153
2ej.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE SEIS MAQUINAS DE EMPAQUE, UTILIZANDO UN CONTROLODAR LOGICO PROGRAMABLE (PLC) Y EQUIPO PERIFERICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

ADRIANA RODRIGEZ MONDRAGON
ALBERTO SORDO GONZALEZ
MARCELA RUIZ BARRON

A S E S O R :
ING. LAURO SANTIAGO CRUZ

MEXICO, D. F. 1997

Al Ing. Lauro Santiago, por su amistad, paciencia y atinada dirección en este trabajo.

A todos nuestros maestros como testimonio de gratitud por todas sus enseñanzas y consejos.

A nuestra Universidad.

A nuestra escuela, Facultad de Ingeniería.

Marcela
Adriana
Alberto

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE SEIS MAQUINAS DE EMPAQUE, UTILIZANDO UN CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC) Y EQUIPO PERIFERICO

INDICE TEMATICO

INTRODUCCION

Hoy en dia, el mundo entero vive una etapa de transformación en todos los aspectos. El constante crecimiento de la población es el principal factor generador de los cambios que se aprecian a nivel mundial. En consecuencia, los problemas de la sociedad se han incrementado notablemente en todos los campos: social, laboral, técnico, industrial, etc. Así pues, cada una de las ramas de la sociedad exige soluciones especificas a sus problemas. Tal es el caso del sector industrial, el cual contempla una serie de situaciones y problemas particulares para cada área, y que en consecuencia, requieren soluciones efectivas y eficaces. La optimización de los recursos, es factor primordial e indispensable en la búsqueda de dichas soluciones. Por todo esto, si nos enfocamos a la necesidad de elevar la productividad de las industrias, se hace evidente la condición de optimizar los sistemas de producción, así como también tener la posibilidad de modificar los mismos, sin que esto represente una gran inversión de tiempo, ya que dentro de la industria, este último constituye la principal variable a optimizar.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, podemos afirmar que en los últimos años ha surgido la necesidad de implementar el diseño de sistemas lógicos de control para satisfacer los requerimientos de tipo industrial, ya que ofrecen la gran ventaja de poder cargar desde fuera las decisiones que realiza el sistema, por medio de un código de instrucciones ó programa, el cual será ejecutado posteriormente.

Ahora, si el sistema de control debe ser modificado, los cambios se efectuarán únicamente en el código de instrucciones; este proceso es conocido como "Modificaciones en *software*". Al código de instrucciones que controla la ejecución del sistema se le llama programa, por lo tanto a estos sistemas son llamados sistemas programables. Si todos los componentes necesarios de control son ensamblados y conformados como unidad completa, ésta es conocida como "Controlador Programable".

Bosquejo histórico

Los Controladores Programables fueron creados como una respuesta a las constantes modificaciones a las especificaciones de diseño establecidas por la industria automotriz a finales de los años 60's; tales modificaciones obedecieron a los cambios de modelo de automóvil que se realizan año con año, mismas que pusieron de manifiesto gran presión hacia los dispositivos que realizaban el control de los procesos de fabricación, pintado y ensamblado de partes automotrices. A fin de reducir en cierta medida el cambio completo del sistema de control, lo cual representa una gran inversión de tiempo, se buscó una nueva alternativa que ofreciera flexibilidad en cuanto a la implementación de los cambios.

Las computadoras han sido ya establecidas como una herramienta de trabajo indispensable en la Industria. Algunas de las ventajas de las computadoras fueron incluidas en las especificaciones originales de los controladores

programables. Sin embargo, los puntos débiles fueron eliminados, y el resultado es que los controladores programables modernos cuentan ya con sus propias características, que van desde su presentación hasta la resistencia a condiciones de trabajo en ambientes industriales.

Objetivo

La necesidad de estandarizar e incrementar eficiencias en el proceso de empacado de detergentes en una línea de empaque para una empresa líder en el ramo, así como también la de obtener mayor información en cuanto a las variables del proceso, tales como tiempo muerto, eficiencia y porcentaje de desperdicio, nos ha llevado a proponer la automatización de dicho proceso por medio de un Controlador Lógico Programable (PLC) y de las *interfaces* necesarias para hacer más robusto el sistema.

En el transcurso del presente trabajo de tesis mostraremos, en forma desglosada, el procedimiento a seguir al desarrollar un sistema de control basado en el uso de PLC's; desde los conceptos y simbología básica hasta la puesta en marcha del sistema.

El trabajo presente está estructurado de la manera siguiente:

En el capítulo 1 titulado "Generalidades", se presentarán al lector los conceptos básicos referentes a los PLC's, incluyendo una descripción general pero completa de los aspectos más importantes, como son las diversas formas de programación y los criterios de implementación de un sistema. Asímismo, se describirán las dos técnicas de control más comunmente utilizadas en la industria: control por cableado y control por programa, mencionando además las ventajas de éste último sobre el primero.

El capítulo 2 se refiere a la descripción del sistema a desarrollar, abarcando

desde el planteamiento del problema -y a partir de esto la definición de las herramientas a utilizar-, hasta los alcances del proyecto. De igual manera se establecerán los objetivos y límites funcionales del proyecto, es decir, hasta donde se podrá establecer la operación del sistema. Por último, se presentará un bosquejo de los criterios utilizados para la selección del equipo.

En el capítulo 3 se describirá el funcionamiento general de las máquinas a automatizar, y se definirán las señales necesarias para implementar el control. Además se presentará el equipo seleccionado para la elaboración del presente proyecto. Se mostrará la arquitectura del sistema, esto es, los elementos que lo componen y su interrelación, así como la descripción detallada de los mismos. También se presentará la información correspondiente sobre los diferentes dispositivos que conforman el equipo de control.

El capítulo 4 se refiere a la instalación del sistema, abarcando: la disposición de las rutas de cableado de las diferentes señales, la de las máquinas dentro de la línea de empaque, los tableros de control, así como los diagramas punto a punto y de conexión.

Por último expondremos los resultados y las conclusiones a las que llegamos durante el desarrollo del presente proyecto, y se presenta la bibliografía de referencia.

Finalmente se presenta el apéndice, el cual incluye información adicional de cada uno de los capítulos, tal como el desarrollo del programa de control del PLC y de sus diferentes *interfaces*, descripción general e instrucciones para la programación de los diferentes periféricos, ecuaciones y variables de interés.

CAPITULO I.- GENERALIDADES

En el presente capítulo haremos mención de los conceptos básicos referentes a los sistemas de control basados en PLC's, para de esta forma facilitar la introducción del lector en esta materia.

1.1.- Conceptos básicos

En un sentido formal, un PLC puede ser definido como una computadora industrial, dedicada a una tarea específica con ciertos límites, pero con un alto nivel de programación. Siendo además, un equipo adecuado para tareas de automatización en el campo de la industria, apto para el manejo de máquinas, automatización y vigilancia de procesos. Generalmente es un equipo de construcción robusta que permite su uso en condiciones ambientales difíciles.

Hablando de la programación de estos equipos, una de las desventajas es que la mayoría de la terminología para los PLC's fue desarrollada fuera de los

estándares del campo de la computación, por lo cual se hace necesario aprender dicha terminología para la utilización de estos dispositivos a cualquier nivel.

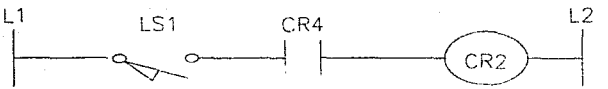
1.1.1.- Tipos de lenguaje usados por un PLC

La terminología utilizada para desarrollar programas de aplicación varía de acuerdo a la marca de cada equipo. Sin embargo, existen tres formas de programación que son las más comunmente usadas, éstas son:

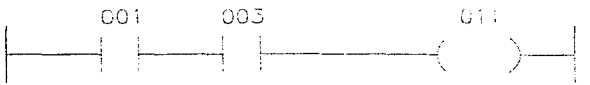
- Por lista de instrucciones: En este caso se programa usando abreviaturas de instrucciones fáciles de memorizar. Si las otras formas de representación son de naturaleza gráfica, la lista de instrucciones constituye una descripción verbal de las funciones de mando.

- Esquema de funciones: Esta forma de programación se basa en la representación lógica de la marcha del proceso o del funcionamiento de la máquina. Así pues las funciones de mando se representan gráficamente por medio de símbolos lógicos. El esquema de funciones se ha impuesto a lo largo de los años como el medio de comunicación entre los constructores de máquinas y los especialistas en automatización.

- Esquema de contactos (diagrama de escalera): Esta es la forma de representación adecuada para toda persona que sepa leer un esquema de circuitos o circuito eléctrico. Con un poco de experiencia se pueden realizar programas en la terminal de programación en menos tiempo del necesario para trazar a mano el esquema de circuitos correspondiente. Y, si hay que hacer modificaciones, la ganacia de tiempo es incluso mayor. Este tipo de lenguaje de programación para los PLC's es de los más aceptados ya que es un diagrama esquemático que muestra sobre un renglón y por separado cada una de las ramas del circuito de control. Su finalidad consiste en realizar la función de distintas ramas y la secuencia resultante de la operación.



Segmento de una escalera de relevadores



Segmento equivalente a una escalera de Controlador

Figura 1.1.-Segmentos de un circuito en escalera

La figura 1.1 muestra un circuito eléctrico con relevadores y un circuito equivalente como se representa para el PLC. En el circuito con relevadores, una continuidad eléctrica es requerida para energizar la salida, mientras que en la escalera del PLC, una continuidad lógica es requerida para energizar la salida. Los símbolos individuales representan instrucciones; los números 001, 003 y 011 son las direcciones de las instrucciones.

1.1.2.- Clasificación de instrucciones básicas de un PLC

En forma general las instrucciones básicas pueden clasificarse como instrucciones de condición e instrucciones de salida.

En la tabla 1.1 se muestra el *set* de instrucciones básicas que posee un PLC.

Instrucciones tipo Relevador:

Instrucción	Nombre y Mnemónico	Descripción
I:012 07	Examine On XIC	Examina el bit I:012/07, el cual corresponde a la terminal 7 de un módulo de entradas en el I/O Rack 1, del grupo 2. Si este bit toma el valor de (1), la instrucción es verdadera.
I:012 07	Examine Off XIO	Examina el bit I:012/07, el cual corresponde a la terminal 7 de un módulo de entradas en el I/O Rack 1, del grupo 2. Si este bit toma el valor de (0), la instrucción es verdadera.
O:002 02	Output Energize OTE	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el bit O:002/02 toma el valor de (1), el cual corresponde a la terminal 2 de un módulo de salidas en el I/O Rack 0, del grupo 2.
O:002 L 02	Output Latch OTL	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el bit O:002/02 toma el valor de (1), el cual corresponde a la terminal 2 de un módulo de salidas en el I/O Rack 0, del grupo 2. Este bit permanecerá encendido hasta que sea apagado (reseteado) por una instrucción OTU.
O:002 U 02	Output Unlatch OTU	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el bit O:002/02 toma el valor de (0), el cual corresponde a la terminal 2 de un módulo de salidas en el I/O Rack 0, del grupo 2.

Tabla 1.1.- Clasificación de instrucciones básicas de un PLC.

1.1.3 Elementos básicos de interconexión con PLC's

Ya que algunos de los equipos periféricos de los PLC's utilizan para su funcionamiento dispositivos optoelectrónicos (dispositivos ópticos, TRIAC's, relés), y debido a la importancia de los acoplamientos de entrada/salida, consideramos pertinente explicar de manera general el principio de operación de los mismos, así como mencionar algunas de sus posibles aplicaciones.

Los dispositivos optoelectrónicos están construidos básicamente por diodos y transistores que interactúan con luz.

Entre la variedad que existe de dispositivos optoelectrónicos, mencionaremos únicamente los que se relacionan con la contrucción de algunos de los elementos periféricos del equipo de control basado en PLC's.

Fotodiodos

El fotodiodo es un dispositivo semiconductor de unión p-n cuya región de operación está limitada a la región de polarización inversa. En la figura 1.2 se muetra el arreglo de la polarización básica, la construcción y el símbolo correspondientes al dispositivo.

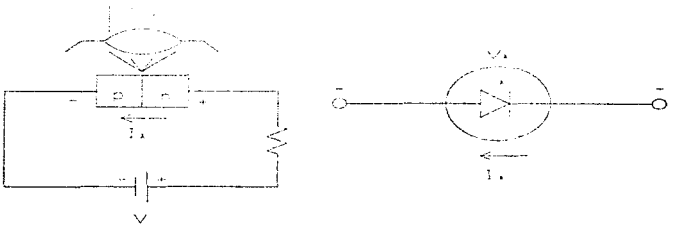


Figura 1.2.- Arreglo básico de la polarización y símbolo del fotodiodo.

Si recordamos que la corriente de saturación inversa para un diodo está normalmente limitada a unos cuantos microamperes, y que esto es debido solamente a los portadores minoritarios generados en forma térmica en los materiales tipo n y p, tendremos que la aplicación de la luz en la unión dará como resultado una transferencia de energía de las ondas luminosas incidentes (en forma de fotones) a la estructura atómica, lo que originará un gran número de portadores minoritarios y un mayor nivel de corriente inversa.

En la figura 1.3 se muestra el conjunto de curvas características del fotodiodo.

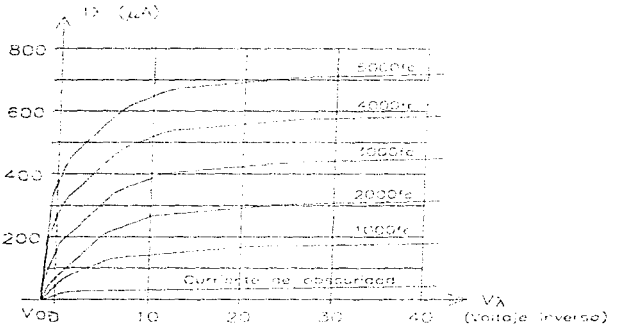


Figura 1.3.- Conjunto típico de características del fotodiodo.

La corriente de obscuridad es aquella que ocurre cuando no se aplica iluminación. Nótese que la corriente sólo retornará a cero cuando se aplique una

polarización positiva igual a V_o. El espaciamiento casi igual entre las curvas para el mismo incremento en el flujo luminoso revela que la corriente inversa y el flujo luminoso se relacionan en forma muy cercana a la lineal. En otras palabras, un aumento en la intensidad luminosa dará como resultado un incremento similar en la corriente inversa.

En la figura 1.4 aparece una gráfica que muestra la relación lineal entre la corriente inversa y el flujo luminoso respecto a un voltaje fijo V_λ de 20V. Sobre una base relativa podemos considerar que la corriente inversa es en esencia cero cuando no hay luz incidente.

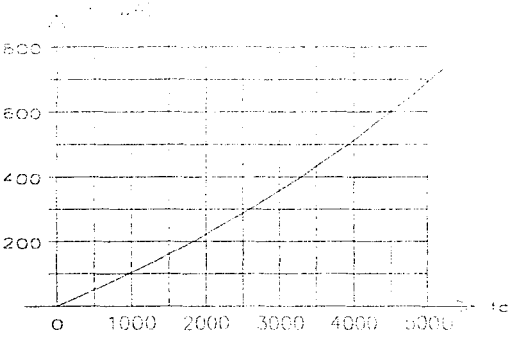


Figura 1.4.- I_λ vs. fc, V_A=20V para el fotodiodo.

Puesto que los tiempos de subida y caída (parámetros de cambio de estado) son sumamente pequeños para este dispositivo (en el intervalo de

nanosegundos), el dispositivo puede emplearse para aplicaciones de conteo o conmutación a altas velocidades.

Fototransistor

El fototransistor tiene una unión p-n de colector a base fotosensible. La corriente inducida por efectos fotoeléctricos es la corriente de base del transistor. Asignando la notación I_λ para la corriente de base fotoinducida, la corriente de colector resultante, en una base aproximada resulta ser:

$$I_c = h_{fe} I_\lambda \qquad \text{(ec. 1.1)}$$

donde $h_{fe} = b$ y b es el factor de amplificación de corriente directa de emisor común, el cual esta dado por:

$$b = I_c / I_a \qquad \text{(ec. 1.2)}$$

En la figura 1.5 se muestra un conjunto representativo de características de un fototransistor así como también la representación simbólica del dispositivo.

