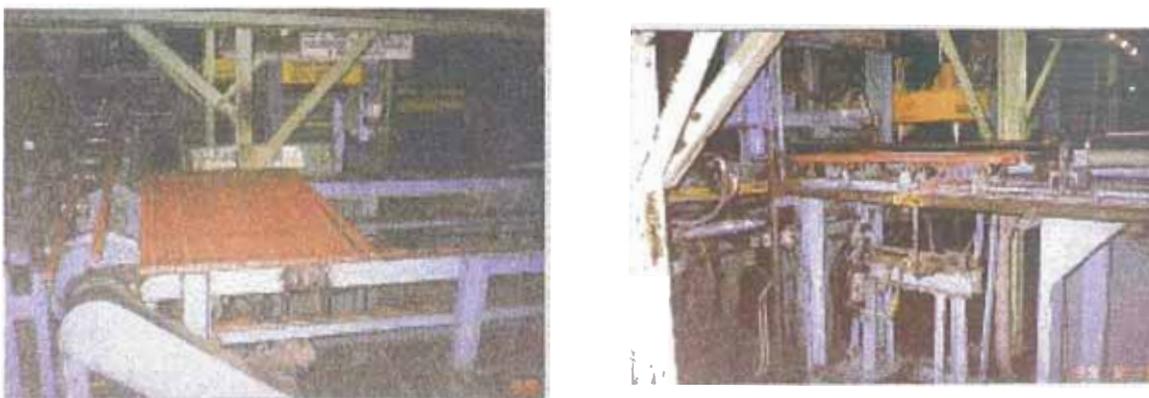


Figura 1.6 Vistas del alimentador de Barras

Verificar con fotocelda del suministro de ambas orejas (derecha e izquierda).

a.12 La máquina alimentadora sube. La máquina alcanza el límite superior (LS15-ON).

a.13 La máquina alimentadora va hacia delante y transfiere la lámina a la posición de remachado. La máquina repite la etapa anterior.

Se Chequeara la llegada de la lámina a la posición de remachado con el final de carrera (LS32-ON).

a.14 La prensa de remachado baja y determina la posición de la lámina de cobre. La prensa alcanza el límite inferior (LS23-ON) y es accionado el temporizador (TR3).

a.15 La perforadora sube. La perforadora alcanza el límite superior (LS25L-R-ON).

a.16 La perforadora baja. La perforadora alcanza el límite inferior (LS24L-R-ON)

a.17 La remachadora baja. La remachadora alcanza el límite inferior (LS27L-R-ON) y es accionado el temporizador (TR18).



Figura 1.7 Vistas de la máquina Remachadora

a.18 La remachadora sube. La remachadora alcanza el límite superior (LS26-ON).

a.19 La prensa de remachado sube. La prensa de remachado alcanza el límite superior (LS22-ON).

a.20 Cuando se concluye el remachado, la lámina de cobre es transferida a la prensa de estampado por medio de la maquina alimentadora. Verificar la llegada a la posición de la prensa de estampado. (LS33-ON).

a.21 La Prensa de estampado baja. La presión se lleva hasta la presión establecida (PRS1-ON) y es accionado el temporizador (TR5).



Figura 1.8 Vistas de la máquina Estampadora

a.22 La Prensa de estampado sube. La prensa de estampado alcanza el límite superior (LS28-ON).

a.23 Se transfiere la lámina a la posición del brazo ó plataforma oscilante. La máquina alimentadora alcanza el límite hacia delante (LS17-ON).

a.24 La Plataforma oscilante baja. La plataforma alcanza el límite inferior (LS29-ON).



Figura 1.9 Vistas de la Plataforma Oscilante

- a.25** Se impulsa el transportador de ganchos. Este transportador alcanza la posición desaceleradora (LS39-ON),
- a.26** Al desacelerar el transportador la plataforma oscilante sube. El transportador de ganchos alcanza la posición normal (LS38-ON).
- a.27** La lamina llega al desviado de la cadena inclinada. El transportador de ganchos llega a detenerse. Verifique la llegada a la posición del desviado (LS40L-R-ON).
- a.28** El desviado se suelta y la lámina se mueve hacia la cadena que baja. Está alcanza la posición de cadena que baja. (LS55-ON).

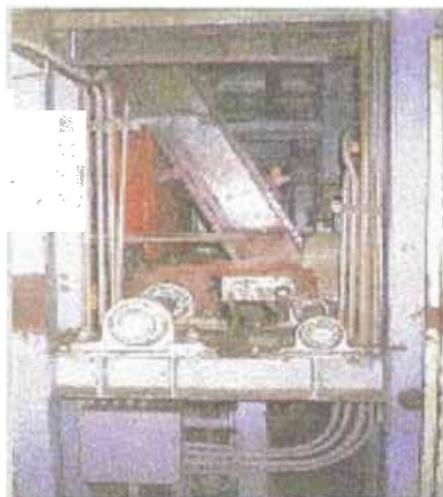


Figura 1.10 Vista del desviador

a.29 La cadena que baja acciona la impulsión de un solo tramo. Esta alcanza la posición normal de la cadena (LS41-ON).

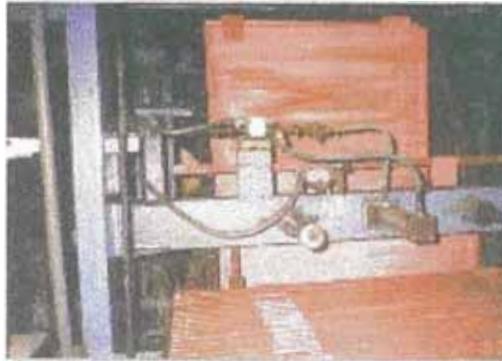


Figura 1.11 Vista del Transportador a Almacén

a.30 La cadena que baja llega a detenerse. El desviador de Stock (almacén) se mueve hacia delante. Esta alcanza la posición del desviador de stock (LS42-ON), el temporizador (TR11) es activado tan pronto después que el desviador se fue hacia delante.

a.31 El desviador de almacén o stock retrocede. El desviador alcanza el límite de retroceso (LS43-ON).

a.32 La cadena de almacén actua la impulsión de un tramo. El temporizador (TR12) es accionado tan pronto después que la cadena ha sido impulsada.

a.33 La cadena de stock llega a detenerse. Repetir la acción anterior y adelantar las láminas hacia el dispositivo recogedor dando un impulso de un espacio ó intervalo sobre la cadena de almacén. Las láminas alcanzan en posición de los recogedores N°1 ó N°2 (LS44L-R-ON) (LS45L-R-ON).



Figura 1.12 Vista del Transportador

a.34 En caso que sea utilizada la cadena espaciadora N°1 el recogedor sube. La cadena de stock llega a detenerse. El recogedor N°1 alcanza el límite superior (LS46-ON).

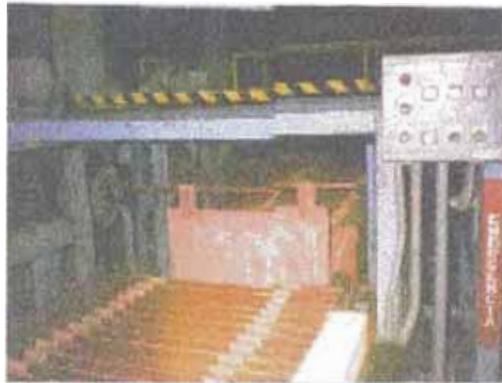


Figura 1.13 Vista del Transportador Espaciador

a.35 El elevador N°1 es impulsado. Este elevador alcanza la posición instructiva del recogedor N° 1 que desciende (LS49-ON) y el elevador llega a detenerse en la posición de parada normal (LS48-ON).

a.36 El recogedor N° 1 baja. Las láminas de arranque llegan a la superficie de la cadena espaciadora. El recogedor N°1 alcanza el límite superior (LS47-ON), llegada a la máquina espaciadora (LS56-ON).

a.37 La cadena espaciadora N°1 es impulsada. Esta alcanza la posición de espaciamiento normal (LS58-ON).

1.4.2 Operación de la máquina

Para poner la máquina en funcionamiento se deberá ir a la pantalla de control del Panelview y encender los motores:

- Sistema Hidráulico General
- Sistema Hidráulico de la Prensa de estampado
- Bomba de Vacío
- Ventilador

Para Poner en funcionamiento los transportadores, en la máquina de control del Panelview se deberá encender los siguiente motores:

- Transportador inclinado
- Transportador almacén
- Transportador espaciador N°1
- Transportador espaciador N°2

No pueden trabajar los dos transportadores espaciadores al mismo tiempo.

Luego de haberse encendido todos los motores anteriores se deberán continuar con la operación de la máquina.

Poner la máquina preparadora en condiciones iniciales(posición normal), luego presionar el botón de reset y el de start para que los secuenciadores empiecen a ejecutarse.

Cuando se desee parar la operación se deberá cambiar la posición del selector de AUTO a Manual.

En modo automático la máquina funciona mediante los tres secuenciadores:

Secuenciador de operación inicial

Secuenciador de orejas

Secuenciador principal

1.4.3 Posibles problemas relacionadas con la máquina

Parada de emergencia: Cuando se presente algún problema en la máquina se deberá parar la operación automática presionando el botón de parada por emergencia y luego mover el selector a manual.

Deberá suspenderse también la alimentación de los motores de la bomba hidráulica, el ventilador y la bomba de vacío. Luego se deberá corregir el problema. Volver el selector en automático y presionar start (no es necesario volver a condiciones iniciales).

Pérdida de secuencia: Cuando se pierda la secuencia (por operación Manual). Se deberá colocar en condiciones iniciales (Posición normal), presionar el botón de reset y luego de start.

CAPITULO II SISTEMA DE CONTROL BASADO EN UN PLC

2.1 Diagrama de control en lógica cableada.

Se presenta en el anexo A planos de control

2.1.1 Diagramas de tiempo.

Nos permite ver la actualización de los actuadores en cada paso en base a señales recibidas de campo por los sensores.

Los diagramas de tiempo son los siguientes:

- Diagrama de tiempo de secuenciador de operación inicial
- Diagrama de tiempo de secuenciador de orejas
- Diagrama de tiempo de secuenciador principal de la preparadora

2.1.2 Secuenciador de operación inicial.

Comprende la operación de la maquina desde la posición de reposo hasta tener la viga deslizante en posición afuera y arriba.

Constan de los siguiente pasos:

Paso 0: Condiciones de entrada	Salidas
MP (AX1+START+CI)	
AR1 (Switch de control)	
LR4 (Fin superior succionador de laminas.)	SOL5R
LR16 (Viga deslizante abajo)	
LR17 (Viga deslizante adentro)	

Paso 1: Condiciones de entrada	Salidas
MP (AX1+START+CI)	
AR1 (Switch de control)	
LR6 (Ajuste nivel elevador de láminas)	SOL5R
LR16 (Viga deslizante abajo)	Solv1/2/3
LR17 (Viga deslizante adentro)	

Paso 2: Condiciones de entrada	Salidas
MP (AX1+START+CI)	
AR1 (Switch de control)	
LR16 (Viga deslizante abajo)	SOL5L
LR17 (Viga deslizante adentro)	SOLV1/2/3
VCR1 (Límite presión vacío)	

Paso 3: Condiciones de entrada	Salidas
MP (AX1+START+CI)	
AR1 (Switch de control)	
LR4 (Fin superior succionador de laminas.)	SOL5L
LR16 (Viga deslizante abajo)	SOL10R
LR17 (Viga deslizante adentro)	SOLV1/2/3
VCR1 (Limite presión vacío)	

Paso 4: Condiciones de entrada	Salidas
MP (AX1+START+CI)	
AR1 (Switch de control)	
LR4 (Fin superior succionador de laminas.)	SOL5L
LR16 (Viga deslizante abajo)	SOL9L
LR18 (Viga deslizante afuera)	SOLA1
VCR1 (Limite presión vacío)	

Paso 5: Condiciones de entrada	Salidas
MP (AX1+START+CI)	
AR1 (Switch de control)	
LR4 (Fin superior succionador de laminas.)	
LR16 (Viga deslizante abajo)	
LR18 (Viga deslizante afuera)	

2.1.2 SECUENCIADOR INICIAL
(ENTRADAS)

	0	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
VCR1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
LR18	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
LR17	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
LR16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LR15	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
LR6	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
LR5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LR4	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
LR3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LR2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AR1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AX1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

LIMITE PRESION DE VACIO

VIGA DESLIZANTE AFUERA
VIGA DESLIZANTE ADENTRO
VIGA DESLIZANTE ABAJO
VIGA DESLIZANTE ARRIBA
AJUSTE NIVEL ELEVADOR DE LAMINAS
FIN INFERIOR NIVEL
SUCCIONADOR DE LAMINAS
FIN SUPERIOR
SUCCIONADOR DE LAMINAS
FIN INFERIOR ELEVADOR DE LAMINAS
FIN SUPERIOR ELEVADOR DE LAMINAS
SWITCH
AX1+START+CA+MP

2.1.3 Secuenciador de orejas

Paso 0: Condiciones de entrada	Salidas
LR7(Límite superior de orejas)	SOL6R
B3/88 (Manual =0 / Auto =1)	
SQO	

Paso 1: Condiciones de entrada	Salidas
LR9 (Detector de orejas derecho)	SOLV4R/4L
LR10 (Detector de orejas Izquierdo)	
B3/88 (Manual =0 / Auto =1)	

Paso 2: Condiciones de entrada	Salidas
LR9 (Detector de orejas derecho)	SOLV4R/4L
LR10 (Detector de orejas Izquierdo)	SOL 6L
B3/88 (Manual =0 / Auto =1)	
VCR2 (Presión orejas vacío derecho)	
VCR3 (Presión orejas vacío izq.)	