Cabe hacer notar que existen similitudes entre las curvas repesentativas del fototransistor con las de un transistor bipolar típico. Como es de esperarse, un incremento en la intensidad luminosa corresponde aun aumento en la corriente de colector. Para familiarizarnos con la unidad de medida intensidad luminosa, miliwatts por centímetro cuadrado, en la figura 1.6 aparece una curva de la corriente de base contra la densidad de flujo.

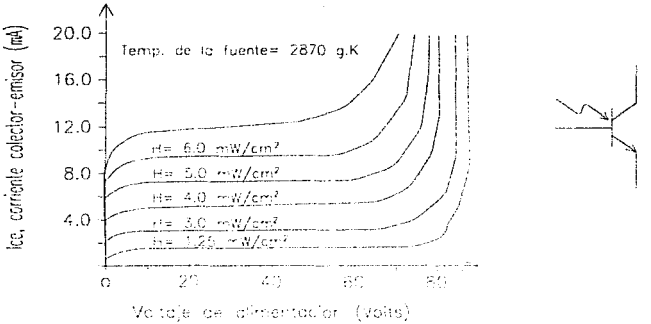


Figura 1.5.- Conjunto de características de un fototransistor.

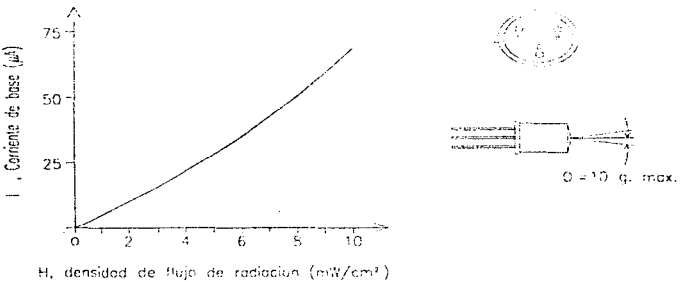


Figura 1.6.- Curva de corriente de base vs. densidad de flujo, fototransistor con identificación de terminales y alineamiento angular.

Obsérvese el aumento exponencial en la corriente de base con la creciente densidad de flujo. En la misma figura se presenta un dibujo del fototransistor con la identificación de terminales y el alineamiento angular.

Algunas áreas de aplicación del fototransistor incluyen el control luminoso, indicación de nivel, circuitos de conmutación y sistemas de conteo.

Emisores infrarrojos

Los diodos emisores infrarrojos son dispositivos de estado sólido de arseniuro de galio que emiten un haz de flujo radiante cuando se polarizan directamente. La construcción básica se muestra en la figura 1.7.

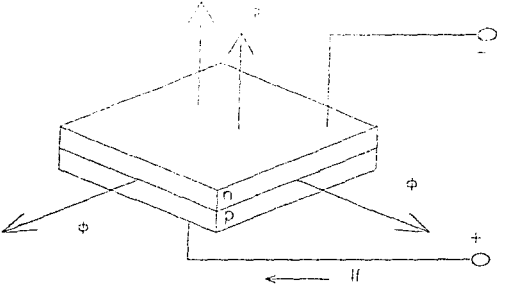


Figura 1.7.- Construcción básica de un emisor infrarrojo.

Cuando la unión se polariza en forma directa, los electrones del material tipo n se recombinarán con los huecos en exceso del material tipo p, en una región de recombinación diseñada especialmente emparedada entre los materiales tipo p y tipo n. Durante este proceso de recombinación se radía energía alejándose de la fuente en forma de fotones. Los fotones que se generan serán reabsorbidos en la estructura o abandonarán la superficie del dispositivo, según se muestra en la figura anterior.

Optoaisladores

El optoaislador es un dispositivo que se compone simplemente de un paquete que contiene un emisor infrarrojo y un fotodetector, tal como un diodo de silicio (LED), un par de transistores Darlington (fototransistor) o un rectificador controlado de silicio (foto SCR). La respuesta de longitud de onda de cada dispositivo se ajusta para que sea lo más idéntica posible y permitir el mejor acoplamiento posible. En la figura 1.8 se presenta una configuración típica del integrado.

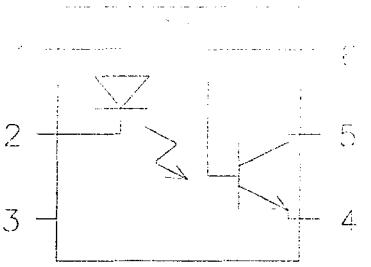


Figura 1.8.- Configuración de un optoaislador en un cicuito integrado.

Hay una capa aislante transparente entre cada conjunto de elementos incrustada en la estructura (no visible para permitir el paso de la luz). Se diseñan con tiempos de respuesta tan pequeños que pueden emplearse para transmitir datos en el rango de Mhz.

Relevadores

Un relevador es en general un dispositivo que mediante una señal de control de baja potencia habilita el paso de una señal en alta potencia, en donde no existe proporcionalidad entre estos dos tipos de señales. Los tiristores pueden ser usados como relevadores, pero probablemente la forma más familiar de relevador es el de tipo electromagnético, el cual tiene la forma de un interruptor mecánico operado por la armadura de un electroimán. El interruptor puede ser del tipo multicontacto, para de esta forma poder habilitar varios circuitos de control simultáneamente, al energizar o desenergizar el electroimán. El símbolo de este dispositivo se muestra en la figura 1.9.

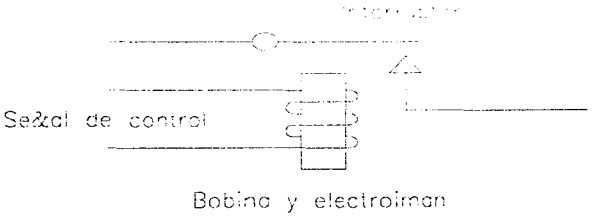


Figura 1.9.- Representación gráfica de un relevador electromagnético.

Tiristores

Los tiristores son dispositivos de conmutación, los cuales para activarse requieren de un impulso de corriente de control. Una vez que son encendidos no requieren de ninguna corriente adicional, es decir, cuando este pulso de corriente se suspende, los tiristores siguen activados. Como se podrá observar, este modo de conmutación resulta muy útil.

Existen diversos tipos de tiristores. Los más importantes son el SCR (Rectificador Controlado de Silicio, por sus siglas en inglés) y el TRIAC (Triodo Bidireccional). Como los transistores, estos dispositivos cuentan con dos terminales para la corriente de trabajo y una para la corriente de control. A diferencia de los transistores, los tiristores no requieren de ninguna corriente de control una vez que son encendidos. En consecuencia los circuitos de control son muy simples y consumen muy poca potencia. Esta es la principal ventaja de los tiristores sobre los transistores.

Los tiristores son utilizados comunmente en la fase de actuación de los sistemas, para controlar la potencia dirigida a un dispositivo de trabajo, como puede ser un motor. De aquí que sean dispositivos de alta potencia, debido que pueden manejar una gran cantidad de potencia sin alcanzar temperaturas altas peligrosas. Aunque son interruptores, generalmente son utilizados para el procesamiento de información en la fase de decisión de los sistemas, debido a que su velocidad de operación es mucho más lenta que la de un transistor. Además, no pueden ser apagados a través de una corriente de control, por lo que no pueden ser controlados continuamente como un transistor.

La representación gráfica de un SCR se muestra en la figura 1.10.

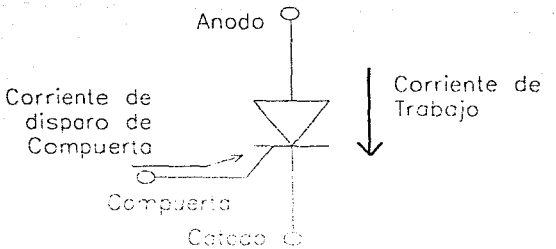


Figura 1.10.- Representación gráfica de un SCR.

El TRIAC es un dispositivo rectificador controlado. Sus características de funcionamiento son análogas a las de un par de tiristores en oposición, lo cual se refleja en el símbolo del TRIAC ilustrado en la figura 1.11.

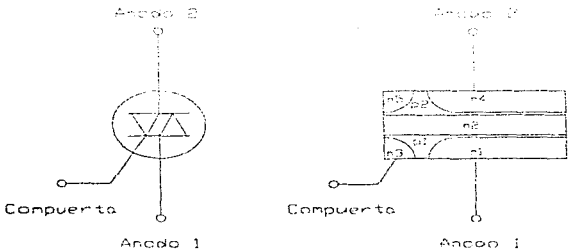


Figura 1.11.- Representación gráfica de un TRIAC y construcción del mismo.

Es importante notar que la terminal de compuerta del TRIAC es común a ambos SCR´s.

El TRIAC normalmente bloquea la corriente que intenta fluir en cualquier dirección a través de las dos terminales principales, pero puede ser disparado al estado de conducción en ambas direcciones, mediante la aplicación de un pulso momentáneo, de cualquier polaridad, aplicado a la compuerta. De aquí se deriva el nombre formal del TRIAC, el cual es " Tiristor Triodo Bidireccional". En el nombre comercial del TRIAC, TRI indica que hay tres terminales, mientras que AC significa que el dispositivo actúa con corriente alterna, y puede conducir corriente en cualquiera de los dos sentidos ó en ambos.

El símbolo gráfico para el dispositivo y la distribución de capas semiconductoras se presentan en la figura anterior. Para cada dirección posible de conducción hay una combinación de capas semiconductoras cuyo estado se controlará mediante la señal aplicada a la terminal de compuerta.

Las características del TRIAC se muestran claramente en la figura 1.12, la cual demuestra que existe un voltaje de ruptura en cualquier dirección.

Disparar a través de un TRIAC es similar al hacerlo con un SCR con la excepción de que el TRIAC tiene cuatro modos de operación: (1) en el cuadrante I+ donde $V_{A2A1} > 0$, $V_{GA1} > 0$; (2) en el cuadrante I- donde $V_{A2A1} > 0$,$V_{GA1} < 0$; (3) en el cuadrante III+ donde $V_{A2A1} < 0$, $V_{GA1} > 0$; (4) en el cuadrante III- donde $V_{A2A1} < 0$, $V_{GA1} < 0$.

Una de las aplicaciones de los TRIAC's, es la de controlar la potencia (AC) a la carga, por medio de la conmutación conducción-corte, durante las regiones positiva y negativa de la señal senoidal de entrada.

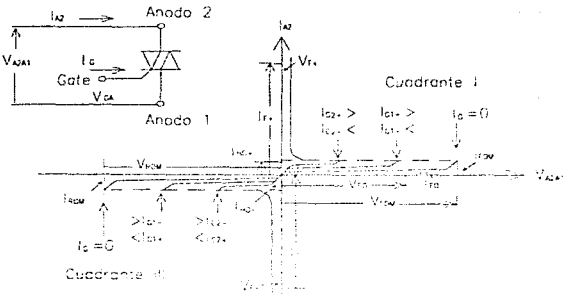


Figura 1.12.- Gráfica del comportamiento de un TRIAC.

Selección de un TRIAC

Puesto que el TRIAC es un dispositivo bidireccional, no tiene cátodo y ánodo como la mayoría. Las terminales para la trayectoria principal de conducción se denominan terminal principal 1 ó ánodo (A1) y terminal principal 2 ó ánodo (A2).

La tabla 1.2 muestra los parámetros más utilizados para los SCR's y los TRIAC's.

Voltaje directo de ruptura	$V_{(br)F}$ $V_{(BO)}$	Voltaje directo al que se dispara el dispositivo
Voltaje inverso de ruptura	$V_{(br)R}$	Voltaje inverso máximo que hace que el dispositivo entre en avalancha
Voltaje en estado encendido	V_T, V_F	Voltaje que pasa por el dispositivo cuando conduce (estado de encendido)
Corriente en estado de encendido	I_T, I_F	Corriente que fluye entre el ánodo y el cátodo en estado de encendido
Corriente en retención	I_H	Corriente mínima para que el dispositivo esté en estado de encendido
Corriente de enclavamiento	I_L	Corriente mínima para mantener el dispositivo en el estado de encendido después de la conmutación del estado de apagado al de encendido, con el disparador retirado
Corriente de disparo de compuerta	I_{GT}	Corriente mínima de compuerta para conmutar el dispositivo del estado de apagado al de encendido
Voltaje de disparo de compuerta	V_{GT}	Voltaje de compuerta que se necesita para producir la corriente requerida de compuerta
Tiempo de encendido de la compuerta	t_{on}	Tiempo necesario para que se encienda el dispositivo
Tiempo de apagado conmutado	t_{off}, t_q	Tiempo para que se apague el dispositivo
Indice crítico de elevación	dv/dt	Indice de cambio de voltaje aplicado al ánodo o a la terminal principal de un dispositivo en el estado de apagado que, si se sobrepasa, puede hacer que se encienda el dispositivo

Tabla 1.2

En la tabla 1.3 se muestran propiedades de varios Triac's. El rango de valores tabulados para I_{GT} y V_{GT} reflejan los diferentes requerimientos de disparo para los cuatro modos de operación antes mencionados.

No	Designación de tipo	Material y tipo	Vrom a Tj volts °C	Vrom a Tj volts °C	Ifom/Irom a Tj mA/mA °C	Vgfm/Vgrm Volts/Volts	Vf a If Volts Amp	Ihx a Tj mA °C	Igt a Tj mA °C	Vgt Volts	dv/dt a Tj Volts/µs °C
1	2N5063	Si pnpn	150 a 25	150 a 25	0.05/0.05 a 125	6/6	1.7 a 1	5 a 25	0.2 a 25	0.8	
2	2N3004	Si pnpn	200 a 150	200 a 150	0.1/0.1 a 150	78	1.2 a 0.35	1.2 a 25	0.005 a 25	0.55	400 a 25
3	2N2324	Si pnpn	100 a 25	100 aa 125	0.1/0.1 a 125	6/6	1.5 a 1	2 a 25	0.2 a 25	0.8	
4	2N4215	Si pnpn	150 a 25	150 a 125	0.25/2 a 125	6/6	1.5 a 1	3 a 25	0.1 a 25	0.8	
5	2N3558	Si pnpn	200 a 125	200 a 125	0.1/0.1 a 150	8	1.4 a 1.6	1.2 a 25	0.005 a 25	0.55	400 a 25
6	2N3228	Si pnpn	200 a 100	200 a 100	1.5/0.75 a 100		2.15 a 30	10 a 25	8 a 25	1.2	200 a 25
7	2N4242	Si pnpn	200 a 100	100 a 100	2.2 a 100	10/10	1 a 5	10 a 25	10 a 25	0.7	50 a 100
8	2N4154	Si pnpn	200 a 100	200 a 100	2.2 a 100	10/10	1.5 a 5	25 a 25	20 a 25	1.0	50 a 100
9	2N1840	Si pnpn	200 a 100	200 a 100	6/6 a 100	10/5	1.7 a 10	20 a 25	15 a 25	0.8	50 a 100
10	2N1869	Si pnpn	200 a 100	200 a 100	0.1/1.25 a 100		1.5 a 25	0.7 a 25	20 a 25	1.5	100 a 100
11	2N5165	Si pnpn	200 a 100	200 a 100	2.1 a 100	10/10	1.2 a 20	10 a 25	10 a 25	0.7	50 a 100
12	2N2557	Si pnpn	300 a 125	300 a 125	0.6/0.6 a 125	10/5	1.1 a 20	27 a 25	20 a 25	1.0	50 a 125
13	2N4241	Si pnpn	400 a 105	400 a 105	2.2 a 105	10/10	1.5 a 2	4 a 105	15 a 25	0.8	250 a 105
14	2N2148	Si pnpn	[illegible]	[illegible] a 125					125 a 25	3.0	
15	2N41	Si pnpn	140 a 125	140 a 125	10/10 a 125	10/5	1.2 a 5.5	70 a 25	200 a 25		100 a 25
16	MAC2	Si	250 a 100	250 a 100	2.2 a 100			30 a 25	21 a 30 a 25	0.7 a 0.9	5 a 75
17	2N5570	Si	400 a 100	400 a 100	[illegible]		1.5 a 10	10 a 25	10 a 4 a 25	1.0	100 a 100
18	2N5574	Si	400 a 100	400 a 100	2.2 a 100		1.4 a 21	20 a 25	50 a 30 a 25	1.0	100 a 100
19	2N4444	Si	200 a 110	200 a 110	0.2/2 a 110		1.7 a 100	27 a 25	15 a 40 a 25	1.25	200 a 110

No	dv/dt con Ig amperios/µs	Ih/Ig con Ig Ta mA/mA amp	Ih/Ig con Ig Ta mA/mA amp	Ihx amperios	Ihx amperios	Ig/Ih amperios	Ig/Ih amp	Igtm amp	Igtm kwatt	Comentarios
1				10	0.8	0.10	0.1			SCR
2		0.5 con 15 a 60	8 con 0.15 a 25	0	1.25	0.25	0.1		35	SCR
3				15	1.6	0.1	0.1			SCR
4				15	1.6	0.1	0.1			SCR
5		0.1 a con 15,0 [illegible]	8 con 0.15/0.15 a 1 A a 25	15	1.6	0.25	0.1		35	SCR
6	250 con 250	1.5 con 200/4 a	12 con 2 a 25	60	3.2		1.1		4	SCR
7		1 con 20/5	25 con 5/5.0 a 25	80	8.0	2.0	3.0		2.5	SCR
8		1 con 20/5	25 con 5/5.0 A 1 a	140	8.0	2.0	3.0		1.5	SCR
9		1 con 50/10	25 con 10/10.0 a 100	125	16	2.0	3.0		1.0	SCR
10	250 a 200	1.5/0.1 con 200/8	20 con 8 a 50	200	8		4.0		1.5	SCR
11		1 con 40/10	35 con 10/10 a 25	240	20	2.0	5.0		1.5	SCR
12		1 con 50/10	30 con 10/10 a 125	260	25	2.0	5.0		1.0	SCR
13	500 con 200	0.05/0.06 con 200/10	12 con 30/5.0 a 85		100	5.0		20	2.0	SCR
14			30		235					
15			30 con 50/20 a 125	1200	35	4	15		0.35	SCR
16		0.5 con 100/5		100	8	2.0	10		2.0	TRIAC
17		2.1/0.1 con 80/16		100	10	4.0	10		1.0	TRIAC
18		2.9/0.1 con 100/25		100	15	4.0	10		1.0	TRIAC
19		2.9/0.1 con 120/60		300	40		32		0.8	TRIAC

Tabla 1.3.- Propiedades del SCR y el TRIAC.

1.2.- Factores que intervienen en la implementación de sistemas de control basados en PLC's

Desde el punto de vista industrial, los factores que intervienen e influyen en la implementación de un buen sistema de control basado en la utilización de PLC's son:

- **Conveniencia.-** Los sistemas de control basados en PLC's nos permiten realizar modificaciones via *software*, eliminando de esta manera la gran inversión de tiempo que implicaría realizarlas vía *hardware*.

- **Capacidad.-** Todas las marcas y modelos de PLC's comerciales tienen diferentes capacidades en memoria, por lo que al definir nuestro sistema debemos hacer la elección adecuada del equipo, ya que debe satisfacer nuestras necesidades inmediatas y además tener las reservas suficientes para la realización de modificaciones posteriores.

- **Accesibilidad.-** Los sistemas de control basados en PLC's cuentan con gran accesibilidad en cuanto a:

  - Implementación
  - Operación
  - Mantenimiento

- **Flexibilidad.-** Estos sistemas ofrecen la posibilidad de agilizar los cambios en la lógica ó secuencia de control con el simple hecho de reprogramar la memoria del PLC. Generalmente para la industria, la flexibilidad es un complemento de la accesibilidad, debido a que los cambios que se realizan en la producción son tan constantes que ponen de manifiesto gran presión hacia los dispositivos que realizan el control.

- **Seguridad.-** La seguridad ofrecida por estos sistemas depende tanto de la programación de secuencias lógicas seguras para los operadores como de la

instalación eléctrica adecuada, misma que es necesaria para la implementación del sistema.

- **Confiabilidad.-** Al igual que en el punto anterior , la confiabilidad depende de la instalación y de la programación del sistema.

- **Costo inicial.-** Mientras que el costo inicial representa una inversión fuerte, debido a la alta cotización en el mercado de los equipos necesarios para la implementación de éstos sistemas, con frecuencia es compensado si el sistema es confiable y su operación satisfactoria.

- **Mantenimiento.-** Un buen diseño del sistema aunado a una acertada selección del equipo reducirá el mantenimiento correctivo. En la planeación de la instalación eléctrica del sistema, deben ser muy tomados en cuenta la facilidad en el acceso, la inspección, el mantenimiento y la reparación. Además de que un mantenimiento adecuado asegura la confiabilidad del sistema.

- **Expansión futura.-** La modularidad de estos sistemas, así como la adecuada planeación de la instalación eléctrica, hacen posible la realización de una expansión relativamente sencilla, mediante la programación de nuevas lógicas de control, utilizando nuevos elementos de campo o los ya existentes.

1.3.-Tipos de sistemas de control

Cualquier técnica de automatización puede realizarse utilizando la Técnica de Control por Cableado o Técnica de Control por Programa (utilizando un PLC). Con cualquiera de estas técnicas es posible implementar las secuencias de control necesarias para resolver cualquier tarea de automatización.

En la técnica de control por tableado o control convencional, la unión física de diferentes elementos, tales como *push buttons*, relevadores, contactores, etc., es la que determina la lógica según la cual trabaja el control (ver fig. 1.13).

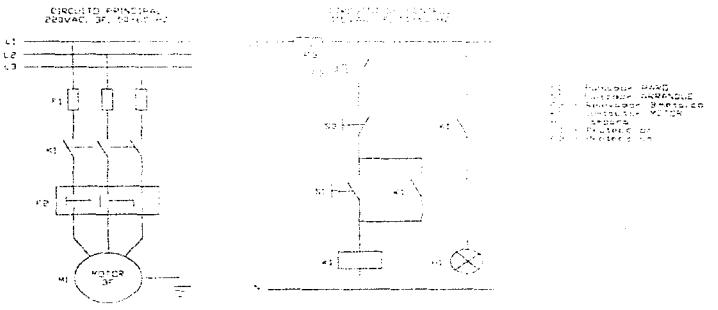


Fig.1.13.- Control por cableado.

En este caso, si queremos modificar la lógica de control, necesitamos hacer cambios en el cableado, lo que implica descablear y volver a cablear para obtener lo que se desea. En un ejemplo tan sencillo parece no tener importancia, pero si tenemos decenas o centenas de señales esto se convierte en un problema.

Lo anterior se resuelve aplicando la Técnica de Control por Programa. En la Técnica de Control por Programa, el cableado es independiente de la Lógica o secuencia de control deseada. En esta Técnica, los contactos de los emisores del proceso y los contactos de los elementos finales de control se conectan a los bornes de los elementos periféricos del PLC (ver Fig. 1.14).

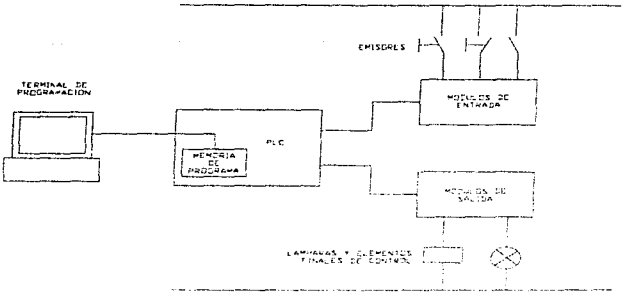


Fig. 1.14.- Control por programa.

La lógica o secuencia según la cual trabaja el Control, se escribe en forma de programa en la memoria del PLC, con la ayuda de una terminal de programación. Este programa se compone de una serie de instrucciones, que equivalen a las conexiones serie y paralelo del control convencional.

La unidad de control del PLC lee una tras otra, las instrucciones almacenadas, interpreta su contenido, y se encarga de su ejecución. Al hacerlo, el controlador consulta el estado de los emisores (*push buttons*, interruptores de límite, fotoceldas, etc.), y produce resultados a las salidas, tales como conexión o desconexión de bobinas, lámparas, etc.

En caso de querer hacer una variación a la secuencia de control, no es necesario modificar el cableado, sino solamente el contenido de la memoria del controlador. La independencia del cableado con la lógica o secuencia de control es una de las diferencias fundamentales entre el Control por Cableado y el Control por Programa.

El control por programa nos ofrece muchas ventajas, entre las que podemos destacar las siguientes:

- Independencia con respecto al cableado
- Facilidad de modificación
- Reducción de espacio
- Facilidad en la prueba y puesta en marcha
- Rápida detección de fallas y averías
- Independencia de voltajes

Teniendo como base las anteriores ventajas, podemos afirmar que al momento no existe una mejor opción para las tareas de automatización y vigilancia de procesos en el campo de la industria, en lo que a sistemas de tamaño mediano se refiere.

Con el análisis de los tipos de sistemas de control se concluye este primer capítulo, en el cual se hace una descripción general de conceptos y elementos básicos que definen y conforman a un sistema de control basado en PLC's, así como de los diversos factores que intervienen en la implementación del mismo, pero no se ha concretado sobre el establecimiento del problema en particular. El cumplimiento de este propósito, se llevará a cabo en el siguiente capítulo.

FALTA PAGINA

No. 28

CAPITULO II.- DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA A DESARROLLAR

2.1.- Establecimiento del problema

Es de esperarse que el planteamiento del problema que nos ocupa tenga diversas facetas, como pueden ser, la descripción del sistema actual, la necesidad de modificarlo, sus limitaciones etc. La primera de ellas consideramos que es de primordial interés para poder mostrar las condiciones bajo las cuales opera el sistema a modificar. A continuación hacemos una breve descripción del mismo.

El sistema al que hacemos referencia es el que utiliza una compañía transnacional para el proceso de empacado en su área de detergentes y que actualmente se conforma y opera de la siguiente manera: el sistema de control de cada máquina dentro de la línea de empaque es independiente para cada una de ellas, y está basado en un sistema mecánico que utiliza árboles de levas, interruptores de límite, relevadores y circuitos temporizadores.

En este sistema el control se basa en la disposición de las levas acopladas a lo largo de la flecha proveniente del reductor, acoplado al motor de mando. En donde cada vuelta equivale a un ciclo de máquina y las levas, en puntos preestablecidos, actúan interruptores que identifican el estado del sistema y mandan actuar, mediante control eléctrico, los distintos dispositivos que llevan a cabo la parte final del control del sistema.

Teniendo en cuenta las ventajas qué nos ofrece el control por programa y ante la necesidad de estandarizar e incrementar la eficiencia en el proceso de empacado de detergentes de la citada línea de empaque, así como también la de obtener mayor información en cuanto a las variables del proceso, tales como tiempo muerto, eficiencia y porcentaje de desperdicio, nos ha llevado a proponer la automatización de dicho proceso por medio de un PLC, así como también de las *interfaces* necesarias para hacer más robusto el sistema.

El objetivo de nuestro proyecto es el de reemplazar dicho sistema de control actual a través de la programación de adecuada de un PLC. De esta forma, el circuito de control será substituido por un programa, y el tablero de control actuará como una *interface* entre el operador y el PLC, en donde se llevará a cabo la rutina de control.

En general, al desarrollar un Sistema de Control basado en el uso de PLC's, se tiende a seguir pasos muy marcados en cuanto al diseño, debido a que se deben definir conceptos generales para cualquier sistema, como son: el levantamiento físico de señales para la definición del tamaño del Sistema, en lo concerniente a entradas y salidas; el procesador conveniente para soportar el sistema, el tipo de señales que se deberán utilizar, la definición de instrumentos de campo, etc.

Por otra parte y de acuerdo a las necesidades específicas de cada proyecto, se deben elegir los equipos periféricos adecuados al sistema de control a desarrollar, para asegurar el óptimo funcionamiento del mismo.

En este capítulo definiremos el tamaño de nuestro sistema de control, los

alcances y limitaciones del proyecto, así como la forma y las herramientas con las que solucionaremos las diferentes cuestiones que se presenten durante su desarrollo.

En los siguientes puntos abarcaremos lo mencionado anteriormente, ofreciendo una breve explicación de cada punto a tratar.

2.2.- Alcances del Proyecto

El propósito de este punto es definir los elementos necesarios en los cuales se basa nuestro proyecto, a fin de facilitar de alguna forma la introducción al campo de los sistemas de control, basados en lógica programable.

Para esto, y antes de comenzar a desarrollar lo que llamaremos el "cuerpo" del proyecto, es decir entrar de lleno al trabajo de campo y de programación, debemos definir los pasos a seguir, la forma en que vamos a atacar los problemas y algo muy importante, establecer hasta qué punto debemos llegar con el desarrollo del sistema, en otras palabras, cuál es el alcance del proyecto.

Para cumplir con el objetivo del proyecto, cubriremos los siguientes puntos:

- **Análisis de las señales de entrada y salida necesarias para realizar el control de cada máquina.**

  Es aquí donde se definen las señales en las cuales se basa el sistema para llevar a cabo los ciclos de control de las máquinas, así como los criterios en los cuales nos apoyamos para realizar esta tarea, ya que estas señales tienen mucho que ver con la dinámica de los ciclos de la máquina, los principios de operación de la misma y por último, las mejoras que tengamos que hacer a este respecto.

- **Definición de la arquitectura y dimensiones del Sistema de Control a utilizar.**

  Habiendo definido la cantidad y el tipo de señales que utilizaremos en el desarrollo de nuestro sistema, proseguiremos estableciendo la topología o arquitectura del sistema, apuntando todos los requerimientos de equipo y la interrelación entre los mismos.

- **Definición del equipo a utilizar.**

  Una vez establecida la arquitectura del sistema, llega el momento en el cual definiremos, según nuestras necesidades especificas y de acuerdo a una selección justificada, el equipo que utilizaremos en nuestro proyecto, haciendo mención de las características del mismo así como de las ventajas que de ello se deriven.

- **Distribución e interconexión del equipo de Control.**

  Aquí haremos referencia a los diagramas de conexión que se diseñarán para realizar la *interface* entre las tarjetas de entrada/salida y los elementos de campo, así como de la disposición de los equipos de control dentro del gabinete que los albergará.

- **Elaboración del Programa de Control.**

  Esta es la parte medular del desarrollo del sistema, ya que de la elaboración de un buen programa de control depende el éxito en la operación de la máquina, la correcta comunicación entre el procesador y los equipos periféricos, la visualización de variables reales de operación a través de estos últimos y el ahorro de tiempo al poner en marcha el sistema.

Este programa deberá tomar en cuenta todas las necesidades de operación que se requieran y las mejoras que se han tomado en cuenta con respecto al sistema anterior.

- **Programación de los equipos periféricos del PLC.**

  En este apartado debemos tomar en cuenta cuestiones muy importantes como la correcta definición de las variables de proceso que deseamos visualizar, la manera en que diseñaremos nuestras pantallas, el acceso a las mismas de una manera práctica y lógica y por último, presentar algo que sea atractivo a la vista.

- **Instalación del equipo de Control.**

  Aquí mostraremos, con la ayuda de planos descriptivos de la disposición de las máquinas en la línea de empaque, las rutas de cable que se siguieron para realizar la interconexión de los dispositivos de campo y el equipo periférico del PLC con el gabinete que lo alberga.

- **Puesta en operación del Sistema.**

  Este es el momento de poner a prueba nuestro diseño, tanto estática como dinámicamente, y es aquí donde casi invariablemente se presentarán algunos detalles que no hayan sido considerados, mismos que tendrán que ser solucionados sobre la marcha.

2.3.- Arquitectura básica del Sistema

Un Sistema de Control basado en PLC cuenta con una serie de elementos integrantes básicos como son:

- **Fuente de alimentación:** Es aquella que genera a partir de la tensión de suministro, la tensión de operación necesaria para que todos los elementos electrónicos del PLC y los módulos de entrada y salida funcionen, la tensión de operación es del orden de 5 a 24VCD.

- **Bastidor:** Se denomina así a la estructura que da albergue y soporte a los componentes del sistema. Además contiene al *bus* de datos, el cual es la vía a través de la cual se intercambian todas las señales entre el procesador y las tarjetas de entrada y salida.

- **Controlador Lógico Programable:** Un PLC es una computadora industrial dedicada a una tarea específica y con un alto nivel de programación. Este consta de un procesador, circuitos de memoria y puertos. La parte medular de un PLC es el procesador, el cual mantiene y ejecuta el programa del usuario, almacenando las condiciones de entrada y salida del Sistema.

  Las condiciones de entrada y salida se almacenan en dos tablas conocidas como:

  a) Tabla de imagen de entradas

  b) Tabla de imagen de salidas

  La tabla de imagen de entradas se encarga de almacenar las condiciones de entrada en una locación de memoria del procesador. Esto es, cada módulo de entradas de un PLC, tiene asignada una locación en particular, la cual tiene como tarea almacenar la última condición de su módulo de entrada.