**2.1.3 SECUENCIADOR INICIAL DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA (OREJAS)
(ENTRADAS)**

	0	1	2	3	4	1	2	3	4	
VCR3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	LIMITE PRESION OREJAS VACIO IZQUIERDO
VCR2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	LIMITE DE PRESION OREJAS VACIO DERECHO
SQ0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	SQO-SQI-OREJAS
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MAN=0/ AUTO =1
LR14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LIMITE INFERIOR RECIPIENTE DE OREJAS DERECHO
LR13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LIMITE SUPERIOR RECIPIENTE OREJAS IZQUIERDO
LR12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LIMITE SUPERIOR RECIPIENTE OREJAS DERECHO
LR11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	LIMITE SUPERIOR RECIPIENTE OREJAS IZQUIERDO
LR10	0	1	1	0	0	1	1	0	0	DETECTOR OREJAS IZQUIERDO
LR9	0	1	1	0	0	1	1	0	0	DETECTOR OREJAS DERECHO
LR8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	FIN INFERIOR ALIMENTADOR DE OREJAS
LR7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	LIMITE SUPERIOR DE OREJA

0 1 2 3 4 1 2 3 4

**SECUENCIADOR INICIAL DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA (OREJAS)
(SALIDAS)**

	0	1	2	3	4	1	2	3	4	
	0	0	1	1	0	0	1	1	0	SOLV4R SOLV4L
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SOL7/8R
	0	1	0	0	0	1	0	0	0	SOL6R
	0	0	0	1	0	0	0	1	0	SOL6L

BRAZOS ALIMENTADOR DE OREJAS

VALVULA DE SUCCION

0 1 2 3 4 1 2 3 4

Secuenciador de Orejas (ENTRADAS)

Mascara 1d0dh

	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	
N20:60	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	<i>STEP 0</i>
N20:61	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	<i>STEP 1</i>
N20:62	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	<i>STEP 2</i>
N20:63	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	<i>STEP 3</i>
N20:64	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	<i>STEP 4</i>

Mascara 13h

	84	83	82	81	80	
N21:41	0	0	0	0	0	<i>STEP 0</i>
N21:42	0	0	0	1	0	<i>STEP 1</i>
N21:43	0	0	0	0	0	<i>STEP 2</i>
N21:44	0	0	0	0	0	<i>STEP 3</i>
N21:45	1	0	0	0	0	<i>STEP 4</i>

Paso 3: Condiciones de entrada	Salidas
LR7(Límite superior de orejas)	
B3/88 (Manual =0 / Auto =1)	
SQO	

Paso 4: Condiciones de entrada	SALIDAS
LR7(Límite superior de orejas)	
B3/88 (Manual =0 / Auto =1)	
SQO	

2.1.4 Enclavamiento y protecciones del alimentador de orejas

Válvula de vacío de orejas

Siempre ON

Alimentador de orejas

VR5R: Permisible abajo alimentador de orejas, se activa cuando:

- Fotorelé llegada oreja derecha alimentador de orejas (T1MPPHR1): OFF
- Fotorelé llegada oreja izquierda alimentador de orejas (T1MPPHR2): OFF
- Fin inferior alimentador de orejas (LR8): OFF
- Retorno alimentador de orejas (SOL6L): OFF

VR5L: Permisible arriba alimentador de orejas

- Limite superior orejas (LR7): OFF
- Avance alimentador de orejas (SOL6R): OFF

Recipiente de orejas derecho

VR6L: Permisible arriba recipiente de orejas derecho, se activa cuando:

- Detector de orejas derecha (LR9): OFF
- Límite superior recipiente orejas derecha (LR11): OFF
- Descenso recipiente de orejas derecha (SOL7R): OFF

VR6R: Permisible abajo recipiente de orejas derecha, se activa cuando:

- Límite superior recipiente orejas derecho (LR12): OFF
- Descenso recipiente de orejas derecho (SOL7L): OFF

Recipiente de orejas izquierdo

VR7L: Permisible arriba recipiente de orejas izquierdo, se activa cuando:

- Detector de orejas izquierda (LR10): OFF
- Límite superior recipiente orejas izquierda (LR13): OFF
- Descenso recipiente de orejas izquierda (SOL8R): OFF

VR7R: Permisible abajo recipiente de orejas izquierdo, se activa cuando:

- Límite superior recipiente orejas izquierdo (LR14): OFF
- Descenso recipiente de orejas izquierdo (SOL8L): OFF

Interlock sqo-sqi orejas

B13/90: Permisible del SQO-SQI orejas, se activa cuando:

- SQO a orejas (B12/26): ON
- Abajo alimentador de orejas (VR5R): ON
- Alimentador de orejas (VR28): ON
- CMP Compara expresión R18:0.POS=0
- CMP Compara expresión R18:0. POS=4

- Ejecución 1 por ciclo SQ_Orejas

B3/60: OFF

2.1.5 Secuenciador principal de la preparadora

Comprende la operación de la máquina desde que la viga está afuera y arriba y se ejecuta consecutivamente hasta que ocurra una parada:

Constan de once pasos los cuales son los siguientes:

Paso 0: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1 Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado laminas	
LR15 Viga deslizante arriba	
LR18 Viga deslizante afuera	Plataforma oscilante Horizontal (SOL16L)
LR22 Prensa de orejas en reposo	
LR24 Punzonado en reposo	
LR26 Remachado en reposo	
LR28 Prensa de estampado en reposo	
LR29 Plataforma oscilante vertical	
LR34 Fin de retorno laminas	

Paso 1: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1 Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	
LR15 Viga deslizante arriba	
LR18 Viga deslizante afuera	SOL10L
LR22 Prensa de orejas en reposo	
LR24 Punzonado en reposo	
LR26 Remachado en reposo	
LR28 Prensa de estampado en reposo	
LR30 Plataforma oscilante vertical	
PHR1 Fotorelé llegada de oreja derecha	
PHR2 Fotorelé llegada de oreja izquierda	
Fin de retorno láminas de control lateral derecha (LR34)	

Paso 2: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	SOL5R
AR1 Switch de control	SOL10L
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	SOL9R
LR15 Viga deslizante arriba	
LR17 Viga deslizante adentro	

Cont. Paso 2: Condiciones de entrada	Salidas
LR22 Prensa de oreja en reposo	
LR24 Punzonado en reposo	
LR26 Remachado en reposo	
LR28 Prensa de estampado en reposo	
LR30 Plataforma oscilante horizontal	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	

Paso 3: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1Switch de control	
LR6 Ajuste de nivel elevador de láminas	
LR16 Viga deslizante abajo	
LR17 Viga deslizante adentro	SOL5R
LR22 Prensa de oreja en reposo	SOLV1/2/3
LR24 Punzonado en reposo	SEQ-P
LR26 Remachado en reposo	
LR28 Prensa de estampado en reposo	
LR30 Plataforma oscilante horizontal	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	

Paso 4: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1 Switch de control	
LR6 Ajuste de nivel elevador de láminas	
LR16 Viga deslizante abajo	SOL5L
LR17 Viga deslizante adentro	SOL12R
LR22 Prensa de oreja en reposo	SOL16R
LR24 Punzonado en reposo	SOLV1/2/3
LR26 Remachado en reposo	SOL3R/4L/4R/4L
LR28 Prensa de estampado en reposo	
LR30 Plataforma oscilante horizontal	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
VCR1 Interruptor limite de presión de vacío	

Paso 5: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1 Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	
LR16 Viga deslizante abajo	SOL10R
LR17 Viga deslizante adentro	SOL13L
LR23 Prensa de orejas prensado	SOLV1/2/3

Cont. Paso 5: Condiciones de entrada	Salidas
LR24 Punzonado en reposo	SOLA9
LR26 Remachado en reposo	MS3H
LR29 Plataforma oscilante vertical	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
VCR1 Interruptor limite de presión de vacío	

Paso 6: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1 Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	
LR16 Viga deslizante abajo	SOL10R
LR23 Prensa de orejas prensado	SOL13R
LR25 Punzonado punzonando	
LR26 Remachado en reposo	SOLV1/2/3
LR29 Plataforma oscilante vertical	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
VCR1 Interruptor limite de presión de vacío	

Paso 7: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1 Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	
LR16 Viga deslizante abajo	SOL10R
LR23 Prensa de orejas prensado	SOL14R
LR24 Punzonado en reposo	
LR26 Remachado en reposo	SOLV1/2/3
LR29 Plataforma oscilante vertical	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
VCR1 Interruptor limite de presión de vacío	

Paso 8: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1 Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	
LR16 Viga deslizante abajo	SOL10R
LR23 Prensa de orejas prensado	SOL14L
LR24 Punzonado en reposo	
LR27 Remachado remachando	SOLV1/2/3
LR29 Plataforma oscilante vertical	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
VCR1 Interruptor limite de presión de vacío	

Paso 9: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	
LR16 Viga deslizante abajo	SOL10R
LR23 Prensa de orejas prensado	SOL12L
LR24 Punzonado en reposo	SOL16L
LR26 Remachado en reposo	SOLA2
LR29 Plataforma oscilante vertical	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
VCR1 Interruptor limite de presión de vacío	

Paso 10: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1Switch de control	
LR4 Fin superior de succionado de laminas	
LR16 Viga deslizante abajo	SOL9L
LR18 Viga deslizante afuera	SOL16L
LR22 Prensa de orejas en reposo	SOLA1
LR24 Punzonado en reposo	
LR26 Remachado en reposo	
LR28 Prensa de estampado en reposo	
LR30 Plataforma oscilante vertical	