  La tabla de imagen de salidas, es la dedicada a presentar las condiciones de salida que le ha asignado el procesador, dependiendo del programa de control. Al igual que en la tabla de imagen de entradas, se tienen asignadas locaciones de memoria para cada módulo en particular.

La subsección del procesador, que generalmente realiza la ejecución del programa, es llamada Unidad Central de Proceso. En la figura 2.1, se muestra un diagrama en el cual el procesador realiza los siguientes ciclos:

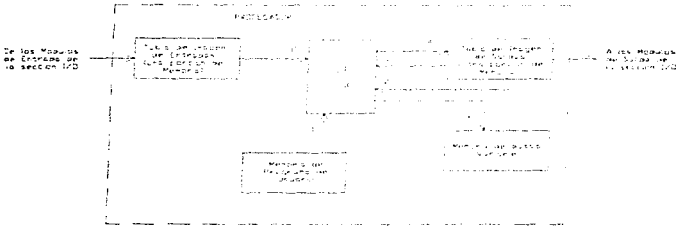


Fig. 2.1.- El procesador y sus ciclos.

1. Traer las instrucciones desde la memoria de programa del usuario hacia el CPU

2. Traer información de entrada/salida desde las tablas de imagen, y datos numéricos desde la memoria variable de datos.

3. Ejecutar las instrucciones. Estas involucran:

   3.1. Efectuar decisiones lógicas, observando los estados propios de la salida, y por consiguiente obtener el resultado propio en la tabla de imagen de salidas.

   3.2. Calcular los valores de los datos variables y grabar aquellos valores en la memoria variable de datos.

La subsección del procesador, que generalmente realiza la ejecución del programa, es llamada Unidad Central de Proceso. En la figura 2.1, se muestra un diagrama en el cual el procesador realiza los siguientes ciclos:

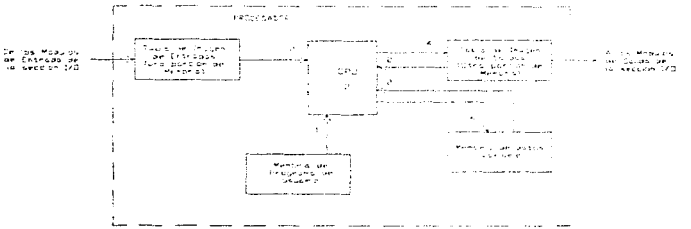


Fig. 2.1.- El procesador y sus ciclos.

1. Traer las instrucciones desde la memoria de programa del usuario hacia el CPU

2. Traer información de entrada/salida desde las tablas de imagen, y datos numéricos desde la memoria variable de datos.

3. Ejecutar las instrucciones. Estas involucran:

   3.1. Efectuar decisiones lógicas, observando los estados propios de la salida, y por consiguiente obtener el resultado propio en la tabla de imagen de salidas.

   3.2. Calcular los valores de los datos variables y grabar aquellos valores en la memoria variable de datos.

- **Módulos de entradas y salidas:** La Sección de Entradas y Salidas de un Controlador Programable, es la encargada de establecer la *interface* entre dispositivos industriales de alta potencia y la circuitería electrónica de baja potencia, que graba y ejecuta el Programa de Control.

  Los módulos de entrada reciben una señal alta en potencia (generalmente en 115 Volts AC), proveniente de un dispositivo de entrada, y lo convierte en una señal digital de baja potencia, compatible con la circuitería electrónica del procesador. Todos los Controladores Programables utilizan dispositivos ópticos para acoplar, aislando eléctricamente a las señales entre la circuitería de entrada y el procesador.

  Los módulos de salida son en principio considerados como amplificadores de salida. Ellos reciben una señal digital -baja en potencia- del procesador, y la convierten en una señal de alta potencia, capaz de manejar una carga industrial. Todos los Controladores Programables utilizan TRIAC's como dispositivos en serie, para la conexión de cargas.

Como podemos observar, la figura 2.2 ejemplifica la arquitectura de un sistema básico alrededor de un PLC. Con línea punteada tenemos un rectángulo que representa a un bastidor, el cual soporta o alberga a los componentes del sistema.

La fuente de alimentación suministrará la energía en cantidad y niveles adecuados para que trabajen los componentes del sistema, a través de los módulos de entrada el sistema se entera del estado de los elementos de campo, y los módulos de salidas proporcionan la *interface* para manejar los accionamientos.

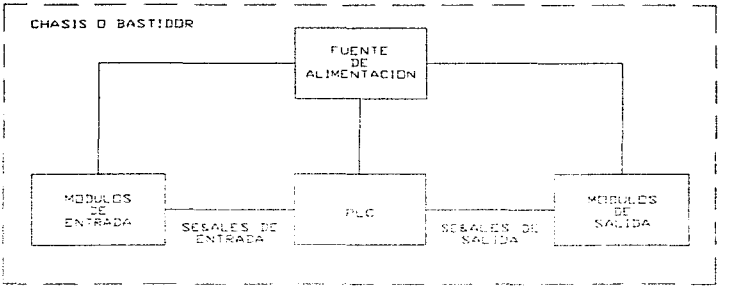


Fig. 2.2- Componentes de un Sistema Básico.

Para el caso de nuestro sistema y en función de la operación que será descrita en el capítulo 3 y de los objetivos del presente trabajo, en la figura 2.3 se muestra mediante diagrama a bloques la arquitectura principal de nuestro sistema. Esta se basa en la de un sistema básico, agregando sólamente las *interfaces*, gráfica y digital del sistema, los variadores de velocidad y el tablero de control.

Es importante hacer notar que a lo que llamamos sistema básico (Fuente de alimentación, PLC, módulos de entrada/salida), se le conoce de esta forma debido a que cualquier Sistema de Control basado en PLC's siempre contará con estos equipos; los demás equipos periféricos dependerán del problema a resolver.

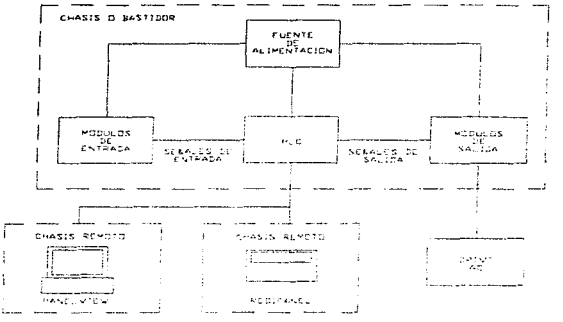


Fig. 2.3- Arquitectura del Sistema.

2.4.- Objetivos y Límites Funcionales

Es bien sabido que todo proyecto tiene uno o varios objetivos funcionales, y el que nos ocupa no es la excepción, por esta razón tendremos a bien mencionarlos en el orden en el cual pretendemos ir alcanzado las metas de nuestro proyecto.

Los objetivos principales del desarrollo de este sistema son:

- Modernizar el sistema de control de seis máquinas de una línea de empaque de detergente, pasando de control por cableado a control por programa.

- Estandarizar el sistema de control de dicha línea de empaque.

- Implementar un sistema de control basado en PLC para dichas máquinas, el cual ofrezca flexibilidad de operación.

- Desarrollar un programa de control que optimice la operación de las máquinas en el mayor grado posible y que nos permita tener información acerca de las condiciones de operación.

- Desarrollar un algoritmo de control de velocidad de los motores de mando para abatir al máximo los tiempos muertos de la máquina.

Es natural que durante el planteamiento y desarrollo de un proyecto se presenten límites de tipo funcional, que de alguna u otra manera nos marcarán las fronteras hasta las cuales podremos llegar al establecer la operación del sistema.

Los límites funcionales del sistema son los siguientes:

- El sistema de control contempla el proceso de llenado, sello y corte de la bolsa de cada máquina.

- Se mandará una señal de dosificación de polvo a un sistema independiente al nuestro, el cual se encargará de este proceso.

- Se tendrá información de parámetros de operación como eficiencia de la máquina, porcentaje de desperdicio y tiempo muerto.

- Se tendrá acceso a parámetros del sistema, con el fin de configurar la operación, tales como tiempo de sellado, tiempo de corte, retardo en caída de polvo y velocidad de la máquina.

2.5 Criterios de selección del equipo de control

Existen diversos factores que intervienen en la elección del equipo de control a utilizar para la implementación de este tipo de sistemas. Tomando en cuenta que las principales marcas comerciales que desarrollan estos equipos trabajan bajo conceptos y normas muy similares, y varían solamente en pequeñas características, dependiendo del tipo de aplicación, podemos mencionar los criterios que, a nuestro juicio, son los más relevantes.

- Compatibilidad entre el PLC y sus periféricos en cuanto a características como: comunicación y niveles de voltaje.
- Estandarización con una marca de equipo en la mayor cantidad posible de niveles del sistema.
- Capacidad de manejo de información y nivel de programación adecuados para el desarrollo del sistema.
- Que el equipo seleccionado cumpla con las normas de seguridad, funcionalidad e higiene establecidas por la empresa para la cual se realiza el proyecto.
- Soporte técnico adecuado por parte del proveedor del equipo.

En base a estas características, tenemos diferentes alternativas las cuales nos pueden conducir a la solución adecuada a nuestros requerimientos.

Una vez bien establecido el problema que nos ocupa, en el siguiente capítulo podremos incursionar en las fases de diseño e integración del sistema con el cual pretendemos dar solución a nuestro problema.

CAPITULO III.- DISEÑO E INTEGRACION DEL SISTEMA

En el presente capítulo explicaremos, paso a paso, como es que llevaremos a cabo el diseño del sistema, desde la selección del equipo a utilizar hasta la integración de todos los elementos constitutivos del mismo, explicando la programación de los diferentes equipos, el porqué de la misma, así como los diagramas de escalera que constituyen el programa de usuario cargado en el PLC. Por último, se explicará la forma de comunicación entre los equipos periféricos y el PLC.

3.1.- Descripción del funcionamiento de la máquina empacadora marca Triangle

Las seis máquinas, marca Triangle, que conforman la línea de empaque que se automatizará, cuentan con los elementos mecánicos que se describirán a

continuación, para el desempeño de cada uno de sus ciclos principales (sellado, llenado y corte):

- **Motor de alimentación de polietileno:** Este motor alimenta por ciclos el polietileno a la máquina, mediante el accionamiento de interruptores de límite y el desplazamiento de un juego de barras.

- **Tubo formador:** A este punto llega el polietileno en forma de hoja, y al entrar en este elemento se enrolla y lo envuelve. Aquí se lleva a cabo, con una frecuencia de un ciclo de máquina, el sello vertical de la bolsa.

- **Carro:** Este elemento contiene las quijadas en donde tendremos las resistencias de sello horizontal y corte de la bolsa. Dichas quijadas abren y cierran una vez cada ciclo de máquina, al mismo tiempo que suben y bajan.

  a) El ciclo de la máquina se inicia en la parte más baja del recorrido del carro; en este momento las quijadas abren y comienzan a subir la distancia de una bolsa, donde, llegado a este punto se cierran.

  b) Una vez que se efectúa la acción mencionada en el punto anterior, las quijadas se cierran y comienzan a bajar; en el intervalo que les toma llegar al punto de comienzo de ciclo, se lleva a cabo el sellado de la bolsa, el corte de la misma y el desplazamiento de la tira de polietileno.

  c) La dosificación de polvo se efectúa instantes después de que las quijadas se han cerrado.

- **Sistema de locomoción del carro:** El movimiento del carro se lleva a cabo por medio de un sistema de barras, cuya fuente de movimientos consiste en un motor que se acopla a un motorreductor, mediante una banda. La flecha del motorreductor termina en una leva que se acopla a este sistema de barras. Cada revolución de la flecha de salida del motorreductor representa un ciclo de máquina.

En la figura 3.1 se puede apreciar la disposición de los elementos, tanto mecánicos como del Sistema de Control, que conforman la línea de empaque. Es importante apreciar la disposición de los elementos de Control, ya que se han colocado de tal forma que agilicen su operación.

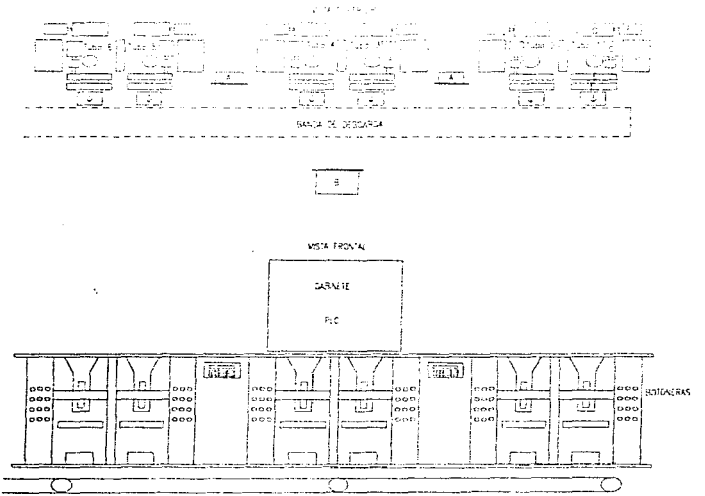


Fig. 3.1.- Disposición de elementos integrantes de la línea de empaque.

En donde:

A = Redipanel
B = Panelview
C = Motor de mando
D = Tablero de control
F = Rollo de polietileno

3.2.- Levantamiento de la información correspondiente a las señales de control que existen en el sistema

En este apartado enlistaremos y describiremos brevemente las señales de entrada y salida que serán necesarias para el desarrollo del programa de control de cada máquina. Algunas de éstas señales ya son utilizadas en el sistema actual, mientras que otras se incorporarán para robustecer al nuevo sistema.

Las señales de entrada que utilizaremos para desarrollar las lógicas de control del sistema que nos ocupa son las siguientes:

1. **Arranque del motor de mando.** Esta señal la generaremos por medio de un *Push-Button* (contacto normalmente abierto).

2. **Paro del motor de mando.** Esta señal la generaremos a través de un *Push-Button* (contacto normalmente cerrado).

3. **Retroaviso motor de mando trabajando.** Esta señal la tomaremos de uno de los contactos auxiliares del arrancador del motor de mando.

4. **Arranque del motor de alimentación de polietileno.** Al llegar a la parte más alta de su recorrido, la barra móvil de la máquina que recibe el polietileno, hará actuar a un interruptor de límite, el cual enviará la señal de arranque del motor.

5. **Paro del motor de alimentación de polietileno.** Al bajar la barra debido a la alimentación del polietileno, ésta hará actuar a un segundo interruptor de límite que generará la señal de paro del motor.

6. ***Jogueo* del motor de alimentación de polietileno.** Esta es una señal de respaldo en el proceso de alimentación del polietileno.

7. **Sensor de registro.** El registro del polietileno es la marca que nos indica la distancia entre la impresión de cada bolsa dentro de la tira de polietileno, por lo que es sumamente importante la generación de esta señal en cada ciclo de la máquina.

8. **Inicio de ciclo.** La importancia de esta señal radica en que será la que ayude a reconocer el inicio de cada ciclo de máquina.

9. ***Jogueo* de la criba de caída de detergente.** La máquina cuenta con una criba que tiene una malla de alambre en el fondo, la cual hace las veces de cernidor. Cuando ésta se atasca debido a las condiciones del polvo, se le hace vibrar por medio del accionamiento de un motor acoplado a la misma, mediante una leva (eje excéntrico), para que el polvo pueda caer hacia de la tolva de alimentación.

10. **Señal del sistema trabajando en bolsas llenas.** Esta señal la utilizaremos para trabajar después de calibrar el sistema con dosificación de polvo.

11. **Señal de sistema trabajando en bolsas vacías.** Con esta señal presente, el sistema trabajará sin dosificar el polvo, esto se utiliza sobre todo para calibrar el sistema, es decir, al arrancar la máquina después de un paro.

12. **Señal de presencia de rollo de polietileno.** Esta señal se utilizará para indicar al sistema que existe polietileno con el cual abastecer a la máquina.

13. ***Reset* por fin de rollo de polietileno.** Con esta señal presente, la máquina

se detendrá para permitir la colocación de un nuevo rollo de polietileno, posteriormente se inicia de nueva cuenta la operación.

14. **Señal de falta de polvo en el sistema de dosificación.** Esta señal permite al sistema detectar que el polvo se encuentra a punto de agotarse.