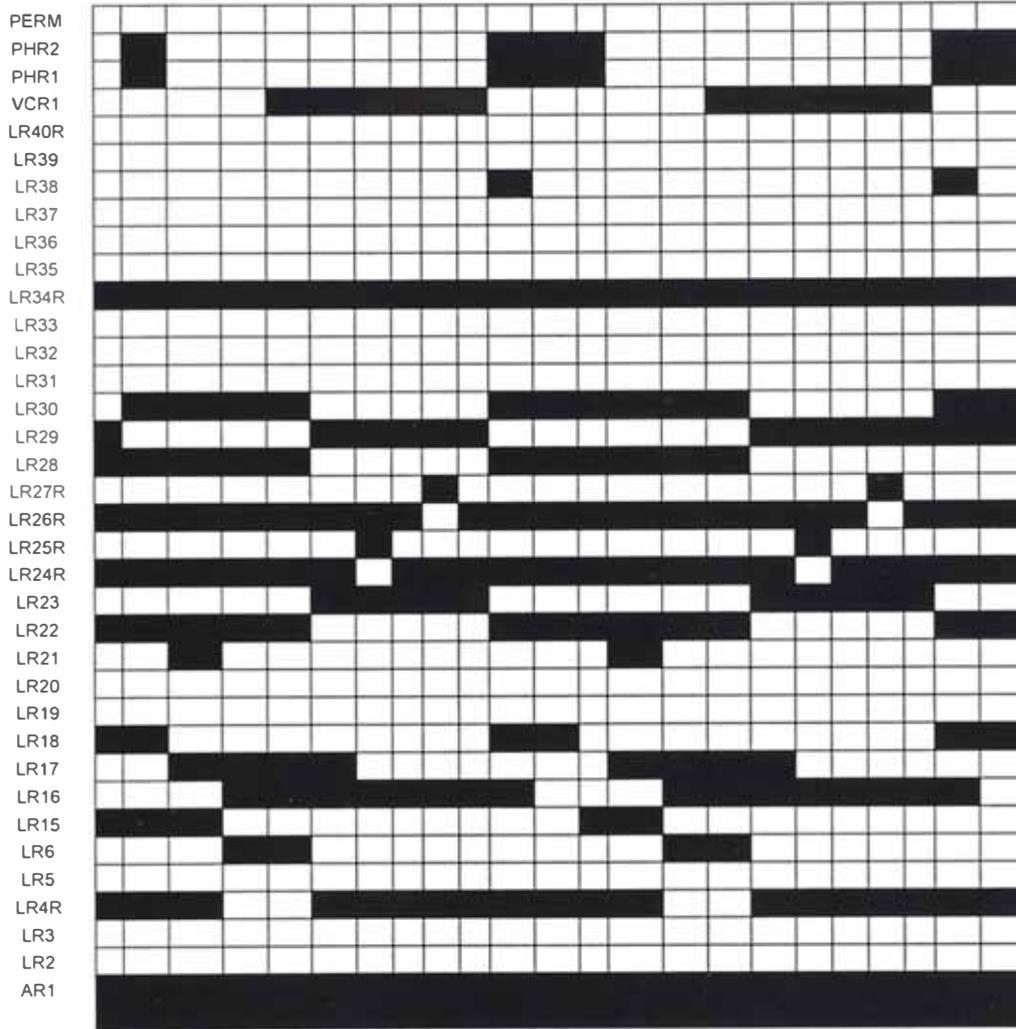
Cont. Paso 10: Condiciones de entrada	Salidas
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
LR37 Fin de llegada de barras	
PHR1 Fotorelé llegada de oreja derecha	
PHR2 Fotorelé llegada de oreja izquierda	

Paso 11: Condiciones de entrada	Salidas
MP: AX1+START-AUTO	
AR1Switch de control	
LR4 Fin Superior de succionado de laminas	
LR15 Viga deslizante arriba	
LR18 Viga deslizante afuera	
LR22 Prensa de oreja en reposo	
LR24 Punzonado en reposo	
LR26 Remachado en reposo	
LR28 Prensa de estampado en reposo	
LR30 Plataforma oscilante horizontal	
LR34 Fin de retorno láminas de control lateral	
PHR1 Fotorelé llegada de oreja derecha	
PHR2 Fotorelé llegada de oreja izquierda	

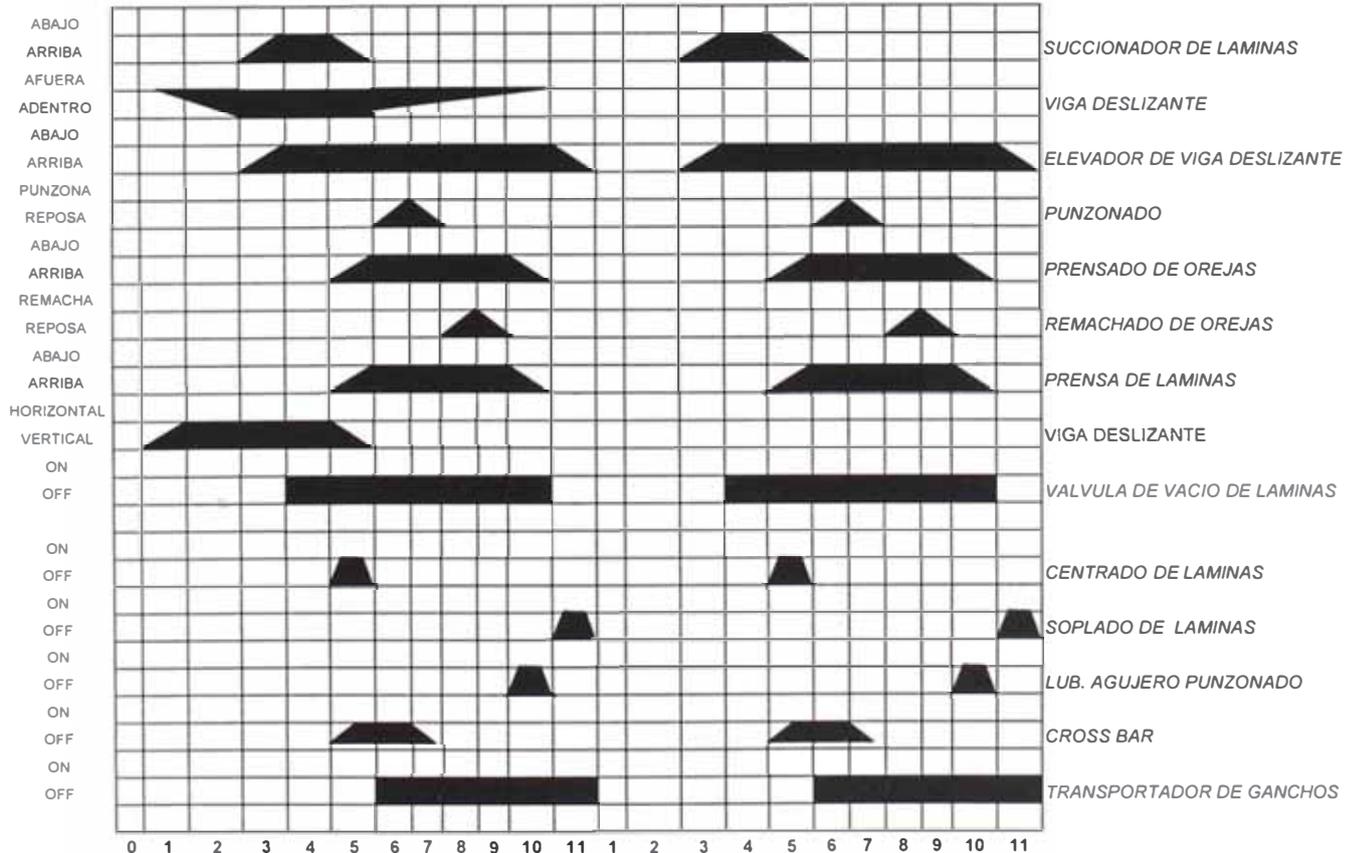
DIAGRAMA DE TIEMPO

2.1.5 Secuenciador Principal de la Preparadora

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11



2.1.6 Protecciones de cada uno de los cilindros hidráulicos y neumáticos

Elevador de láminas

VR1L: Permisible hacia arriba elevador de láminas, se activa cuando:

- El fin superior elevador de láminas (LR2): ON
- El ajuste nivel succionado de láminas (LR6): ON
- Elevador de láminas hacia abajo (SOL4R): OFF

VR1R: Permisible hacia abajo elevador de láminas, se activa cuando:

- El fin inferior elevador de láminas (LR3): OFF
- Elevador de láminas hacia arriba (SOL4L): OFF

- Succionador de láminas

VR2L: Permisible hacia arriba succionado de láminas, se activa cuando:

- El fin superior succionado de láminas (LR4): OFF
- Avance succionado de láminas (SOL5R):OFF

VR2R: Permisible hacia abajo succionado de láminas, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Avance viga deslizante (SOL5R): OFF
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Adentro viga deslizante (LR17): ON
- El ajuste nivel succionado de láminas (LR6): OFF
- El fin inferior succionado de láminas (LR5): OFF

- Retorno de succionado de láminas (SOL5L): OFF

- **Válvula de vacío (Lamina)**

- VR3: Permisible de las válvulas de vacío – láminas siempre están activas

- **Viga deslizante**

VR8L: Permisible adentro viga deslizante, se activa cuando:

- El fin ascenso de la plataforma oscilante (T1MPL30): ON
- Viga deslizante arriba (LR15): ON
- Adentro viga deslizante (LR17): OFF
- Hacia afuera viga deslizante (SOL10R): OFF

VR8R: Permisible afuera viga deslizante, se activa cuando

- El fin superior succionado de laminas (LR4): ON
- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Afuera viga deslizante (LR18): OFF
- Hacia adentro viga deslizante (SOL10L): OFF

VR9L: Permisible arriba viga deslizante, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Afuera viga deslizante (LR18): ON
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- B3/301 : ON
- Prensa de orejas arriba (LR22): ON
- Remachador arriba (LR26): ON
- Prensa de láminas arriba (LR28): ON

- Fin retorno de láminas izquierda carril (T1MPLS34L_R): ON
- Viga deslizante arriba (LR15): OFF
- Hacia abajo viga deslizante (SOL9R): OFF

VR9R: Permisible arriba viga deslizante, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Adentro viga deslizante (LR17): ON
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Hacia arriba viga deslizante (SOL9L): ON

- Prensa de orejas

VR10L: Permisible arriba prensado de orejas, se activa cuando:

- Prensa de orejas arriba (LR22): OFF
- Avance prensa de orejas (SOL12R): OFF

VR10R: Permisible abajo prensado de orejas, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Viga deslizante abajo con láminas en prensa de orejas (AR4): ON
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Prensa de orejas prensado (LR23): OFF
- Retorno prensa de orejas (SOL12L): OFF

Punzón de orejas

VR11L: Permisible punzonado de orejas, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF

- Viga deslizante abajo con láminas en prensa de orejas (AR4): ON
- Prensa de orejas prensado (LR23): ON
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Remachado arriba (LR26): ON
- Punzonado arriba (LR2): OFF
- Retorno punzonado (SOL13R): OFF

VR11R: Permisible reposo punzonado de orejas, se activa cuando:

- Punzonado abajo (LR24): ON
- Avance Punzonado (SOL13L): OFF

Remachador de orejas

VR12L: Permisible reposo remachador orejas, se activa cuando:

- Remachador arriba (LR26): OFF
- Avance remachado (SOL14R): OFF

VR12R: Permisible remachado orejas, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Viga deslizante abajo con láminas en prensa de orejas (AR4): ON
- Prensa de orejas prensado (LR23): ON
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Punzonado abajo (LR24): ON
- Remachado (LR27): OFF
- Retorno remachado (SOL14L): OFF

- **Prensa de estampado**

VR13L: Permisible reposo prensado de láminas, se activa cuando:

- Fin Ascenso prensa estampa (T1MPLS28): OFF
- Avance prensa estampa (SOL15R): OFF

VR13R: Permisible prensa láminas, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Viga deslizante abajo con láminas en prensa de láminas(AR5): ON
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Prensa de láminas prensado (PSR1): OFF
- Retorno prensa de estampado (SOL15L): OFF

- **Control posición de lámina**

VR14: Permisible del control posición de láminas lateral, se activa cuando:

- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Presencia de láminas posición lateral (LR31): ON

VR27: Permisible del control posición de láminas frontal, se activa cuando:

- Viga deslizante abajo (LR16): ON
- Presencia de láminas prensa orejas (LR32): ON

Plataforma oscilante

VR15L: Permisible plataforma oscilante horizontal, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF

- Posición desasceleración transportador de ganchos (LR39):
ON
- Parada transportador de ganchos (LR38): ON
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Fin ascenso plataforma oscilante (T1MPLS30): ON
- Plataforma oscilante vertical (SOL16R): OFF

VR15R: Permisible plataforma oscilante vertical, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Posición descenso plataforma oscilante ganchos(T1MPLS29):OFF
- Plataforma oscilante horizontal (SOL16L): OFF
- Llegada planchas a cambiador de
De transportador inclinado (LR40): OFF
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Fin descenso plataforma oscilante (T1MPLS29): OFF
- Plataforma oscilante horizontal (SOL16L): OFF

- **Alimentador de barras de contacto**

VR26: Permisible del alimentador de barras de contacto, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): OFF
- Presencia de láminas posición lateral (LR31): ON
- Fin llegada de barras carril (T1MPL37): OFF
- Enclavamiento transportador barra con panel de control carril
(T1MPKR1): ON

- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON
- Viga deslizante abajo (LR16): ON

VR28: Permisible del alimentador de orejas, se activa cuando:

- Manual = 1/ Auto =0 de control carril (T1MPCOS3A): OFF
- Llegada oreja derecha alimentador de orejas (PHR1): OFF
- Llegada oreja izquierda alimentador de orejas (PHR2): OFF
- Manual = 1/ Auto =0 (T1MPCOS3A): ON

- **Soplado de laminas**

VR33: Permisible del soplado de láminas

Siempre activo.