15. **Señal de falta de polvo en la tolva de alimentación.** Al existir esta condición, la máquina se detendrá automáticamente, y no volverá a operar hasta que salga de dicho estado.

16. **Freno de zapata.** Al presentarse esta señal, se habilitará un freno, el cual sostendrá la posición del polietileno en el tubo formador cada vez que se realice el sellado vertical de la bolsa.

Por otra parte, las señales de salida, generadas por medio de las lógicas de control a programar en el sistema de control, son las siguientes:

1. Señal al arrancador del motor de mando.
2. Señal al arrancador de la criba.
3. Señal dal arrancador del motor de alimentación de polietileno.
4. Señal a la válvula del pistón del sello horizontal.
5. Señal a la válvula del pistón de cierre de quijadas.
6. Señal a la válvula del pistón del freno de polietileno.
7. Señal a la válvula del pistón del sello vertical.
8. Señal a la válvula del pistón de freno por fin de rollo de polietileno.
9. Lámpara piloto que indica que hubo registro.
10. Lámpara piloto que indica fin de rollo de polietileno.
11. Señal al módulo de impulso para alambre de corte.
12. Impulso de sellado horizontal.
13. Señal de dosificación de polvo.

3.3.- Selección del equipo de control

Tomando en cuenta todas las características descritas en el capítulo anterior, referente a los parámetros a considerar en la selección del equipo de control adecuado a nuestro sistema, presentamos el siguiente comparativo entre diferentes controladores de características similares.

Dentro de las principales marcas comerciales que ofrecen este tipo de equipos, tres de ellas son las que, a nuestro juicio, ofrecen la mejor solución para nuestro propósito, y éstas son: Allen-Bradley, Siemens y Telemecanique, ya que cuentan con equipo que ofrece muchas ventajas en lo referente a aspectos como flexibilidad, diseño y programación del sistema. Debido al tamaño de nuestro sistema, hemos considerado, dentro de estas mismas marcas, equipos específicos que se adecúan a nuestras necesidades por su capacidad de memoria y de funciones, los cuales se mencionan a continuación:

- Allen-Bradley PLC-5/15
- Siemens SIMATIC S5-135U
- Telemecanique TSX 47-30

La tabla comparativa 3.1, muestra las características más representativas y en las que se debe basar la selección del equipo de control a utilizar en el desarrollo del sistema.

Revisando la tabla podemos darnos perfecta cuenta de las ventajas y desventajas que muestra cada equipo en relación a los otros dos.

Los PLC's mostrados cuentan con el equipo periférico necesario, la capacidad de memoria y de instrucciones para desarrollar los requerimientos de programación en el sistema.

La razón principal de haber escogido éstas marcas de PLC's, es que los tres tienen la velocidad de ejecución de programa (*scan*) que demanda la operación

del sistema. Esto es debido a que en cada máquina vamos a manejar señales cuyo tiempo de permanencia en el sistema es del orden de centésimas de segundo, razón por la cual estamos obligados a mantener una velocidad de ejecución del programa adecuada, que nos permita detectar siempre dichas señales, evitando así la presencia de fallas en el sistema.

Características	Allen-Bradley PLC-5/15	Siemens SIMATIC S5-135U CPU 928	Telemecanique TSX 47-30
Memoria de programa	12 Kbytes (min.) 28 Kbytes (max.)	46 Kbytes (min.) 64 Kbytes (max.)	8 Kbytes (min.) 32 Kbytes (max.)
Memoria expandible	28 Kbytes	64 Kbytes	32 Kbytes
Alimentación	110/220 VAC	110/220 VAC	110/220 VAC
Tiempo ejecución 1K de programa	8 ms	7.5 ms	8 ms
Lenguaje de programación	6203-PLC5	STEP 5	PL7-3
Tipo de programación	Lista de instrucciones o diagrama de escalera (esquema de contactos)	Lista de instrucciones, esquema de funciones, Graph 5 o diagrama de escalera (esquema de contactos)	Lista de instrucciones, Graph 5 o diagrama de escalera (esquema de contactos)
Dispositivos de programación	T45, T47, T50, T60, IBM PC XT/AT ó compatible	PG 770, PG 750, PG 730, PG 710, OP 393 II, OP 396	TSX T607, IBM PC XT/AT ó compatible
Puntos de entrada y salida digital (max)	512 entradas 512 salidas	1024 entradas 1024 salidas	512 entradas 512 salidas
Manejo de señales analógicas	sí	sí	sí

Tabla 3.1.- Comparación entre PLC's.

Características	Allen-Bradley PLC-5/15	Siemens SIMATIC S5-135U CPU 928	Telemecanique TSX 47-30
Temporizadores	hasta 999 de 0.01 a 32767 s	hasta 256 de 0.01 a 9990 s	hasta 128
Contadores	hasta 999 de 0 a 32767	hasta 256 de 0 a 999	hasta 256
Funciones aritméticas	+, -, *, /, $\sqrt{\ }$	+, -, *, /	+, -, *, /
Algoritmo PID integrado	si	si	no
Bus de comunicaciones externo	Data Highway Plus Data Highway 1785-KA	Red SINEC L1	Red Telway 7
Interface digital	RediPanel	OP 396	XBT-A
Interface gráfica	PanelView	MP 14	XBT-V

Tabla 3.1 (cont.).- Comparación entre PLC's.

Por otro lado, estos tres PLC's nos ofrecen la posibilidad de manejar *racks* remotos, que en nustro caso es una necesidad. En otras palabras, manejar equipo periférico al PLC fuera del bastidor donde éste se encuentra albergado (módulos de entrada/salida, *interfaces* visuales, etc).

Hablando de capacidad de memoria, el SIMATIC cuenta con el doble de capacidad de la que cuentan el PLC-5/15 y el TSX 47-30, sin embargo, para las dimensiones de nuestro proyecto, la memoria base de cualquiera de los dos últimos sería suficiente.

En cuanto a la forma de programación, nos podemos dar cuenta que los tres PLC's cuentan con una gran variedad de dispositivos de programación, lo cual es una gran ventaja cuando se hace necesario programar en línea, cargar o

respaldar programas o simplemente cuando necesitamos hacer alguna modificación al programa que se encuentra corriendo en el PLC. Por otra parte, los tres cuentan con *software* de programación que puede ser instalado en computadoras compatibles con IBM PC XT/AT, y que basan su programación en diagrama de escalera o esquema de contactos, siendo ésta la forma más conocida de programación de PLC's, ya que se basa en diagramas de tipo eléctrico (que es exactamente lo que reemplaza un PLC), no obstante en la tabla podemos observar que existen otros tipos de programación, aunque no sean muy usados.

En lo que a capacidad de manejo de entradas y salidas se refiere, tanto el PLC-5/15 como el TSX 47-30 manejan el mismo número mientras que el SIMATIC tiene el doble de capacidad, sin embargo , el número de entradas y salidas que ofrecen los dos primeros es suficiente para el tamaño de nuestro sistema.

Ahora bien, el lo que concerniente a manejo de contadores y temporizadores podemos observar que el PLC-5/15 es superior a los otros dos ya que puede manejar el mayor número de estas funciones y con una mayor capacidad de conteo; esto también se observa en el manejo de funciones aritméticas, en donde el PLC-5/15 tiene marcadas ventajas con respecto a los otros dos PLC's.

Por otra parte, en los tres casos se cuenta con la capacidad de manejo de *interfaces* tanto digitales como gráficas y la opción de intercomunicación entre procesadores mediante un *bus* o red de comunicaciones externo.

El costo de un sistema de control basado en cualquiera de estos tres PLC's se asemeja mucho a cualquiera de los otros dos por lo que la elección queda fuera de los términos económicos y se enfoca más a características técnicas del equipo.

Habiendo hecho el comparativo anterior con el fin de decidir cual PLC es el que más se ajusta a nuestras necesidades y requerimientos, hemos decidido basar nuestro sistema de control en el PLC-5/15 de Allen-Bradley debido

principalmente a las ventajas que nos ofrece en cuanto a tamaño (capacidad de memoria), y a la cantidad de palabras y archivos que manejaremos para implementar el sistema. En lo concerniente a velocidad, tenemos que al tratarse de un programa extenso requerimos de un PLC que nos ofrezca rapidez en la ejecución del programa de control , en cuanto a manejo de funciones, este PLC es superior a los otros dos debido a que a este respecto tiene mayor capacidad. Por otra parte el soporte y servicio que ofrece este fabricante satisface nuestras expectativas.

La figura 3.2 nos muestra el panel frontal de control del PLC 5/15 que utilizaremos para el desarrollo de nuestro Sistema. Este panel cuenta con Led's indicadores que nos muestran el estado de operación del PLC.

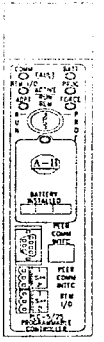


Figura 3.2.- Panel frontal de control del PLC 5/15.

En el apéndice se proporcionan los datos técnicos de este PLC.

3.4.- PLC´s Allen-Bradley

Dentro de las familias de PLC's Allen-Bradley, el direccionamiento de entradas y salidas se da en base a la posición de los módulos en los bastidores, además existen conceptos tales como:

- Bastidor
- Rack Lógico
- Rack local
- Rack remoto
- Grupo modular
- Módulos de densidad sencilla
- Módulos de doble densidad
- Módulos de cuádruple densidad

Bastidor: Se denomina así a la estructura que da albergue y soporte a un sistema, existen cuatro tipos de bastidores, de 4 ranuras, de 8 ranuras, de 12 ranuras y de 16 ranuras.

Rack lógico: Se denomina así al grupo de 128 entradas ó salidas, sin importar la combinación de éstas.

Rack local: Se denomina así al rack lógico que se implementa en el mismo bastidor en el que se inserta el PLC. Si se coloca un bastidor de pocas ranuras y en éste no se pueden albergar los 128 puntos de entradas y salidas, el rack se puede completar, pero la parte que queda fuera del bastidor en el que se encuentra el PLC deja de ser local y pasa a ser un complemento remoto. Normalmente se debe colocar un bastidor de suficientes ranuras para poder tener el rack local completo.

Rack remoto: Se considera rack remoto a todos aquéllos grupos de 128 puntos (de entrada y salida) ó fracciones que radican fuera del bastidor del PLC.

Grupo modular: Se considera un grupo modular al grupo de 16 entradas ó salidas que van de 00-17, debido a que la numeración de entradas y salidas en la memoria del PLC se maneja siguiendo el sistema octal: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

Ahora bien, un rack lógico está formado por 8 grupos modulares y dado que a cada grupo modular lo conforman 16 entradas/salidas tendremos lo siguiente:

8	X	16	=	128
Grupos modulares por rack		Puntos de entrada ó salida por grupo modular		Total de puntos de entrada ó salida que forman un rack lógico.

Los grupos modulares se enumeran comenzando con 0, de manera que si tenemos el rack lógico número 1, las posibles direcciones (considerando todas como entradas) son:

PLC-5
I:10/00, 01, 02,....17
I:11/00, 01, 02,....17
I:12/00, 01, 02,....17
I:13/00, 01, 02,....17
I:14/00, 01, 02,....17
I:15/00, 01, 02,....17
I:16/00, 01, 02,....17
I:17/00, 01, 02,....17

Módulos de densidad sencilla: Se consideran módulos de densidad sencilla a aquellos que cuentan únicamente con 8 puntos de entrada ó salida.

Módulos de doble densidad: Son módulos que cuentan con 16 puntos de entrada ó salida.

Módulos de cuádruple densidad: Son módulos que cuentan con 32 puntos de entrada ó salida.

Con base a los conceptos anteriores podemos definir los diferentes tipos de direccionamiento que se pueden utilizar al trabajar con equipo Allen-Bradley.

Tipos de direccionamiento:

Direccionamiento a dos *slots* (ranuras): Se define como direccionamiento de 2 *slots* a aquél en el que un grupo modular ocupa 2 ranuras de un bastidor, es decir que se emplean módulos de 8 puntos.

Direccionamiento a 1 *slot* (ranura): Se define como direccionamiento de 1 *slot* a aquél que en un grupo modular ocupa 1 ranura de un bastidor, en este caso se emplean módulos de 16 puntos.

Direccionamiento a 1/2 *slot* (ranura): Se define como direccionamiento de 1/2 *slot* a aquél en que dos grupos modulares ocupan 1 sola ranura de un bastidor, en este caso se emplean módulos de 32 puntos.

Direccionamiento complementario: Existe una variante que se denomina direccionamiento complementario, ésta consiste en configurar 1 rack a 2 *slots* e insertar módulos de doble densidad, logrando así aumentar la capacidad del sistema al doble en número de entradas y salidas.

Sin embargo, existe una grave restricción que consiste en utilizar un módulo de salidas por cada módulo de entradas, el módulo de entradas en la ranura izquierda del grupo modular y el de salidas en la ranura derecha del grupo modular.

3.5.- Definición, arreglo e interconexión del equipo de control que conformará al sistema

Una vez hecha la selección del PLC con el cual trabajaremos en este proyecto, pasaremos a la selección del equipo periférico que junto con el PLC conformará la totalidad del sistema de control.

Como se mencionó en un apartado anterior, contamos ya con una lista de entradas y salidas que nos servirá para dimensionar nuestro sistema en cuanto a número de módulos de entrada y salida.

El sistema cuenta, para cada una de las máquinas, con un total de 15 señales de entrada digital en 110 VCA, una señal de entrada digital en 24 VCD (señal de registro de la bolsa), 13 señales de salida digital en 110VCD y una señal de salida analógica de 0 a 10 VCD (control de velocidad del motor de mando).

La marca Allen-Bradley cuenta con módulos de entrada y salida de 8, 16 y 32 puntos de conexión digitales de corriente directa y en corriente alterna solamente de 8 y 16 puntos, por lo que deberemos acondicionar nuestro sistema al uso de estos equipos.

De lo anterior se desprende que deberemos utilizar, para todo el sistema (6 máquinas), módulos de entrada y salida digital en 110 VCA de 16 puntos de conexión, a fin de ahorrar espacio en el gabinete y un módulo de entrada digital de 24 VCD de 8 puntos ya que solamente utilizaremos 6 de ellos.

Las entradas y salidas digitales de 110 VCA de cada máquina caben en un módulo de 16 puntos de entrada y en un módulo de 16 puntos de salida respectivamente, razón por la que usaremos:

- 6 módulos de entrada digital de 16 puntos en 110 VCA.
- 6 módulos de salida digital de 16 puntos en 110 VCA.
- 1 módulo de entrada digital de 8 puntos en 24 VCD.

El número de catálogo Allen-Bradley, para cada uno de éstos módulos es respectivamente:

Cat. 1771-IAD.
Cat. 1771-OAD.
Cat. 1771-IBD.

En lo que a salidas analógicas se refiere, Allen-Bradley cuenta con módulos de 4 salidas analógicas, por lo que requeriremos de dos de estos módulos para cubrir las 6 señales que necesitamos (una por máquina). El número de catálogo de estos módulos es 1771-OFE.

En total tenemos 15 módulos de entrada y salida que se conectarán con el PLC por medio del *bus* de comunicaciones interno, alojado en el bastidor donde se conectarán estos dispositivos. En este aspecto, Allen-Bradley cuenta con bastidores de 4, 8, 12 y 16 *slots* o ranuras de conexión.

Un bastidor de 16 *slots* bastaría para albergar los módulos que conforman nuestro sistema, pero quedaría solamente un *slot* de expansión por si se requiere añadir más señales de campo en un futuro. Por otra parte, las dimensiones de este bastidor requieren de un gabinete demasiado grande para albergarlo.

Por lo anterior, advertimos la necesidad de tener dos bastidores, el primero de ellos de 12 *slots* el cual albergará al PLC, los 2 módulos de salidas analógicas, el módulo de entradas digitales en CD, 3 módulos de entradas y 3 módulos de salidas digitales en 110 VCA. Este será el *rack* local.

Existirá un segundo Bastidor, que será un *rack* remoto en nuestro sistema, de 8 *slots* y que albergará a los restantes 3 módulos de entrada y 3 módulos de salida digital en 110 VCA, y el cual se comunicará al PLC mediante un módulo adaptador de comunicaciones albergado en este mismo bastidor.

En la figura 3.3 se muestra la disposición de los módulos en los bastidores del sistema.