2.1.7 Sistemas de alarmas

Las alarmas de la máquina preparadora de láminas se activan por falta de confirmación de alguno de los límites de carrera, luego de haberse accionado alguna electroválvula o algún cilindro neumático o hidráulico.

Estas alarmas funcionan en una rutina especial, la misma que continuamente se estará scaneando y dará aviso al operador de una acción inadecuada en el momento en que ésta se produzca

Las alarmas son la siguiente:

Succionador de láminas

- Cuando retorna el succionado de láminas (SOL5L) y está apagado el fin superior succionado de láminas (LR4).
- Cuando avanza el succionado de láminas (SOL5R) y están apagados el fin inferior del succionador de láminas (LR5) y el ajuste de nivel succionador de láminas (LR6)

Faltan láminas en el recipiente

- Cuando están encendidos el fin inferior succionador de láminas (LR5) y el fin superior elevador de láminas (LR2).

Elevador de láminas abajo

- Cuando el fin inferior del elevador de láminas (LR3) está encendido.

Fin superior del alimentador de orejas

- Cuando retorna el alimentador orejas (SOL6L) y el límite superior de orejas (LR7) está apagado

Límite de presión en motor bomba prensa de estampado

- Cuando el límite de presión prensa estampado (PSR1B) está encendido

Fin inferior del alimentador de orejas

- Cuando avanza el alimentador de orejas (sol6r) y el fin inferior del alimentador de orejas (LR8) está apagado y el detector orejas derechas (LR9) o el detector de orejas izquierdo (LR10) está apagado.

Elevador de orejas izquierdo arriba

- Cuando el límite inferior recipiente orejas izquierdo (LR14) está encendido.

Elevador de orejas derecha abajo

- Cuando el límite inferior recipiente orejas derecho (LR12) está encendido

Faltan orejas en recipiente orejas derechas

- Cuando el fin inferior alimentador de orejas (LR8) y el fin superior de recipiente orejas derechas (LR11) están encendidos.

Faltan orejas en recipiente izquierdo

- Cuando el fin inferior alimentador de orejas (LR8) y el fin superior de recipiente orejas izquierdas (LR13) están encendidos.

Viga deslizante arriba

- Cuando la viga deslizante está arriba (SOL9L) y la viga deslizante arriba (LR15) está apagada.

Viga deslizante abajo

- Cuando la viga deslizante está abajo (SOL9R) y la viga deslizante abajo (LR16) está apagada

Viga deslizante adentro

- Cuando la viga deslizante está adentro (SOL10L) y la viga deslizante adentro (LR17) está apagada.

Viga deslizante afuera

- Cuando la viga deslizante está afuera (SOL10R) y la viga deslizante afuera (LR18) está apagada.

Fin de ascenso prensa de orejas

- Cuando retorna la prensa de orejas (SOL12L) y prensa de orejas arriba (LR22) está apagado.

Fin de descenso prensa de orejas

- Cuando avanza la prensa de orejas (SOL12R) y prensa de orejas prensado (LR23) está apagado.

Fin descenso ciclo –punzonado

- Cuando retorna punzonado (SOL13R) y punzonado abajo (LR24) está apagado

Fin ascenso ciclo punzonado

- Cuando avanza punzonado (SOL13L) y punzonado arriba (LR25) está apagado.

Fin ascenso ciclo remachado

- Cuando retorna remachado (SOL14L) y remachado arriba (LR26) está apagado.

Fin ascenso prensa de estampado

- Cuando retorna la prensa de estampado (SOL15L) y prensa de láminas arriba (LR28) está apagado.

Fin descenso plataforma oscilante

- Cuando la plataforma oscilante está en posición vertical (SOL16R) y el fin descenso de la plataforma oscilante (T1MPLS29) está apagada.

Fin ascenso plataforma oscilante

- Cuando la plataforma oscilante está en posición horizontal (SOL16L) y el fin ascenso de la plataforma oscilante (T1MPLS30) está apagada.

Fin de llegada de planchas a alimentadores

- Cuando la viga deslizante está hacia adentro (SOL10L) y la presencia de láminas posición lateral (LR31) está apagado.

Centrado de láminas lateral

- Cuando el centrado lámina lateral (SOLA3L) o centrado lámina lateral (SOL3AR) está activa y el fin retorno láminas izquierdo carril (T1MPLS34L_R) está apagada.

Llegada de Barras

- Cuando empuje de barras (SOLA9) y la llegada de barras (LR37) está apagada.

Válvulas sistema hidráulico

- Cuando hay suministro de corriente (COS1) y el SW_CTRL1 sistema hidráulico (T1MPLS1A Y SW CTRL2 sistema hidráulico (T1MPLS1B) están apagadas

Señal de avería en el breaker automático de uso operacional

- Autobreaker del circuito de operación (MCB19-OFF)
- Autobreaker de limit switches (MCB19-OFF)
- Autobreaker para válvulas solenoides (MCB20-OFF)

Los anteriores indican una señal de disparo del interruptor, el ajuste de éste deberá realizarse después de verificar las causas del problema.

2.2 Identificación de entrada y salidas del PLC

2.2.1 Identificación de entradas

Se presenta en el anexo B

2.2.2 Identificación de Salidas

Se presenta en el anexo C

2.3 Selección del PLC

De acuerdo al hardware los PLC pueden ser de hardware fijo o de hardware modular.

El PLC de hardware fijo incluye en una sola unidad la CPU, Fuente de alimentación y un número fijo de puntos de entrada y salida. Muchos modelos aceptan una alternativa limitada de expansión.

El PLC de hardware modular esta compuesto por módulos que cumplen una función definida, los cuales son insertados o montados en una especie de slots (o ranuras) contenidos en un chasis (rack)

Los módulos que dan configuración a un PLC son los siguientes:

Módulo del procesador (CPU)

Fuente de alimentación

Módulos de entrada

Módulos de salida

Módulos de entrada y salidas combinados

Módulos especiales

Para nuestro proyecto usaremos el PLC de hardware modular con el fin que en un futuro se puedan agregar nuevos módulos.

El hardware a emplear será del PLC SLC500 porque tiene la flexibilidad de potencia de un PLC grande, con el tamaño y simplicidad de uno pequeño.

2.3.1 Características de la CPU

La CPU es el cerebro del sistema el que realiza el procesamiento de las instrucciones de entrada, la toma de decisiones y la transferencia de la información. En el procesador se distinguen a su vez tres grandes componentes: Unidad de proceso (CPU), memoria e interfaz de comunicación.

El procesador siempre ocupa la primera ranura del primer chasis (ranura0). El procesador SLC 5/01 está disponible con un rango de memoria de 1 K o 4 K de instrucciones para el usuario. El SLC 5/02 está disponible

con 4 K de instrucciones para el usuario. El procesador SLC 5/03 está disponible con 12 K de instrucciones para el usuario y 4 K de palabras de datos adicionales. El procesador SLC 5/04 está disponible con 20 K de instrucciones para el usuario y 4 K de palabras de datos adicionales. Estos procesadores operan en un entorno industrial de hasta +60°C (+140°F).

El procesador de 1 K cuenta con un condensador de respaldo de 2 semanas, estándar, y una batería de respaldo opcional de 5 años para el caso de una interrupción de la potencia. Los procesadores de 4 K, 12 K y 20 K cuentan con una batería de respaldo de 2 años, estándar. También hay módulos de memoria opcionales para los procesadores SLC 5/01, 5/02, 5/03 y 5/04. Modulares.

Para nuestro presente trabajo requerimos 464 puntos entre entradas y salidas discretas, por lo tanto emplearemos el procesador SLC 5/02 el cual tiene 480 entradas discretas y 3 chasis con 30 ranuras como máximo.

Ver especificaciones generales de los procesadores en Anexo D

2.3.2 Módulos de entrada

El bloque de entrada permite al procesador detectar los valores de los parámetros de entrada que necesita la máquina.

Estos parámetros consisten en la posición de interruptores que el operador acciona para arrancar y seleccionar modos de funcionamiento de la máquina y para arrancarla o detenerla en el caso de los fines de carrera usados para detectar la posición o la presencia de la pieza y así mismo en otro tipo de sensores o interruptores utilizados para seguridad y detección de fallos.

Los dispositivos de entrada típicos son:

- Interruptores de proximidad
- Interruptores de final de carrera
- Conmutadores selectores
- Interruptores flotantes
- Interruptores de botón pulsador

Para nuestro desarrollo del presente trabajo estamos empleando como entrada discreta voltaje de operación a 220 Vca. con 16 puntos. Luego el módulo de entrada será número de catálogo 1746 IM16

Se presenta en el anexo E

2.3.3 Módulos de salida

En el bloque de salida los puntos de salida se van activando o desactivando de acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar la lógica del programa a las entradas presentes en los distintos instantes de tiempo.

En resumen, un PLC funciona básicamente como un secuenciador programable, cuando se le utiliza para automatizar una máquina.

En primer lugar detecta las condiciones de entrada que son de interés, luego resuelve las ecuaciones lógicas programadas, basándose en las condiciones actualmente presentes en la entrada.

Posteriormente prepara a los dispositivos de actuación necesaria para la realización de las tareas concretas que dicte la resolución de las ecuaciones lógicas.

- arrancadores de motor
- solenoides

- indicadores

Para nuestro desarrollo del presente trabajo estamos empleando como salida discreta voltaje de operación a 220 Vca. y 24 Vdc. (eléctrovalvulas) con 16 puntos. Luego el módulo de salida será número de catálogo 1746 OW16

Se presenta en el anexo F

2.3.4 Selección del Rack del PLC

El chasis aloja al procesador y a los módulos de E/S. La fuente de alimentación se instala en el lado izquierdo del chasis. Todos los componentes se deslizan fácilmente en el chasis a lo largo de las guías formadas en el chasis. No se requieren herramientas para introducir o extraer el procesador o los módulos de E/S. Se pueden conectar un máximo de tres chasis (30 ranuras de E/S) en un sistema SLC.

Hay cuatro tamaños de chasis para elegir: de 4 ranuras, 7 ranuras, 10 ranuras y 13 ranuras.

Como nuestro proyecto tiene 13 ranuras de entrada; y 15 ranuras de salida. Elegimos chasis de 13 ranuras

Chasis 0 tendrá 12 ranuras

Chasis 1 tendrá 7 ranuras

Chasis 2 tendrá 9 ranuras

2.3.5 Software de programación y dispositivo de programación

La Programación de los PLC SLC500 se puede realizar mediante dos tipos de software

Advanced Programming software (APS) bajo entorno DOS

Rslogix 500 bajo entorno windows

El software Rslogix 500 se usa bajo plataforma Windows 95, permite programar PLC de las familias SLC500 y Micrologix.

Antes de detallar el software de programación hay que definir los archivos de procesador, archivos de programa y los archivos de datos.

Archivos del procesador

Un archivo del procesador consta de los archivos del programa y archivos de datos creados bajo un nombre particular de archivo del procesador. Contiene todas las instrucciones, datos e información de configuración correspondientes a un programa del usuario.

El archivo del procesador es una unidad transferible. Puede ubicarse en el terminal de programación APS (o en el terminal portátil). Los archivos de procesador que residen en un terminal de programación pueden transferirse hacia/desde un procesador SLC 500, SLC 5/01, SLC 5/02, SLC 5/03 o SLC 5/04, o hacia/desde un módulo de memoria ubicado en el procesador.

Archivos del programa

Los archivos del programa contienen información del controlador, el programa principal de escalera y los programas de subrutinas. Para cada programa se requieren los primeros tres archivos del programa. Estos son:

- Programa del sistema (archivo 0) – Este archivo siempre está incluido y contiene información diversa relacionada con el sistema e información

programada por el usuario como por ejemplo tipo de procesador, configuración de E/S, nombre de archivo del procesador y contraseña.

- Programa principal de escalera (archivo 2) – Este archivo siempre es incluido y contiene instrucciones programadas por el usuario que definen cómo va a operar el controlador.
- Programa de escalera de subrutinas (archivos 3 – 255) – Estos son creados por el usuario y activados de acuerdo a instrucciones de subrutinas que residen en el archivo del programa principal de escalera. La rutina de fallo, interrupciones de E/S discretas, interrupciones cronometradas seleccionables y subrutinas de interrupción también incluyen archivos de programa de subrutinas.

Archivos de datos

Estos archivos contienen los datos asociados con las instrucciones en los archivos del programa de escalera. Cada programa puede contener hasta 256 archivos de datos. Estos archivos están organizados según el tipo de datos que contienen.

Los primeros 9 archivos de datos (0 – 8) tienen tipos por defecto. El usuario designa el resto de los archivos (9 – 255). Los tipos por defecto son:

- **Salida** (archivo 0) – Este archivo almacena el estado de los terminales de salida para el controlador.
- **Entrada** (archivo 1) – Este archivo almacena el estado de los terminales de entrada para el controlador.

- **Estado** (archivo 2) – Este archivo almacena la información de operación del controlador. Este archivo es útil para la localización y corrección de fallos del controlador y la operación del programa.
- **Bit** (archivo 3) – Este archivo se usa para el almacenamiento de la lógica del relé interno.
- **Temporizador** (archivo 4) – Este archivo almacena los valores acumulados y predefinido de temporizador y bits de estado.
- **Contador** (archivo 5) – Este archivo almacena los valores acumulados y predefinido de contador y bits de estado.
- **Control** (archivo 6) – Este archivo almacena la longitud, posición del puntero y bits de estado para instrucciones específicas tales como registros de desplazamiento y secuenciadores.
- **Entero** (archivo 7) – Este archivo se usa para almacenar valores numéricos o información de bits.
- **Coma flotante** (archivo 8) – Este archivo almacena números de 32 bits. El rango válido es $\pm 1.1754944e-38$ a $\pm 3.40282347e+38$. Sólo los procesadores SLC 5/03 OS301 y SLC 5/04 OS400 usan este archivo.
- **Definidos por el usuario** (archivos 9 – 255) – Estos archivos son definidos por el usuario como almacenamiento de bit, temporizador, contador, control y/o datos enteros. Los procesadores SLC 5/03 OS301 y SLC 5/04 OS400 también aceptan los archivos de coma flotante, cadenas y ASCII. Además, el archivo 9 está específicamente disponible como un archivo de interface de comunicación.

Direccionamiento de datos

El formato general para el direccionamiento de E/S es el siguiente:

O: e.s/b I: e.s/b

Donde:

O : Salida

 : Entrada

e : Número del slot es el adyacente a la fuente de alimentación en el primer chasis. Slots o ranuras sucesivos son numeradas desde 1 hasta un máximo de 30 en decimal

. : Delimitador de palabra

s : Número de palabra. Requerido si el número de entradas o salidas excede a 16 por slot.

/ : Delimitador de bit

b : Número del terminal. Rango 0 – 15.

Archivo # 2 de status

Este archivo almacena información concerniente a la operación del procesador. La mayoría de ellos pueden ser leídos y manipulados por el programa usuario, aunque hay algunos que son exclusivamente de lectura.

El formato general para direccionar este archivo es:

S : e/b

Donde:

S : archivo de estatus

 : Delimitador de elemento

e : Número de elemento. Rango 0 –15, cada elemento es de 1 palabra de 16 bits.

/ : delimitador de bit

b : Número de bit.

Archivo de bits

Usado principalmente para instrucciones con lógica de relé, registros de desplazamiento y secuenciadores. El máximo tamaño del archivo es de 256 elemento de 1 palabra (16 bits)

Bf : e/b

B: Archivo de bit

f : Numero de archivo. Número 3 es por omisión, pero un número entre 10 a 255 puede ser usado si se requiere almacenamiento adicional

: : Delimitador de elemento

e: Número de elemento. Rango 0-255, cada elemento es de una palabra de 16 bits.

/ : Delimitador de bit

b: Número de bit. Localización dentro del elemento. Rango 0-15

o También:

b : Número del bit. Posición numérica del bit dentro del archivo. Rango 0-4095.

Ejemplo B3: 3/14 Bit 14 elemento 3, archivo 3

Que puede ser expresado como: B3/62 bit 62.

Archivo de Temporizadores

Los temporizadores son elementos de 3 palabras.

La palabra 0 corresponde a la palabra de control

La palabra 1 almacena el valor preseteado

La palabra 2 almacena el valor acumulado

El formato es el siguiente:

Tf : e.s/b

T : Temporizador

f : Número de archivo. N° 4 es el archivo por omisión, pero un número entre 10-255 puede ser utilizado si se requiere almacenamiento adicional.

⋈ : Delimitador de elemento

e : Número de elemento. Rango 0-255, cada elemento posee 3 palabras.

. : Delimitador de palabra

s : Número de palabra. Indica un subelemento

0 Palabra de control

1 Preset (PRE)

2 Acumulado (ACC)

b: Número de bit

b = 13, bit efectuado (DN)

b = 14, bit tiempo de temporizado (TT)

b = 15, bit habilitado (EN)

Archivo de contadores

Los contadores son elementos de 3 palabras

La palabra 0 corresponde a la palabra de control

La palabra 1 almacena el valor establecido

La palabra 2 almacena el valor acumulado

El formato es el siguiente

Cf: e.s/b

C: contador

f: Número de archivo N° 5 es el archivo por omisión, pero un número entre 10 y 255 puede ser utilizado si se requiere almacenamiento adicional.

b: Número del bit

b = 11 bit, bajo flujo (UN)

b = 12 bit sobreflujo (OV)

b = 13 bit efectuado (DN)

b = 14 bit habilita contador descendente (CD)

b = 15 bit habilita contador ascendente (CU)

Archivo de control

Esta formado por tres palabras

Palabra 0 corresponde a la palabra de estatus

Palabra 1 indica el largo del dato almacenado

Palabra 2 indica la posición

El formato es el siguiente:

Rf : e.s/b

R: Archivo de control

f : Número de archivo N ° 6 es el archivo por omisión

b :Número del bit

b = 8 bit de encontrado (FD)

b = 9 bit de inhibición (IN)

b = 10 bit descargado (UL)

b = 11 bit error (ER)

b = 13 bit efectuado (DN)

b = 15 bit habilitado (EN)

Se presenta en el anexo G listado de instrucciones para el SLC 500 y PLC5

2.3.6 Alimentación eléctrica del PLC

La Fuente de alimentación provee energía a la CPU y a cada módulo de E/S.

En un sistema modular, se debe tener una fuente de alimentación individual para cada chasis. La fuente no ocupa ningún slot en el chasis: se instala en el lado izquierdo mediante dos tornillos.

Tipos de Fuentes de alimentación

Allen-Bradley ofrece 4 fuentes de alimentación diferentes, tres de CA y una de 24 VCC. Las fuentes de alimentación de CA pueden ser configuradas para que funcionen usando 120 ó 240 VCA.

1746-P1, 1746-P2, 1746-P3, 1746-P4.

Se presenta en el anexo H

Estas son las pautas que debe seguir cuando esté listo para seleccionar una fuente de alimentación:

1. Determine el voltaje de entrada para la fuente de alimentación.

2. Calcule el consumo total de corriente de placa posterior principal de los módulos de E/S sumando el consumo de corriente de la placa posterior principal de cada módulo de E/S en ese chasis.
3. Sume al consumo total de corriente de placa posterior principal de los módulos de E/S
4. Si deja ranuras disponibles para expansión futura en su chasis:
 - a. indique el consumo de corriente de placa posterior principal para futuros módulos de E/S
 - b. sume el consumo total de corriente de todos los módulos de E/S de expansión al total calculado en el paso 3
5. Determine si el espacio disponible para la fuente de alimentación está en el chasis o externo al chasis.

Seleccione su fuente de alimentación usando los requisitos de voltaje de entrada y el consumo total de corriente de placa posterior principal que acaba de determinar.

Como el presente proyecto tiene 3 chasis tenemos tres fuentes de alimentación para cada uno de ellos:

Para Chasis 0 se usara número de catálogo 1746 – P1

Para Chasis 1 se usara número de catálogo 1746 – P4

Para Chasis 2 se usara número de catálogo 1746 – P4

2.3.7 Programación de control en lenguaje Ladder

Descripción del programa de control

Para un mejor entendimiento el programa ha sido desarrollado en subrutinas las cuales se mencionan líneas abajo.

Subrutinas de la máquina preparadora de laminas

File 2 Programa Principal: Contiene la habilitación de cada uno de los saltos a subrutinas y el control del sistema hidráulico.

File 3 Secuenciador de condiciones iniciales

File 4 Buffer Input: Contiene la imagen de entrada de los límites de carrera y pressure switch, el permiso de arranque automático y la parada de emergencia.

File 5 Enclavamiento de la Preparadora de láminas: Contiene los enclavamientos auxiliares de la maquina preparadora.

File 6 Secuencia de Operación de la preparadora de Láminas: Contiene 3 secuenciadores de entrada y 2 de salida para la operación de la máquina preparadora; estos secuenciadores tienen una imagen en las áreas de las memorias N20: 0, N20: 20, N20: 40 y N21: 0 N21: 1 está en función de los diagramas de secuencia de operación.

File 7 Protecciones de la preparadora de láminas: Contiene las protecciones de cada uno de los cilindros neumáticos e hidráulicos de la máquina.

File 8 Secuencia de operación del alimentador de orejas: Contiene una secuencia de entrada y uno de salida para la operación del alimentador de orejas; éstos secuenciadores tienen una imagen en las áreas de la memoria

N20: 60 y N21: 41 están en función de los diagramas de secuencia de operación.

File 9 Enclavamiento del alimentador de orejas: Contiene los enclavamientos auxiliares del alimentador de orejas.

File 10 Transportadores y elevadores: Está rutina comprende la operación de la máquina de los transportadores de ganchos, inclinado almacén, elevadores #1 y #2 y espaciadores #1 y #2

File 11 Buffer Output: Comprende el enclavamiento del secuenciador y actualización de las salidas

File 12 Alarmas generales: Se han contemplado las alarmas por falta de confirmación de los límites de carrera de cada uno de los cilindros hidráulicos y neumáticos.

File 13 Motores: Comprende la operación de arranque de todos los motores de la máquina

File 14 Comunicación: Contiene el intercambio de datos recibidos y enviados

File 15 Operación manual

Para el presente proyecto se ha realizado automatización de la Máquina preparadora de láminas de arranque en lenguaje ladder realizado mediante el software Rslogix500 de Allen Bradley para los procesadores SLC 5/02.

Ver Anexo I Programa ladder.