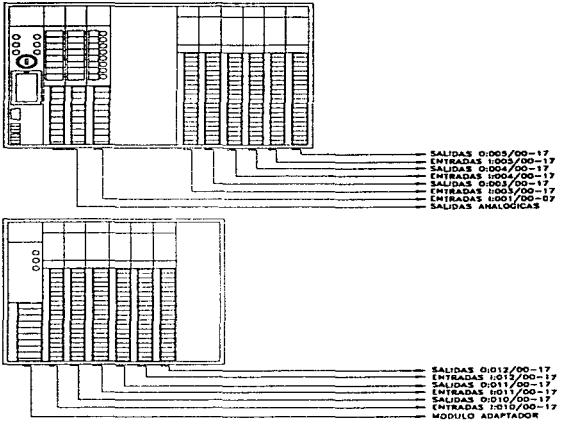


Figura 3.3.- Disposición de los módulos en los bastidores del sistema.

Para realizar la *interface* digital de nuestro sistema, dedicada a la variación de parámetros, se utilizarán 2 unidades llamadas Redipanel de Allen-Bradley, las cuales tienen la capacidad de comunicarse al PLC como un *rack* remoto, con la capacidad de variar parámetros de operación de las máquinas tales como tiempo de sellado, retraso en la caída de polvo, velocidad de la máquina, etc.

Por otro lado, se podrán visualizar estos parámetros debido a la capacidad de desplegar valores almacenados en palabras en la memoria del PLC. Se utilizarán 2 Redipanel para que los operadores de la línea puedan alterar parámetros simultáneamente en diferentes máquinas, ahorrando así pérdidas en el tiempo de operación de las mismas. La descripción, representación gráfica y principio de operación del Redipanel se presentan en el apéndice.

La interface gráfica, mediante la cual visualizaremos parámetros de operación de las máquinas tales como tiempo muerto, porcentaje de desperdicio y eficiencias, se implementará utilizando un panel de control Allen-Bradley (Panelview) que se comunicará al PLC como otro *rack* remoto. Aquí tendremos diferentes pantallas donde visualizaremos estos diferentes parámetros y se podrá configurar el sistema según la marca y la presentación del producto que se estará empacando en esos momentos. Los detalles de la interface se muestran en el apéndice.

3.6.- Configuración y diagnóstico del sistema con PLC-5

Los PLC's de Allen-Bradley de la familia PLC-5 son equipos que debido a su versatilidad requieren de una configuración previa a su instalación. El presente apartado tiene por objetivo describir la forma de configurar un sistema y conocer las lámparas de diagnóstico de los PLC's de esta familia.

Configuración del bastidor

Debido a que un PLC-5 puede tener racks remotos y racks locales, es importante tener en cuenta que existirán dos diferentes configuraciones para los bastidores, una cuando se trate de un bastidor local y la otra cuando se trate de un bastidor remoto.

Configuración de un bastidor local

En las familias de equipos Allen-Bradley, los bastidores aparte de proporcionar el soporte y albergue de los componentes, sirven para configurar los sistemas.

Esta configuración se realiza mediante los *dip-switches* que se encuentran localizados en el *backplane* del bastidor, como se puede observar en la figura 3.4.

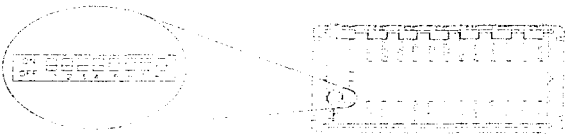


Figura 3.4.- Localización de los *dip-switches* en el *back-plane*.

Es importante tener en cuenta que, dependiendo de la función del bastidor (bastidor local ó bastidor remoto), la configuración de *dip-switches* cambia. Sin embargo, cuando se maneja el PLC-5 no existe tanto problema, debido a que en sus diferentes versiones maneja una sola configuración de bastidor local, en estos casos los *dip-switches* tienen las mismas funciones, las cuales se describen a continuación:

Posición	Descripción
1	Determina el estado en que se mantendrán las salidas ante una falla del PLC; OFF indica que todas las salidas deberán apagar ante una falla, y ON indica que las salidas deberán permanecer en su último estado.
2	No se utiliza
3	No se utiliza

Posición		Descripción
4		Trabaja en conjunto con el 5 (ver descripción en la parte inferior).
5		Trabaja en conjunto con el 4(ver descripción en la parte inferior).
4	5	
OFF	OFF	Indica que el rack fue configurado a 2 slots, esto implica que un grupo modular estará formado por 2 ranuras de 1 rack.
OFF	ON	Indica que el rack fue configurado a 1 slot, esto implica que un grupo modular estará formado por 1 ranura de 1 rack.
ON	OFF	Indica que el rack fue configurado a 1/2 slot, esto implica que una ranura de un rack tendrá capacidad para dos grupos modulares.
ON	ON	Esta combinación no es válida.
6		Trabaja en conjunto con el 7 (ver descripción en la parte inferior).
7		Trabaja en conjunto con el 6 (ver descripción en la parte inferior).
6	7	
OFF	OFF	El contenido de la EEPROM se transfiere a la RAM aunque ésta sea válida durante el arranque del procesador. En caso de no existir el módulo de EEPROM, el procesador falla y lo indica en el Bit 9 de la palabra de fallas mayores, en el archivo de status.
ON	OFF	La memoria EEPROM no se transfiere a la memoria RAM. En caso de que la memoria RAM sea inválida, ocurre una falla del procesador.
ON	ON	El contenido de la EEPROM se transfiere a la memoria RAM únicamente si ésta es inválida.
8		Cuando está en la posición OFF, la memoria RAM está desprotegida y puede ser alterada por el usuario, cuando está en la posición ON, la memoria está protegida y no puede ser alterada de ninguna manera.

Configuración de un bastidor remoto

En el caso de los bastidores remotos, éstos solamente se podrán tener cuando el sistema sea tan grande que no sea suficiente con los racks locales, en estos casos las funciones de los *dip-switches* montados en el bastidor serán las siguientes:

Posición	Descripción
1	Determina el estado en que se mantendrán las salidas ante una falla del PLC. El estado OFF indica que todas las salidas se deberán apagar ante una falla, y el de ON indica que las salidas deberán permanecer en su último estado.
2	Cuando este interruptor se encuentra en el estado ON, indica que el PLC puede reestablecer al módulo adaptador de comunicaciones después de que el sistema se reestablezca de una falla. Cuando este interruptor se encuentra en el estado OFF, indica que un operador debe reestablecer el módulo adaptador de comunicaciones mediante un interruptor que se alambra externamente al módulo adaptador.
3	No se utiliza
4	No se utiliza
5	Trabaja en conjunto con el 6 (ver descripción en la parte inferior).
6	Trabaja en conjunto con el 5 (ver descripción en la parte inferior).

Posición		Descripción
5	6	
OFF	OFF	Indica que el rack fue configurado a 2 slots, esto implica que un grupo modular estará formado por 2 ranuras de un rack.
ON	OFF	Indica que el rack fue configurado a 1 slot, esto implica que un grupo modular estará formado por una ranura de un rack.
OFF	ON	Indica que el rack fue configurado a 1/2 slot, esto implica que una ranura de 1 rack tendrá capacidad para 2 grupos modulares.
ON	ON	Esta combinación no es válida
7		No se utiliza
8		No se utiliza

Configuración de un módulo adaptador de comunicaciones (remoto)

El módulo adaptador de comunicaciones sirve para enlazar un rack remoto a un PLC mediante el REM I/O (bus y puerto de entrada y salida remotas); existen dos tipos de módulos adaptadores: el ASB serie B y el ASB serie C.

Configuración de un Módulo ASB serie B

Para su configuración el módulo ASB serie B cuenta con dos grupos de *dip-switches*, el SW1 y el SW2, y existen dos opciones de configuración que son:

- Adaptador sin emplear direccionamiento complementario.
- Adaptador utilizando direccionamiento complementario.

La configuración del módulo estará dada por la combinación de posiciones de los *dip-switches*.

La localización de los *dip-switches* se puede apreciar en la figura 3.5.

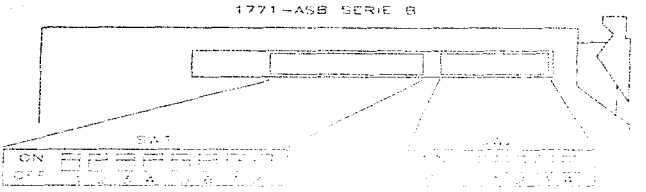


Fig. 3.5.- Configuración de un módulo ASB.

Configuración de un Módulo ASB serie B sin direccionamiento complementario

El primer *dip-switch* SW1 sirve para determinar el número de rack que tomará el ASB en la REM I/O y el grupo modular en el que empezará a controlar. Los primeros 6 interruptores del SW1 determinan el número de rack de acuerdo con la tabla 3.2.

NO. DE RACK	INTERRUPTOR					
	1	2	3	4	5	6
1	ON	ON	ON	ON	ON	OFF
2	ON	ON	ON	ON	OFF	ON
3	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
4	ON	ON	ON	OFF	ON	ON
5	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF
6	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON
7	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF
10	ON	ON	OFF	ON	ON	ON
11	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF

Tabla 3.2

NO. DE RACK	INTERRUPTOR					
	1	2	3	4	5	6
12	ON	ON	OFF	ON	OFF	ON
13	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF
14	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON
15	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF
16	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON
17	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
20	ON	OFF	ON	ON	ON	ON
21	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF
22	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON
23	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF
24	ON	OFF	ON	OFF	ON	ON
25	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
26	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON
27	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF

Tabla 3.2 (cont.)

Los interruptores 7 y 8 del *dip-switch* SW1 determinan el grupo modular en el que comenzará el rack de acuerdo con la tabla 3.3:

GRUPO MODULAR INICIAL	INTERRUPTOR	
	7	8
0	ON	ON
2	ON	OFF
4	OFF	ON
6	OFF	OFF

Tabla 3.3

El segundo grupo de *dip-switches* SW2, sirve para determinar la velocidad de transmisión por el REM I/O. El interruptor 1 del SW2 determina la velocidad de transmisión.

- Cuando el interruptor se encuentra en el estado ON, la velocidad es 57.6 Kbps

- Cuando el interruptor se encuentra en el estado OFF, la velocidad es de 115.2 Kbps

Los interruptores 2,3, y 4 del SW2 siempre deben permanecer en el estado OFF.

Configuración de un módulo ASB serie B con direccionamiento complementario

El primer grupo de *dip-switches* SW1 sirve para determinar: si se trata de un bastidor primario ó complementario, el número de rack que tomará el ASB en la REM I/O, y el grupo modular en el que empezará a controlar.

Los interruptores 1 y 2 del SW1 siempre deberán permanecer ON. El interruptor 3 del SW1 determina si se trata de un bastidor primario ó complementario. Cuando el interruptor está en posición ON indica que el bastidor es primario, y cuando el interruptor está en posición OFF indica que el bastidor es complementario.

Los interruptores 4, 5 y 6 del SW1 determinan en número de rack de acuerdo con la tabla 3.4:

NO. DE RACK	INTERRUPTOR		
	4	5	6
1	ON	ON	OFF
2	ON	OFF	ON
3	ON	OFF	OFF
4	OFF	ON	ON
5	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	ON
7	OFF	OFF	OFF

Tabla 3.4

Los interruptores 7 y 8 del SW1 determinan el grupo modular en el que comenzará el rack de acuerdo con la tabla 3.5:

GRUPO MODULAR INICIAL	INTERRUPTOR	
	7	8
0	ON	ON
2	ON	OFF
4	OFF	ON
6	OFF	OFF

Tabla 3.5

El interruptor 1 del SW2 determina la velocidad de transmisión. Cuando el interruptor se encuentra en posición ON, la velocidad es 57.6 Kbps. Cuando el interruptor se encuentra en la posición OFF, la velocidad es 115.2 Kbps.

El interruptor 2 del SW2 determina si se trata de un bastidor primario ó complementario. Cuando el interruptor está en posición ON indica que el bastidor es primario, y cuando el interruptor está en la posición OFF indica que el bastidor es complementario.

Los interruptores 3 y 4 del SW2 siempre deben permanecer en la posición OFF.

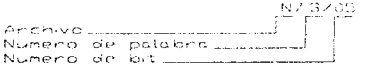
3.7.- Programación del PLC/5

Como todos los PLC's que existen, los PLC's de la familia CINCO (PLC-5) de Allen-Bradley cuentan con un lenguaje propio de programación, para este caso son: las cartas de programación secuencial y el lenguaje de escalera, este último definido así por tener un gran parecido con los diagramas eléctricos. Sin embargo, existen diferencias fundamentales entre la simbología de un diagrama eléctrico y uno de escalera.

Por ahora definiremos algunos conceptos básicos en el lenguaje de los PLC's.

Durante esta explicación hablaremos de conceptos tales como BIT, donde un BIT lo entenderemos como la unidad mínima de memoria con que cuenta un PLC.

Para representar la información de la malla se sigue la siguiente notación:



Por ejemplo, si hacemos referencia a la figura 3.5 podemos observar que el archivo número 7, palabra 3, tiene un estado de "0" en el bit 07.

DE ARCHIVO --- N7

17	16	15	14	13	12	11	10	07	06	05	04	03	02	01	00		← No. de Bit
0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	00	
1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	01	
0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	02	
1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	03	
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	04	← No. de Palabra
1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	05	
0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	06	
																07	
																08	
																09	
																10	

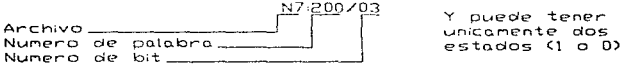
Figura 3.5.- Representación de la memoria de un PLC.

Número de palabra: Una palabra es un conjunto de letras que dan como resultado una expresión con un significado bien definido, y existen palabras de diferentes número de letras. En el caso de los PLC's, las palabras están formadas por un conjunto de bits, en el caso de los PLC's de la familia CINCO, este conjunto tiene un número constante de 16 bits, en octal es igual a 17.

Ahora bien, la memoria del PLC está constituida por circuitos electrónicos, por lo que la determinación del estado de cada bit se realizará mediante señales eléctricas.

Estas señales deberán representar ausencia o presencia, por lo que nuevamente se asociará la presencia de señal eléctrica con el valor "1" y ausencia de señal eléctrica con el valor "0".

Podemos definir la dirección y estado específico de un bit de la siguiente manera:



Un bit sería el equivalente a cada cuadro de la malla, y lo que nos interesa saber de él es, si el cuadro está ocupado o vacío, en este caso representaremos la condición de ocupado con 1 y la condición de vacío con un 0. De esta forma podremos hacer referencia a un bit específico y asignarle un valor, por ejemplo: si hacemos referencia a la figura anterior podremos observar que en el archivo N7, palabra 03, se tiene en el bit 07, tiene un estado lógico de "0".

3.7.1.- Estructura de la tabla de datos

En los PLC's de la familia CINCO, hablar de la tabla de datos es referirse a un mapa de memoria, donde las diferentes áreas de la tabla de datos son de longitudes variables, dependiendo de las definiciones del usuario.

En la tabla 3.6 se lista un ejemplo de mapa de memoria de un PLC-5.

FILE	TYPE		LAST ADDRESS	SIZE (ELEMENTS)	SIZE (WORDS)
0	O	OUTPUT	O:037	32	32
1	I	INPUT	I:037	32	32
2	S	STATUS	S:31	32	32
3	B	BINARY OR BIT	B3/15	1	1
4	T	TIMER	T4:5	6	18
5	C	COUNTER	C5:3	4	12
6	R	CONTROL	R6:0	1	3
7	N	INTEGER	N7:40	41	41
8	F	FLOATING POINT	F8:0	1	2

Tabla 3.6

La organización de la tabla de datos es por archivos y estos archivos son en su mayoría de longitud variable, por ejemplo:

El archivo 0 es el archivo de Salidas (O), en este caso la última dirección es O:037, que significa salida del rack 3 grupo modular 7. Si habláramos de un PLC-5/25 la última dirección sería O:077, ya que este PLC puede manejar hasta 8 racks.

El archivo 1 es un caso semejante al anterior con la diferencia de que este archivo es de Entradas (I).

El archivo 2 es el del Estado del Procesador (*status*-S), este archivo es de longitud constante.

El archivo 3 es el archivo Binario o de bits (B), este archivo es de longitud variable y tiene como tope la dirección B3/999, los elementos de este archivo se emplean cuando se requieren bits auxiliares de control.

El archivo 4 es el archivo de *Timers* (T), tiene como tope la dirección T4:999. Cada vez que se utiliza un *timer* la dirección T4:XXX se incrementa en 1.

El archivo 5 es el archivo de Contadores (C), que tiene como tope la dirección C5:999. Cada vez que se utiliza un contador la dirección C5:XXX se incrementa en 1.

El archivo 6 es el de Elementos de Control (R), tiene como tope la dirección R6:999, estos elementos se emplean en instrucciones especificas y no se deben de utilizar fuera de ellas.

El archivo 7 es el primer archivo de Elementos Enteros sin decimales (N), tiene como tope la dirección N7:999. Este archivo es de empleo general para manejar los datos numéricos que se requieran, el único inconveniente es la falta de manejo de cantidades con decimales.

El archivo 8 es un archivo de valores de Punto Flotante (F), esto significa que puede manejar cantidades con punto y con exponente en base 10, tiene como dirección límite F8:999. Este archivo es de empleo más cuidadoso ya que consume el doble de memoria que el archivo N7.

De aquí en adelante el formato de la tabla de datos es libre, se pueden definir archivos de enteros o de punto flotante, teniendo como límite la memoria y el

número de archivo 999. De esta forma si el usuario lo requiere puede definir por ejemplo el archivo N10:40 que significa el archivo de enteros número 10 y que cuenta con 41 elementos.

3.8.- Explicación del Programa de Control de la máquina Triangle

El Programa de Control de la máquina Triangle tiene un principio de operación basado en distintas señales (tanto internas como externas al PLC), así como también en el cálculo de tiempos de operación con funciones internas del PLC. Con la utilización de estas señales, el programa abastece al Sistema de Control de las salidas necesarias para la sincronización en la operación de la máquina.

3.8.1.- Explicación de la Lógica de Control

En las figuras 3.6 y 3.7 se muestra como interaccionan las señales de Control para realizar la operación de la máquina.

La figura 3.6 nos muestra el diagrama de operación de la máquina con el selector de "B.Llenas/B.Vacias" en la posición de "bolsas vacias".

Como podemos observar en el diagrama de flujo, para que se logre el cierre de quijadas necesitamos que estén presentes (al mismo tiempo) las condiciones de:

- Motor de mando operando.
- Selector en posición de "bolsas vacias".
- Señal de inicio de ciclo.

Al registrarse el cierre de quijada, se activan las señales necesarias para accionar los dispositivos correspondientes al sellado horizontal e impulso al alambre de corte. Una vez efectuadas éstas acciones, se lleva a cabo la siguiente operación, arrastre del polietileno.

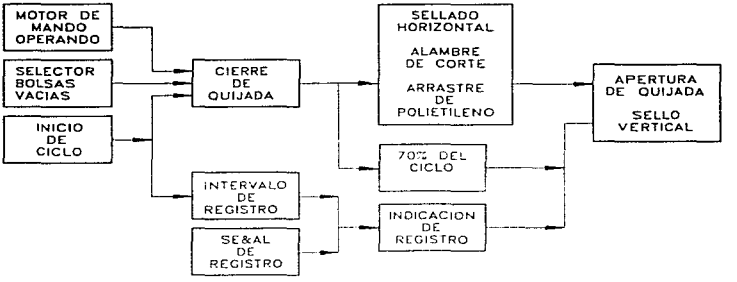


Figura 3.6.-Diagrama de operación de la máquina con el selector de bolsas vacías

La señal de inicio de ciclo sirve también para activar el *timer* que mide el intervalo de registro, si la señal de registro se presenta durante este intervalo se activa la indicación de registro y éste, a su vez, energiza el pistón para lograr la apertura de la quijada.

Por otro lado,el cierre de quijada activa un *timer* que mide el 70% de ciclo de máquina; si la señal de registro no se ha presentado para cuando haya transcurrido este tiempo, mediante el *timer* se mandará una señal que asegura la apertura de quijada al 70% del ciclo de máquina.

Al abrirse la quijada se restablecen los *timers* internos del programa y se energiza la señal de sello vertical, debido a que este debe realizarse cuando el polietileno no se encuentre en movimiento para prevenir rupturas del mismo.

En la figura 3.7 se muestra la operación de la máquina Triangle con el selector en "bolsas llenas":

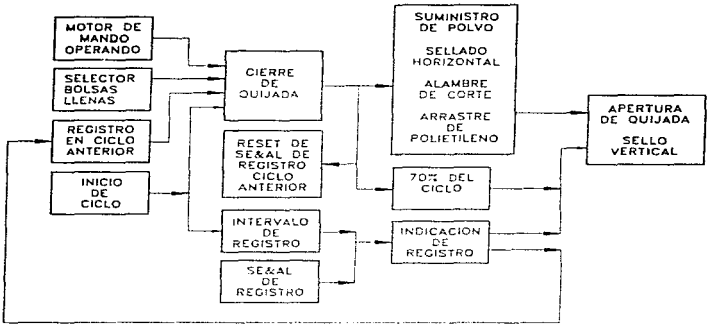


Figura 3.7.- Operación de la máquina Triangle con selector en bolsas llenas

La lógica de operación con el selector en "bolsas llenas" es la misma que en "bolsas vacías", solamente se adicionan algunas condiciones:

Para lograr el cierre de quijada se requiere de una condición más, se trata de la señal de "registro en el ciclo anterior", que a su vez es activada por la señal de indicación de registro del ciclo anterior.

Al presentarse el cierre de quijada se apaga la señal de "registro en el ciclo anterior" y se manda la señal al Microset, que es el controlador independiente del PLC encargado de realizar el suministro y dosificación de polvo, además de llevarse a cabo las operaciones indicadas en la opción de "bolsas vacías".

El diagrama de tiempos que se se presenta en la figura 3.8 nos muestra la disposición de las señales de control dentro de un ciclo completo de máquina.

Esto nos permite visualizar más claramente la entrada y salida de señales a través del programa.

INICIO DE CICLO
VALVULA DE ?LA MORDAZA (QUIJADA)
REGISTRO (CUADRO NEGRO)
SELLO HORIZONTAL
ALAMBRE DE CORTE
MIDE 33% DEL CICLO
INTERVALO DE REGISTRO (50% DEL CICLO)
INDICACION DE REGISTRO (LAMPARA PILOTO)
REGISTRO EN EL CICLO ANTERIOR
ASEGURA APERTURA DE QUIJADA (AL 70% DEL CICLO)
SELLO VERTICAL
DOSIFICACION DE POLVO (% DE CAIDA DE POLVO)
IMPULSO AL MICROSET

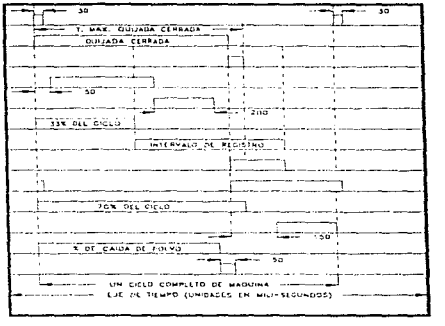


Figura 3.8.- Diagrama de tiempos del programa de control.

El programa de control para una de las máquinas se presenta en el apéndice.

3.9.- Explicación del funcionamiento y programación del Redipanel

En este apartado se explicará la forma en que se desarrollará la programación para implementar la *interface* entre el PLC y el *Redipanel*, el funcionamiento de este último y el porqué de su utilización.

Como ya se ha explicado anteriormente, es de vital importancia para la configuración y operación de nuestro sistema, la implementación de un dispositivo que nos permita realizar la visualización y alteración rápida de los diferentes parámetros.

El *Redipanel* es una *interface* que se conecta al PLC como un rack remoto, por lo que las señales que de éste se generan son vistas por el PLC como entradas remotas. Por otro lado, el *Redipanel* tiene la característica de intercambiar información con el PLC, ya que puede desplegar y alterar datos, debido a que tiene la opción de direccionar información directamente a la memoria del PLC a través del teclado con el que cuenta. Esto se puede realizar programando las entradas provenientes del *Redipanel* para movernos dentro de los archivos del PLC y de esta forma cambiarnos de archivo cuando queramos direccionar los datos de diferentes máquinas. Es decir, se contará con un par de teclas que servirán para desplazarnos (hacia adelante ó hacia atrás) dentro un archivo para cambiar de dato; tendremos además otro par de teclas que nos servirán para desplazarnos a través de diferentes archivos de la memoria del PLC, para de esta forma, direccionar las diferentes máquinas. Para lograr esto es necesario programar direccionamientos indirectos, es decir, combinar los movimientos de archivo con los movimientos de palabra, obteniendo de esta forma un direccionamiento de datos muy flexible.

En el apéndice se presenta la forma de realizar este procedimiento.

El funcionamiento del *Redipanel* tiene dos opciones:

1. Despliegue de alarmas.
2. Cambio de parámetros.

El depliegue de alarmas es automático, cuando el sistema se inicializa el *Redipanel* estará en el modo de despliegue de alarmas.

El modo de cambio de parámetros se accesa al presionar la tecla F6 del *Redipanel* y se sale de él presionando nuevamente la tecla F6.

La figura 3.9 nos muestra la disposición de las teclas del *Redipanel*.

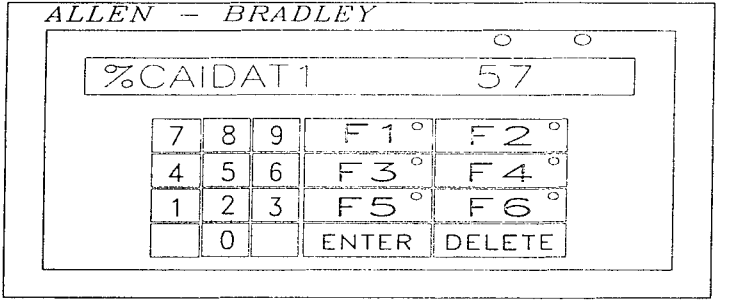


Figura 3.9.-Disposición de teclas en el *Redipanel*.

3.9.1.- Modo de cambio de parámetros

Para lograr el cambio de parámetros necesitamos seguir los siguientes pasos:

1. Con **F6** entramos al modo de cambio de parámetros.
2. Con **F1** disminuimos el número de tubo.
3. Con **F3** incrementamos el número de tubo.
4. Con **F2** se corre la lista de variables hacia atrás.
5. Con **F4** se corre la lista de variables hacia adelante.

- Ejemplo:

Si el mensaje desplegado es:

T.S.VERT.T3 30

donde

T = Tiempo
S = Sellado
Vert.= Vertical
T3 = Tubo 3
30 = Número de instrucción

se lee de la siguiente manera: "Tiempo de sellado vertical en el tubo 3 con número de instrucción 30".

Si se presiona la tecla **F1** el número de tubo disminuirá y el mensaje será el siguiente:

T.S.VERT.T2 32

Si en lugar de la tecla **F1** se presiona la tecla F3, el mensaje seria el siguiente:

T.S.VERT.T4 29

Una vez que se seleccionó el número de tubo deseado se selecciona el parámetro que queremos variar.

- Ejemplo:

Si el mensaje desplegado es:

T.S.VERT.T3 30

se presiona la tecla F2 apareciendo en la pantalla el parámetro anterior y el siguiente mensaje:

T.S.HTAL.T3 28

donde:

HTAL = Horizontal

Podemos observar que cambia el parámetro más no el número de tubo.

La lista de parámetros que aparecerán es la siguiente:

1. T.S.HTAL.T1...T6 Tiempo de sellado horizontal
2. T.S.VERT.T1...T6 Tiempo de sellado vertical
3. M.VIBDR.T1...T6 Tiempo de movimiento del vibrador
4. %A.PREC.T1...T6 Porcentaje de precalentamiento
5. %A.S.HTL.T1...T6 Porcentaje de apertura de sello horizontal
6. %CAIDAT1...T6 Porcentaje de caida de polvo

Para hacer un cambio de parámetro el procedimiento es el siguiente:

1. Entre al modo de cambio de parámetros.
2. Seleccione el tubo deseado.
3. Seleccione el parámetro a modificar. Un despliegue como el siguiente aparecerá en la pantalla.

T.S.HTAL.T3 28

4. Teclee el nuevo valor del parámetro. Por ejemplo: 31
5. Presione la tecla ENTER. El siguiente despliegue aparecerá en la pantalla.

T.S.HTAL.T3 31

Entonces el parámetro quedará modificado. Este mismo procedimiento se sigue para cualquier otro parámetro.

Para regresar al modo de monitoreo de alarmas presione F6.

3.10.- Explicación de la Programación y el Funcionamiento del Panelview

Debido a que en nuestro sistema se hace necesario el monitoreo de los parámetros de operación, y teniendo en cuenta que la capacidad del *Redipanel* es limitada en cuanto a este aspecto, es necesario buscar una alternativa que nos permita desplegar datos generados por el PLC de una forma gráfica y llamativa para el operador ó el supervisor de la linea.

La implementación de este equipo es necesaria ya que de otra forma, se entorpecería la función primordial del *Redipanel*, que es la de variar parámetros de operación de una forma rápida. Esto último es debido a que los datos que se pretenden desplegar tienen relación con el rendimiento y productividad de las máquinas de la linea, y es de gran importancia una visualización correcta de dichos datos para que, en un momento dado, si el operador ó el supervisor se percatan de que la eficiencia de las máquinas se encuentra baja, le sea posible incrementarla, ó bien mantenerla, si es que se encuentra dentro de los niveles aceptables.

El *Panelview* es una terminal apropiada para los requerimientos que nuestro proyecto demanda, ya que cuenta con una pantalla (a colores en nuestro caso), que nos permite desplegar varios parámetros a la vez (tantos como se puedan acomodar dentro de la pantalla sin que se pierdan, es decir, en posiciones que resulten de fácil visualización), los cuales se pueden enmarcar, resaltar, cambiar de color, permitiendo desplegar la información a gusto del operador.

El *Panelview* al igual que el *Redipanel*, se conecta al PLC como un rack remoto,

y se pueden establecer comunicaciones vía programación "bloques de transferencia de datos" en el PLC. Por lo tanto es posible programar sus teclas para que funciones como entradas remotas al PLC, y los datos a desplegar se transfieren al *Panelview* mediante comunicación programada en éste y en el PLC.

El *Panelview* nos ofrece la flexibilidad de presentar los datos de la manera que queramos, así como organizar las pantallas según sea nuestra conveniencia, y de utilizar las 21 teclas de función con que cuenta de una forma independiente en cada pantalla.

Los cambios de pantalla pueden ser manejados por el operador ó por el PLC, según se programe, son muy dinámicos y, con una buena programación, se pueden hacer muy lógicos y entendibles.

El *Panelview* seleccionado es de teclado de membrana, y se eligió sobre la otra variante que existe de este equipo, el *touch screen*, debido a que el primero soporta más el trabajo pesado que el segundo, ya que en cuanto a funciones no existe diferencia.

Los parámetros que deseamos monitorear en el Panelview, son datos que representan para el operador ó supervisor de la línea, una información muy valiosa en lo referente al estado de operación de la misma. Estos parámetros son los siguientes:

- Eficiencia (por máquina, por lado y por línea).
- *Scrap* (por lado y por línea). El *scrap* es el desperdicio, ya sea de bolsas rotas ó de polvo.
- Tiempo muerto (por máquina, por lado y por línea).
- Tiempo de paros programados (por máquina).

La figura 3.10, nos muestra el *Panelview* que utilizaremos.

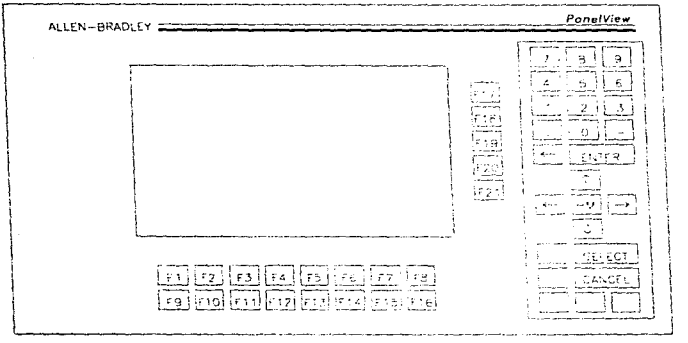


Figura 3.10.- *Panelview.*

3.10.1.- Cálculo de la eficiencia

Para calcular la eficiencia de las máquinas se hace uso de la ec.3.1. Esta ecuación se implementará en el PLC:

$$\% \text{ Eficiencia} = A \times B / C \times D \quad \text{.....(ec. 3.1)}$$

Donde:

A = no. de cajas producidad
B = presentación (no. de bolsas/caja)
C = velocidad programada de la máquina
D = tiempo acumulado del turno

El número de cajas lo conoceremos por medio de una fotocelda que cuenta las cajas producidas a la salida de la máquina; la presentación es un dato que debemos meter al sistema cada vez que se efectúe un cambio de marca, y es el número de bolsas por caja. La velocidad programada de la máquina depende de la presentación que estemos corriendo en ese momento, y se cargará automáticamente al introducir el dato de presentación, ésta se da en bolsas/minuto.