CAPITULO III SISTEMA DE SUPERVISION DEL PROCESO

3.1 Simulación del proceso en Carta de funciones secuenciales

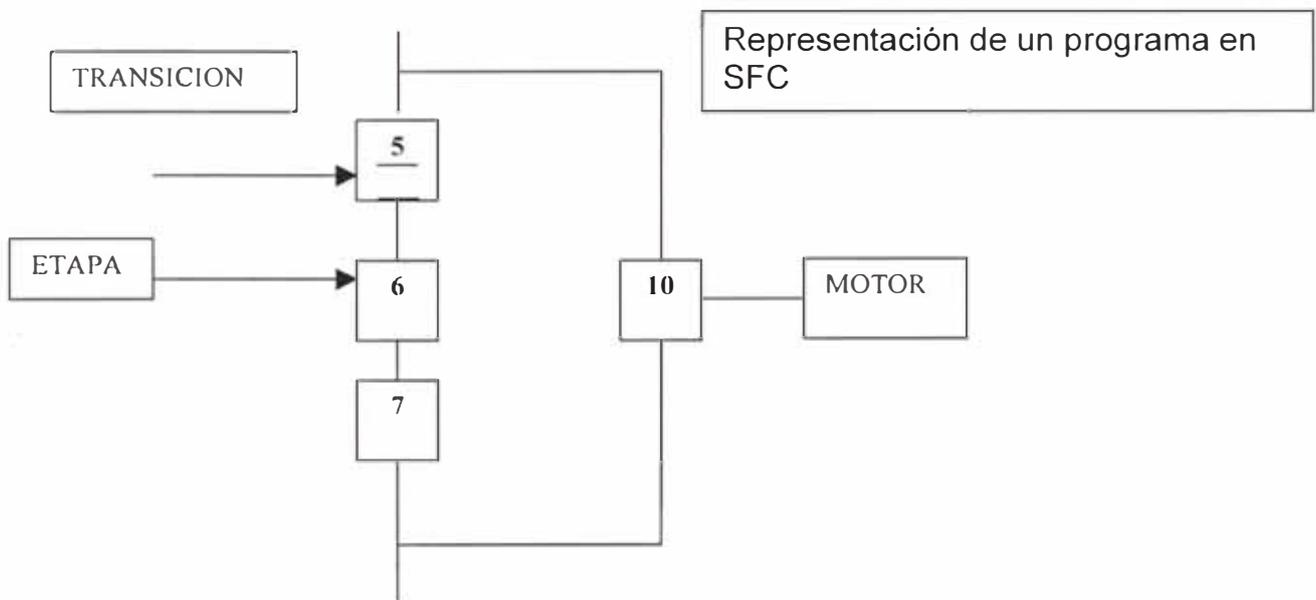
Para el presente proyecto la simulación se realiza mediante la carta de funciones secuenciales (SFC) en software Prosys. Antes de ir al desarrollo del programa en grafcet necesitamos saber que significa.

Carta de funciones secuenciales (SFC) o Grafcet

El Grafcet es una representación de análisis gráfico donde se establecen las funciones de un sistema secuencial.

Este lenguaje consiste en una secuencia de etapas y transiciones, asociadas respectivamente con acciones y condiciones.

Las etapas representan las acciones a realizar y las transiciones las condiciones que deben cumplirse para ir desarrollando acciones



Programación en Grafcet

Es un método gráfico de programación que permite describir, representar e interpretar fácilmente las funciones de los automatismo secuenciales.

El Grafcet, considerado como una herramienta excelente de representación, tiene las siguientes características:

- Utiliza una simbología sencilla y clara independientemente de la tecnología de la aplicación, sea ésta eléctrica, electrónica, electroneumática, hidráulica o las combinaciones anteriores
- Comprensible por cualquier persona aún con pocos recursos especializados.
- De fácil enfoque y empleando el menor tiempo en la resolución de aplicaciones industriales que cualquier otra representación.
- El PLC puede interpretar directamente este tipo de programación gráfico sin necesidad de modificarlo.

- Permite hacer la detección de fallas en sensores y actuadores del modo más rápido, cómodo y fácil, sin requerir conocimientos avanzados de computación
- Es un excelente medio de comunicación de documentación por su claridad para expresar el funcionamiento de los automatismo

Todo mando secuencial se desarrolla en un conjunto de etapas separadas unas de otras por transiciones. La relación **etapa - transición** es un conjunto indisociable,

Tratamiento del programa Grafcet

Un programa escrito en lenguaje Grafcet comprende 03 módulos de procesamiento consecutivos, éstos son:

1. Módulo de Pre - Procesamiento
2. Módulo de procesamiento secuencial y
3. Módulo de Post - procesamiento.

El Ciclo de escrutinio es tal como se muestra en las siguientes páginas donde cada etapa realiza un trabajo específico de administración y procesamiento.

Dialogo con el programador

Al Comienzo de cada ciclo el sistema procesa las solicitudes del programador así como el envío o recepción de mensajes.

Lectura del estado de entradas

Lee el estado físico de las entradas conectadas al PLC y las memoriza.

Módulo de pre-procesamiento es ejecutado en su totalidad y antes de los módulos secuenciales y post-procesamiento . Se usa para programar todos los eventos que tienen una influencia en el desarrollo del programa, éstos pueden ser:

- Procesamiento ante un retorno de energía y reinicialización.
- Diferentes modos de operación.
- Reseteo o pre-posicionamiento de etapas

Módulo de procesamiento secuencial

El módulo de procesamiento secuencial define la estructura secuencial de la aplicación y también su interpretación, es decir la definición de las acciones asociadas con las etapas y las acciones asociada con las transiciones

Módulo de post-procesamiento

El Módulo de post- procesamiento es el último ejecutado antes de la actualización de las salidas y es usado para programar las salidas lógicas incluyendo también:

- Acciones asociada o no con las etapas
- Administración de las funciones estándares de automatización tales como: Temporización, conteo, etc.

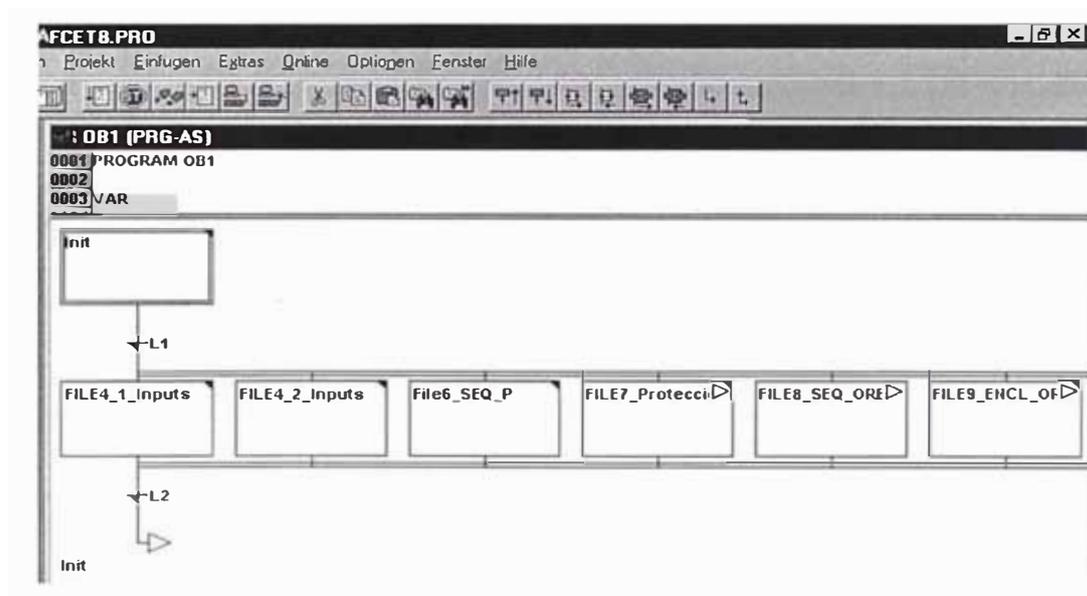
Actualización de las salidas

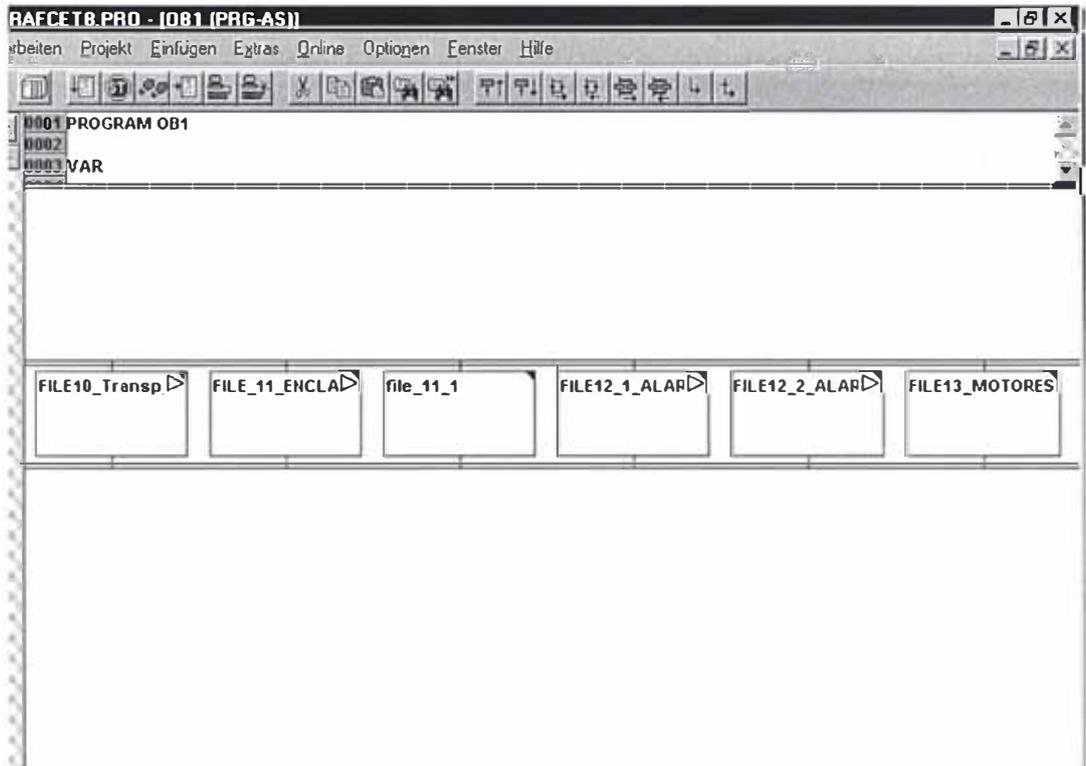
Es la etapa final del escrutinio y comprende la actualización del estado físico de las salidas congeladas durante el procesamiento.

Para programar en Grafcet es necesario además de conocer las funciones que cumplan las etapas, transiciones y uniones orientadas, respetar las reglas básicas de evolución que rigen el funcionamiento de todo el Grafcet, de modo tal que el programador siempre deberá tener presente estas reglas para la ejecución de los programas.

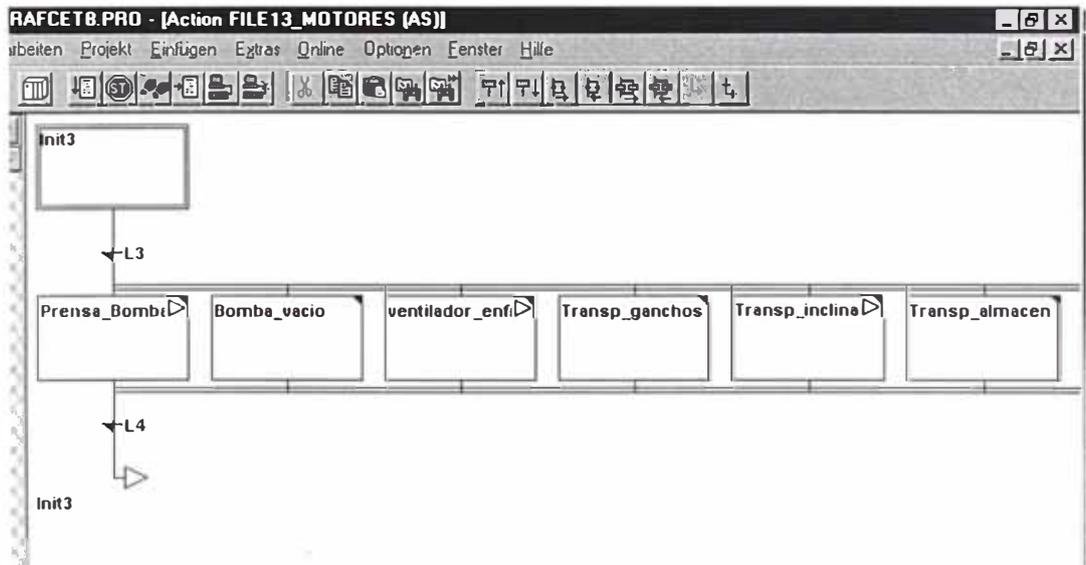
A continuación se verá la manera como se realiza la programación en Grafcet

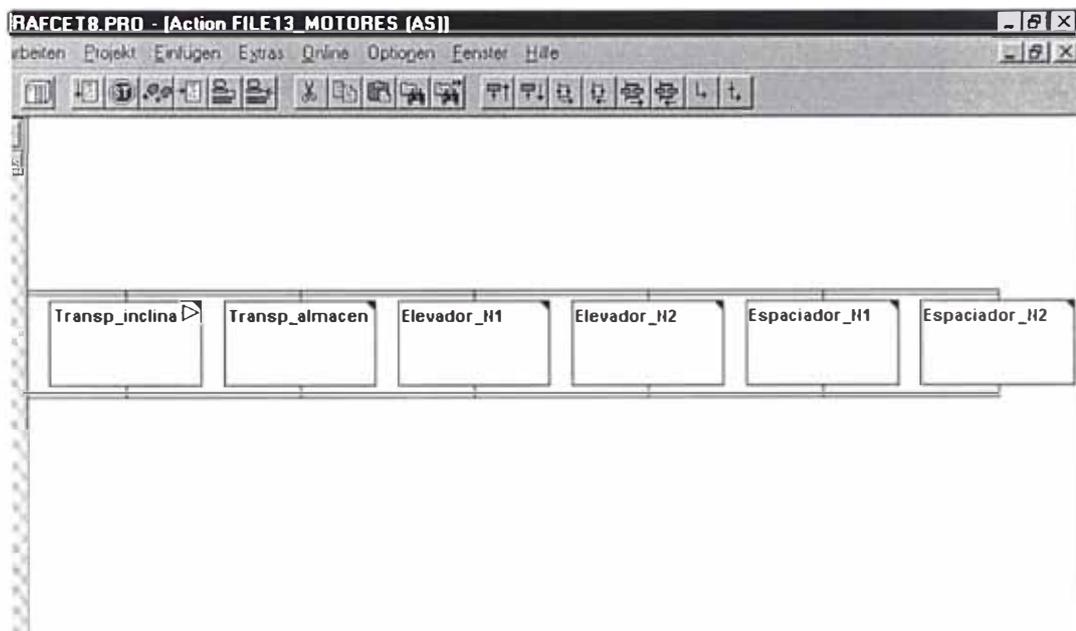
Habilitación de subrutinas



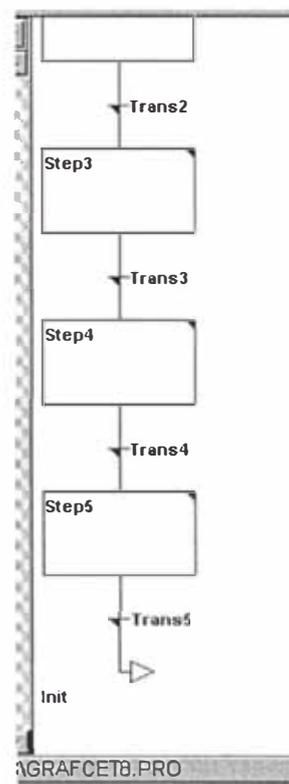
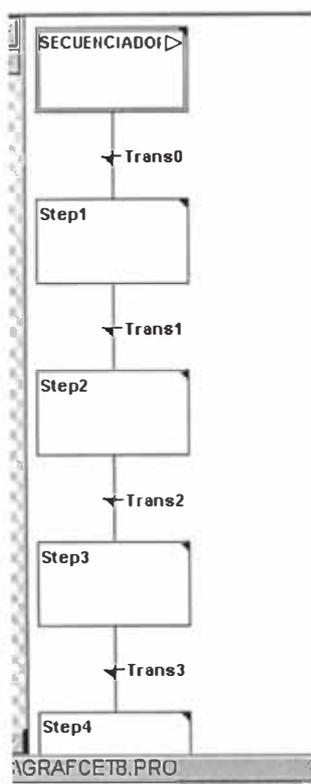


Arranque de motores

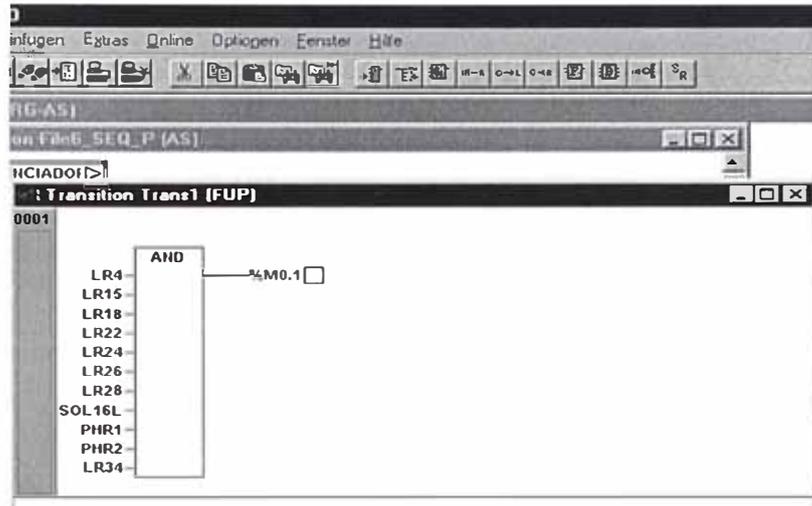




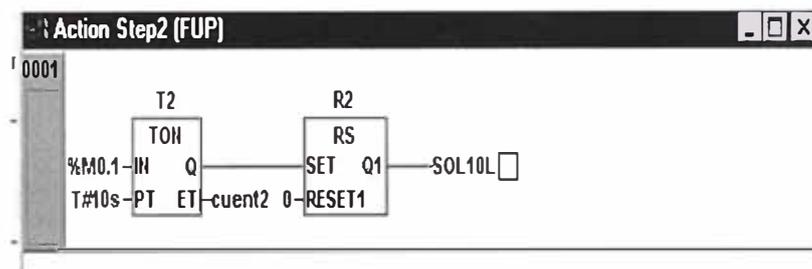
Secuenciador Principal



Transición Recoge datos de Campo



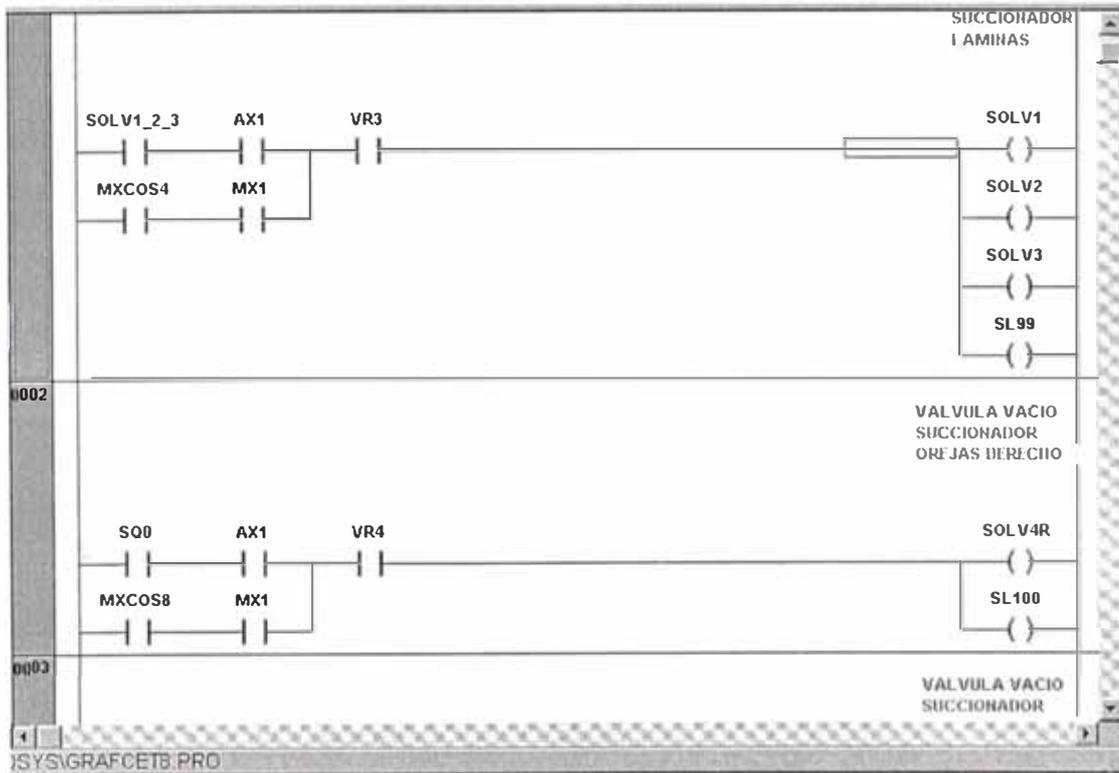
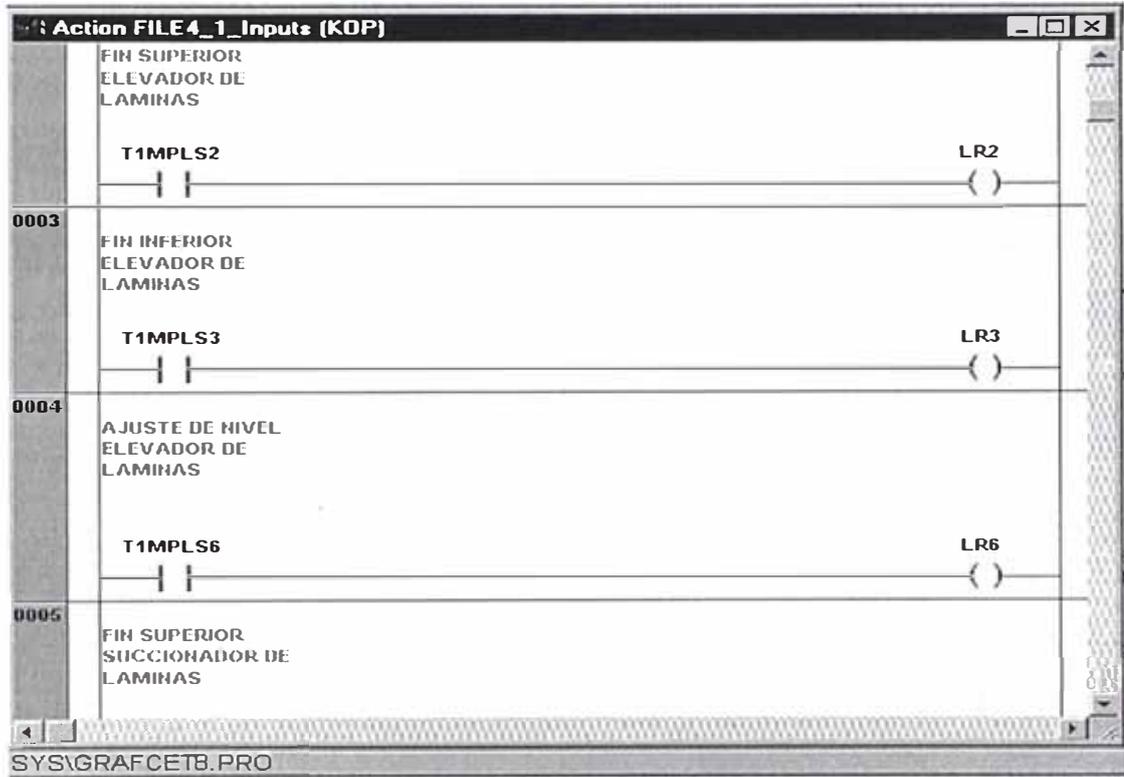
Acción: activa SOL 10L



Slots de E/s



Entradas y Salidas



3.2 Software del sistema

El sistema utilizado para los procesadores PLC-5 es el software 6200 entorno DOS y para entorno Windows es RSLOGIX5. Se presenta las características de dicho software en el Anexo J.

CAPITULO IV ANALISIS DE COSTOS

4.1 Costos del sistema actual

El sistema actual esta conformado por contactos auxiliares, temporizadores, contadores, lamparas de señalización, pulsadores. Para determinar el costo del sistema sobre la base de la lógica cableada haremos una descripción sólo de los equipos a reemplazar.

Requerimientos de equipos para un sistema automatizado por relés

1	Relé Térmico	12	45.34	544.17
2	Relé auxiliar	521	14.113	7352.77
3	Temporizador (on delay)	15	66.87	1003.06
4	Contador Electromecánico	1	100.00	100.00
5	Tablero	1	1200.00	1200.00

4.2 Beneficio del sistema automatizado

Prescinden del uso de dispositivos electromecánicos y electrónicos tales como: relés auxiliares, temporizadores, contadores, etc. Ya que estos dispositivos simplemente deben ser programados en el PLC.

No requiere un mantenimiento periódico, sino lo necesario para mantenerlo limpio y con sus terminales ajustados a los bornes y puestas a tierra.

Nos permite tener un mejor control de cada uno de los sensores y actuadores de campo en base a entradas y salidas direccionadas a canales o slots de los controladores programables, con el consiguiente detección rápida de una falla en los circuitos de control mediante, señalización de alarmas. Esto no lleva a que el tiempo se reduzca ante un una posible avería o falla, traduciéndose esto en una mayor producción de laminas de arranque.

No es necesario tanto cableado mucho cableado, su instalación resulta sencilla en comparación a la lógica convencional que si requiere de conocimientos técnicos avanzados.

Como es de conocimiento cualquier equipo electromecánico requiere un consumo de energía para su funcionamiento siendo dicho consumo representativo cuando se tiene una gran cantidad de ellos; sin embargo el consumo del PLC es muy inferior, que en el tiempo se reduce en un ahorro sustancial.

Pueden fácilmente conectarse con cualquier equipo sin importar la marca ni procedencia.

Se pueden integrar fácilmente en redes industriales y de este modo trabajar en sistemas jerarquizados o distribuidos, permitiendo un mejor trabajo en los niveles técnicos y administrativos de la planta.

4.3 Inversión de la automatización

4.3.1 Costos de equipamiento

Requerimientos de equipos para un sistema automatizado por PLC

DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO REFINERIA ILO

			\$LANDED S/IGV	
			663-I-0232	
			AB CONTROL	
IT	CANT	DESCRIPCION	COSTO UNIT	TOTAL
1	2	PLC-2-3,-5	902,09	1804,18
2	2	10-60v DC OUTPUT MODULE	364,59	729,18
3	1	ANALOG INPUT MODULE	1123,85	1123,85
4	1000	CABLE DE COMUNICACIÓN	0,40	400,00
5	1	TABLERO HOFMAN	2517,34	2517,34
6	1	PLACA BASE PANEL	545,34	545,34
7	1	48" FLORECENT	238,00	238,00
8	1	OPTIONAL DOOR SWITCH	18,70	18,70
9	200	FUSIBLES BUSSMAN	3,83	766,00
10	400	IEC TERMINAL BLOOK	1,40	560,00
11	50	TERMINAL BLOOK	4,21	210,50
12	10	DIN MONTING RAIL	4,98	49,80
13	50	END BARRIER	0,58	29,00
14	50	END ANCHOR	0,78	39,00
15	10	GROUP MARKING	1,65	16,50
16	2	CIR BRKR SCREW	70,23	140,46
17	2	CIR BRKR SCREW	70,23	140,46
18	5	MARKING SISTEM	13,22	66,10
19	5	MARKING SISTEM	13,22	66,10
20	5	MARKING SISTEM	13,22	66,10
21	5	MARKING SISTEM	13,22	66,10
22	50	10-57 VAC/DC	10,30	515,00
23	1	TRANSFORMADOR	705,88	705,88
24	10	MARCADORES	9,76	97,60
25	5	CANALETA PVC	14,12	70,60
26	5	CANALETA ABIERTA	12,35	61,75
27	1000	CINTILLOS PLASTICOS	0,24	240,00

28	1000	TERMINALES DE PROTEC.	0,06	60,00
29	1000	TERMINALES ESPIGA	0,06	60,00
30	1000	CABLE CONEXIÓN	0,18	180,00
31	400	CABLE CONEXIÓN	0,36	144,00
32	1	MATERIALES FERRETERIA	117,65	117,65
33	45	WT/OT PB 240v AMB	44,63	2008,35
34	8	WT/OT PB 240v RED	44,63	357,04
35	2	WT/OT PB,ILL	53,55	107,10
36	12	WT/OT PB,ILL	33,15	397,80
37	18	WT/OT PB,ILL NEMA 12	21,68	390,24
38	7	WT/OT POS SEL	25,50	178,50
39	2	WT/OT POS SEL	40,80	81,60
40	6	WT/OT BLUSH	21,68	130,08
41	75	FULL VOLTAGE	19,13	1434,75
42	75	LAMPARA INCANDESCENTE	1,91	143,25
43	1	PLC-5/20E	5074,25	5074,25
44	2	INPUT MODULE	432,25	864,50
45	1	POWER SUPPLY	473,60	473,60
46	1	10-60v DC	364,59	364,59
47	1	I/O CHASSIS	545,01	545,01
48	1	POWER SUPPLY	30,07	30,07
49	1	KEYPAD PANELVIEW	5295,02	5295,02
50	1	PANELBUILDER	1252,84	1252,84
51	1	UPLOAD/DOWLOAD	141,83	141,83
52	1	EEPROM MEMORY	406,58	406,58
53	1	PLC-5/40, 5/60	856,98	856,98
54	1000	CABLE DE COMUNICACIÓN	0,40	400,00
55	1	TABLERO HOFMAN	2517,34	2517,34
56	1	PLACA BASE	545,34	545,34
57	1	48" FLORECENTE	238,00	238,00
58	1	OPTIONAL DOOR	18,70	18,70
59	100	FUSIBLES BUSSMAN	3,83	383,00
60	200	IEC TERMINAL BLOCK	1,40	280,00
61	50	TERMINAL BLOCK	4,21	210,50
62	10	DIN MOUNTING RAIL	4,98	49,80
63	50	END BARRIER	0,58	29,00
64	50	END ANCHOR	0,78	39,00
65	10	GROUP MARKING	1,65	16,50
66	2	CIR BRKR	70,23	140,46
67	5	MARKING SYSTEM	13,22	66,10
68	5	MARKING SYSTEM	13,22	66,10

69	5	MARKING SYSTEM	13,22	66,10
70	5	MARKING SYSTEM	13,22	66,10
71	75	10-57v AC/DC	10,30	772,50
72	1	TRANSFORMADOR	705,88	705,88
73	10	MARCADORES	9,76	97,60
74	3	CANALETA ABIERTA	12,35	37,05
75	3	CANALETA PVC	14,12	42,36
76	500	CINTILLOS PLASTICOS	0,24	120,00
77	500	TERMINALES PROTEC.	0,06	30,00
78	500	TERMINAL ESPIGA	0,06	30,00
79	500	CABLE CONEXIÓN	0,18	90,00
80	200	CABLE CONEXIÓN	0,36	72,00
81	1	MATERIAL FERRETERIA	117,65	117,65
82	20	WT/OT PB AMB	44,63	892,60
83	17	WT/OT PB AMB TERMINAL RED	44,63	758,71
84	3	WT/OT PB FV	53,55	160,65
85	17	WT/OT PB FV	33,15	563,55
86	4	WT/OT PB FV NEMA 12	21,68	86,72
87	6	WT/OT,2 POS	25,50	153,00
88	4	WT/OT, PB	21,68	86,72
89	15	WT/OT, PB GRE	44,63	669,45
90	62	FULL VOLTAGE	19,13	1186,06
91	62	LAMPARA INCANDESCENTE	1,91	118,42

TOTAL COTIZADO

\$44.302,13

4.3.2 Costos de montaje

Se considerará el costo de montaje el 10 % del costo de equipamiento, el cual equivale a \$ 4,430.0

4.4 Flujos de fondos

Ver Tabla

4.4 FLUJO DE FONDOS PARA LA MAQUINA PREPARADORA DE LAMINAS

	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10
INGRESOS											
Reducción por gasto de personal de campo		28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800
TOTAL DE INGRESOS		28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800	28.800
GASTOS											
Mantenimiento		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
TOTAL GASTOS		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
MARGEN (M=I-G)		23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800
Depreciación (acelerada a 10 años) (D)	0	4.430	4.430	4.430	4.430	4.430	4.430	4.430	4.430	4.430	4.430
Utilidad Antes de Participación de los Trabajadores (UAPT=M-D)	0	19.370	19.370	19.370	19.370	19.370	19.370	19.370	19.370	19.370	19.370
Participación de los Trabajadores (Si UAPT > 0 ; PT=5%*UAPT)	0	968	968	968	968	968	968	968	968	968	968
Utilidad después de participación de trabajadores (UDPT=UAPT-PT)	0	18.401	18.401	18.401	18.401	18.401	18.401	18.401	18.401	18.401	18.401
Impuestos (Si UDPT > 0 ; IM=30%*UDPT)	0	5.520	5.520	5.520	5.520	5.520	5.520	5.520	5.520	5.520	5.520
Utilidad Después de Impuestos (UDI=UDPT-IM)	0	12.881	12.881	12.881	12.881	12.881	12.881	12.881	12.881	12.881	12.881
Inversión (I)	44.302	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Residual (VR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ahorro Pago de Impuestos de la Empresa (si UAPT < 0), APIM = -0.335*UAPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de Caja Neto = UDI+D-Io+VR+APIM	-44.302	17.311									

TASA DE DESCUENTO	8%	12%	14%	17%	20%	25%	TIR
VAN	71.857	53.510	45.995	36.344	28.274	17.507	37.45%

CONCLUSIONES

En un sistema sin PLC

Dificultaría el análisis y diagnóstico de fallas, lo que quiere decir que sucedida un problema en la máquina preparadora, implicaría un mayor tiempo en descubrir la falla, lo que se traduce que la producción se detenga un promedio de 2 a 3 horas.

En una situación con PLC

Presenta ventajas de tipo técnico y económico

Cuando se quiere controlar nuevas señales presenta compatibilidad con elementos sensores y actuadores.

Factibilidad de intervenir en redes de supervisión, permitiendo tomar decisiones a un nivel más administrativo.

Diagnóstico de fallas rápida debido a que como ya no se tiene contactores auxiliares, ni temporizador, ni contadores electromecánicos el tiempo en que se invertiría en buscar la posible falla en el tablero de mando, se puede invertir en revisar otros componentes de la máquina.

Como los diversos puntos de entradas y salidas la podemos asignar a canales de un software de supervisión nos avisaría vía pantalla del computador si paro el motor, si la ramachadora o estampadora al regresar a

su posición superior no es registrado por los límites de carrera, el sistema de supervisión nos enviara una alarma inclusive registrando la hora de la ocurrencia.

Es recomendable contar con tecnología que nos permita realizar expansiones futuras y prioritarias de acuerdo a nuestras necesidades, lo que hacemos en este caso es ampliar las tarjetas de entradas y salidas ya sea discretas o analógicas. Un sistema con lógica cableada nos puede llevar a adquirir otro tablero eléctrico lo que se traduce en un mayor costo.

Mantenimiento cero al equipo de mando.

Menor tiempo de parada de la producción porque la falla se ubicaría en aprox. 10 a 15 minutos. Para la máquina preparadora de láminas de arranque la producción por minuto es de 6 a 6.5 láminas de cobre.

BIBLOGRAFIA

1. FAMILIA DE CONTROLADORES PROGRAMABLES SLC500.
2. PROCESADORES MODULARES PLC5.
3. SOFTWARE DE PROGRAMACION PLC5.
4. PROCESADORES PLC5 CON NUEVAS CARACTERISTICAS.
5. MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA CORRIENTE CONTINUA PARA ENTRADA Y SALIDA DIGITALES 1771.
6. MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA DE CORRIENTE ALTERNA PARA ENTRADA Y SALIDAS DIGITALES 1771.
7. REFERENCIA DEL CONJUNTO INSTRUCCIONES CONTROLADORES PROGRAMABLES PL5.