Por último, el tiempo acumulado del turno lo estaremos contando por medio de *timers* internos del PLC, los cuales podremos detener cuando exista un evento que nos obligue a parar la máquina sin que se tenga que contabilizar como tiempo muerto, tal es el caso de mantenimientos, inspecciones, etc.

3.10.2.- Cálculo del *scrap*

El cálculo del *scrap* (desperdicio) se basa en la siguiente fórmula:

% Desperdicio = 1 - (no. cajas producidas × presentación /no. golpes)...(ec.3.2)

donde el número de golpes lo sabremos al contabilizar el número de veces que cierren las quijadas teniendo la condición de "bolsas llenas", ya que en teoría cada uno de éstos debe representar una bolsa. Estos los contabilizamos con ayuda de la señal de la quijada (pistón).

3.11.-. Manejo del motor de AC por medio del *Drive* variador de frecuencia

Al conocer la operación y los ciclos de la máquina Triangle, nos damos cuenta de que existe un período de tiempo muerto en el regreso de las quijadas (abiertas), en donde la única acción que se realiza es el sello vertical, el cual se realiza en una mínima porción de tiempo. La forma de disminuir este tiempo muerto es controlando, en cada ciclo, la velocidad del motor de mando a través de un variador de frecuencia ó *drive* de AC, el cual se controlará por medio de una señal analógica de 0 a 10 Volts conectada al variador, misma que al parametrizarla nos permitirá controlar los cambios de velocidad del motor, haciendo más rápida la parte del ciclo de máquina en la que las quijadas suben.

Este cambio de velocidad lo lograremos de la siguiente forma:

- Al presentarse la señal de quijadas cerradas, el PLC cargará en la señal de control del motor de AC el valor correspondiente a velocidad baja.

- Al desaparecer la señal de quijadas cerradas, el PLC cambiará esta señal a señal de velocidad alta, la cual se reflejará en la aceleración en la velocidad del motor.

CAPITULO IV. INSTALACION

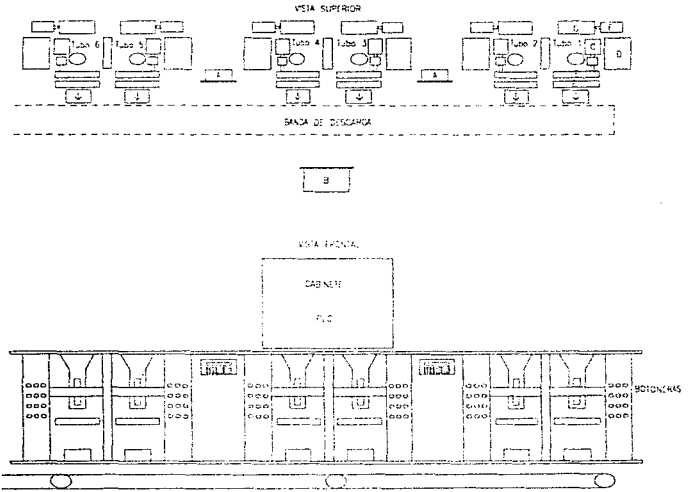
En esta sección describiremos la topología de nuestro sistema en cuanto a la disposición de las máquinas Triangle dentro de la línea de empaque, la disposición de los Redipanels, los tableros de control (botoneras), el PanelView y del gabinete que alberga al PLC.

Por otra parte enunciaremos los requerimientos en cuanto a alimentación de voltaje tanto para el sistema de control (PLC y periféricos) como para los motores.

4.1.- Disposición de los elementos que conforman la línea de empaque

En la figura 4.1 podemos observar la disposición de las seis máquinas dentro de la línea, así como la forma que hemos elegido para colocar los elementos pertenecientes al sistema de control:

- El gabinete del PLC
- El Panelview
- Los Redipanels



F

igura 4.1.- Disposición de elementos integrantes de la línea de empaque.

En donde:

A = Redipanel

B = Panelview

C = Motor de mando

D = Tablero de control

F = Rollo de polietileno

Al existir dos operadores en la linea (uno para cada tres máquinas) decidimos colocar un Redipanel entre las máquinas 2 y 3 (para el operador de las máquinas 1, 2 y 3), y el otro entre las máquinas 4 y 5 (éste para el operador de las máquinas 4, 5 y 6). Esto debido a que existen espacios disponibles en los lugares indicados y que a su vez se prestan perfectamente, ya que ofrecen un fácil acceso al operador. El Panelview se colocará en la parte media de la linea y en un gabinete giratorio, para hacer más fácil el acceso a éste equipo tanto para los operadores de la linea como para el personal encargado de la supervisión de la producción.

4.2.- Disposición de los elementos de control dentro del gabinete del PLC

El equipo de control que se encuentra dentro del gabinete se organizará en lo que se puede llamar una disposición típica y que podemos observar en la figura 4.2:

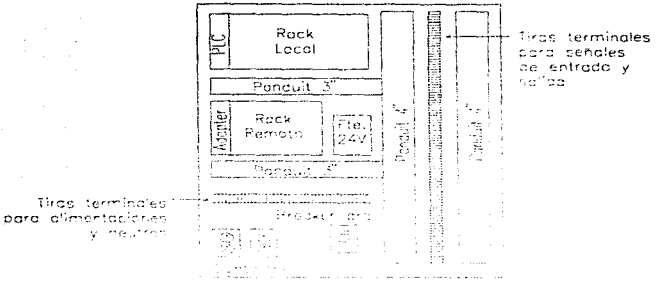


Figura 4.2.- Disposición de los elementos de control dentro del gabinete

Como podemos ver, este gabinete albergará al PLC y parte de su equipo periférico; los cables dentro de canalización *panduit*, correspondientes a las diferentes señales que manejaremos, interruptores, fuentes de CD, etc. La localización del gabinete será sobre la línea de empaque y en la parte media de la misma, como se observa en la figura anterior.

4.3.- Requerimientos de alimentación de voltaje

Para la alimentación de nuestro sistema de control se manejará dos tipos de voltaje diferentes:

1) 127 Volts para todo el equipo de control:

- PLC y tarjetas de I/O (entrada/salida)
- Redipanels
- Panelview
- Fotoceldas
- Botoneras

2) 220 Volts para la alimentación de fuerza:

- *Drives* de los motores de mando (6 *drives*)
- Motores de alimentación de polietileno

Estas alimentaciones se tomarán de un CCM (Centro de Control de Motores) cercano a la linea en donde existen como tales, sin la necesidad de implementar transformadores ó reguladores de voltaje.

4.4.- Diagramas punto a punto

4.4.1.- Listado de señales con direccionamiento de la máquina Triangle.

Los siguientes listados de señales nos ofrecen una referencia muy efectiva para localizar señales, tanto en los módulos de entrada y de salida como dentro del Programa de Control del PLC.

Estos listados se presentan por cada tubo para tener una referencia más clara de los direccionamientos.

Señales de entrada y salida

Direccionamiento del Tubo 1

Señales de entrada	Dirección
Sensor (fotocelda) de registro T1	I:001/00
Auxiliar motor de mando T1	I:003/00
Selector en posición de "bolsas vacías" T1	I:003/01
Selector en posición de "bolsas llenas" T1	I:003/02
Sensor (fotocelda) de inicio de ciclo T1	I:003/03
Reserva	I:003/04
Arranque alimentación de rollo de polietileno T1	I:003/05
Paro alimentación de rollo de polietileno T1	I:003/06
Sensor de presencia de rollo de polietileno T1	I:003/07
Reset por fin de rollo de polietileno T1	I:003/10
Sensor de falta de polvo en Auger T1	I:003/11
Jogueo del motor de rollo de polietileno T1	I:003/12
Arranque del motor de mando T1	I:003/13
Paro del motor de mando T1	I:003/14
Jogueo de la criba Rotex T1	I:003/15
Sensor de falta de polvo en tolva T1	I:003/16
Selector freno de zapata T1	I:003/17

Señales de salida	Dirección
Arrancador motor de mando T1	O:003/00
Válvula de aire a sello horizontal T1	O:003/01
Válvula de cierre de quijadas T1	O:003/02
Piloto indicación de registro T1	O:003/03
Reserva	O:003/04
Válvula freno zapata tubo formador T1	O:003/05
Válvula sello vertical T1	O:003/06
Impulso alambre de corte T1	O:003/07
Reserva	O:003/10
Motor de alimentación de polietileno T1	O:003/11
Válvula freno de polietileno por fin de rollo T1	O:003/12
Arrancador motor criba Rotex T1	O:003/13
Señal de dosificación de polvo a Auger T1	O:003/14
Piloto indicador freno por fin de rollo T1	O:003/15
Impulso de sellado horizontal T1	O:003/16
Reserva	O:003/17

Direccionamiento del Tubo 2

Señales de entrada	Dirección
Sensor (fotocelda) de registro T2	I 001/01
Auxiliar motor de mando T2	I 004/00
Selector en posición de "bolsas vacías" T2	I 004/01
Selector en posición de "bolsas llenas" T2	I.004/02
Sensor (fotocelda) de inicio de ciclo T2	I 004/03
Reserva	I:004/04
Arranque alimentación de rollo de polietileno T2	I:004/05
Paro alimentación de rollo de polietileno T2	I 004/06
Sensor de presencia de rollo de polietileno T2	I.004/07
Reset por fin de rollo de polietileno T2	I 004/10
Sensor de falta de polvo en Auger T2	I:004/11
Jogueo del motor de rollo de polietileno T2	I.004/12
Arranque del motor de mando T2	I:004/13
Paro del motor de mando T2	I.004/14
Jogueo de la criba Rotex T2	I:004/15
Sensor de falta de polvo en tolva T2	I.004/16
Selector freno de zapata T2	I:004/17

Señales de salida	Dirección
Arrancador motor de mando T2	O.004/00
Válvula de aire a sello horizontal T2	O 004/01
Válvula de cierre de quijadas T2	O:004/02
Piloto indicación de registro T2	O.004/03
Reserva	O 004/04
Válvula freno zapata tubo formador T2	O:004/05
Válvula sello vertical T2	O:004/06
Impulso alambre de corte T2	O.004/07
Reserva	O:004/10
Motor de alimentación de polietileno T2	O:004/11
Válvula freno de polietileno por fin de rollo T2	O:004/12
Arrancador motor criba Rotex T2	O:004/13
Señal de dosificación de polvo a Auger T2	O:004/14
Piloto indicador freno por fin de rollo T2	O:004/15
Impulso de sellado horizontal T2	O:004/16
Reserva	O:004/17

Direccionamiento del Tubo 3

Señales de entrada	Dirección
Sensor (fotocelda) de registro T3	I:001/02
Auxiliar motor de mando T3	I:005/00
Selector en posición de "bolsas vacías" T3	I:005/01
Selector en posición de "bolsas llenas" T3	I:005/02
Sensor (fotocelda) de inicio de ciclo T3	I:005/03
Reserva	I:005/04
Arranque alimentación de rollo de polietileno T3	I:005/05
Paro alimentación de rollo de polietileno T3	I:005/06
Sensor de presencia de rollo de polietileno T3	I:005/07
Reset por fin de rollo de polietileno T3	I:005/10
Sensor de falta de polvo en Auger T3	I:005/11
Jogueo del motor de rollo de polietileno T3	I:005/12
Arranque del motor de mando T3	I:005/13
Paro del motor de mando T3	I:005/14
Jogueo de la criba Rotex T3	I:005/15
Sensor de falta de polvo en tolva T3	I:005/16
Selector freno de zapata T3	I:005/17

Señales de salida	Dirección
Arrancador motor de mando T3	O:005/00
Válvula de aire a sello horizontal T3	O:005/01
Válvula de cierre de quijadas T3	O:005/02
Piloto indicación de registro T3	O:005/03
Reserva	O:005/04
Válvula freno zapata tubo formador T3	O:005/05
Válvula sello vertical T3	O:005/06
Impulso alambre de corte T3	O:005/07
Reserva	O:005/10
Motor de alimentación de polietileno T3	O:005/11
Válvula freno de polietileno por fin de rollo T3	O:005/12
Arrancador motor criba Rotex T3	O:005/13
Señal de dosificación de polvo a Auger T3	O:005/14
Piloto indicador freno por fin de rollo T3	O:005/15
Impulso de sellado horizontal T3	O:005/16
Reserva	O:005/17

Direccionamiento del Tubo 4

Señales de entrada	Dirección
Sensor (fotocelda) de registro T4	I:001/03
Auxiliar motor de mando T4	I:010/00
Selector en posición de "bolsas vacías" T4	I:010/01
Selector en posición de "bolsas llenas" T4	I:010/02
Sensor (fotocelda) de inicio de ciclo T4	I:010/03
Reserva	I:010/04
Arranque alimentación de rollo de polietileno T4	I:010/05
Paro alimentación de rollo de polietileno T4	I:010/06
Sensor de presencia de rollo de polietileno T4	I:010/07
Reset por fin de rollo de polietileno T4	I:010/10
Sensor de falta de polvo en Auger T4	I:010/11
Jogueo del motor de rollo de polietileno T4	I:010/12
Arranque del motor de mando T4	I:010/13
Paro del motor de mando T4	I:010/14
Jogueo de la criba Rotex T4	I:010/15
Sensor de falta de polvo en tolva T4	I:010/16
Selector freno de zapata T4	I:010/17

Señales de salida	Dirección
Arrancador motor de mando T4	O:010/00
Válvula de aire a sello horizontal T4	O:010/01
Válvula de cierre de quijadas T4	O:010/02
Piloto indicación de registro T4	O:010/03
Reserva	O:010/04
Válvula freno zapata tubo formador T4	O:010/05
Válvula sello vertical T4	O:010/06
Impulso alambre de corte T4	O:010/07
Reserva	O:010/10
Motor de alimentación de polietileno T4	O:010/11
Válvula freno de polietileno por fin de rollo T4	O:010/12
Arrancador motor criba Rotex T4	O:010/13
Señal de dosificación de polvo a Auger T4	O:010/14
Piloto indicador freno por fin de rollo T4	O:010/15
Impulso de sellado horizontal T4	O:010/16
Reserva	O:010/17

Direccionamiento del Tubo 5

Señales de entrada	Dirección
Sensor (fotocelda) de registro T5	I:001/04
Auxiliar motor de mando T5	I:011/00
Selector en posición de "bolsas vacías" T5	I:011/01
Selector en posición de "bolsas llenas" T5	I:011/02
Sensor (fotocelda) de inicio de ciclo T5	I:011/03
Reserva	I:011/04
Arranque alimentación de rollo de polietileno T5	I:011/05
Paro alimentación de rollo de polietileno T5	I:011/06
Sensor de presencia de rollo de polietileno T5	I:011/07
Reset por fin de rollo de polietileno T5	I:011/10
Sensor de falta de polvo en Auger T5	I:011/11
Jogueo del motor de rollo de polietileno T5	I:011/12
Arranque del motor de mando T5	I:011/13
Paro del motor de mando T5	I:011/14
Jogueo de la criba Rotex T5	I:011/15
Sensor de falta de polvo en loiva T5	I:011/16
Selector freno de zapata T5	I:011/17

Señales de salida	Dirección
Arrancador motor de mando T5	O:011/00
Válvula de aire a sello horizontal T5	O:011/01
Válvula de cierre de quijadas T5	O:011/02
Piloto indicación de registro T5	O:011/03
Reserva	O:011/04
Valvula freno zapata tubo formador T5	O:011/05
Válvula sello vertical T5	O:011/06
Impulso alambre de corte T5	O:011/07
Reserva	O:011/10
Motor de alimentación de polietileno T5	O:011/11
Válvula freno de polietileno por fin de rollo T5	O:011/12
Arrancador motor criba Rotex T5	O:011/13
Señal de dosificación de polvo a Auger T5	O:011/14
Piloto indicador freno por fin de rollo T5	O:011/15
Impulso de sellado horizontal T5	O:011/16
Reserva	O:011/17

Direccionamiento del Tubo 6

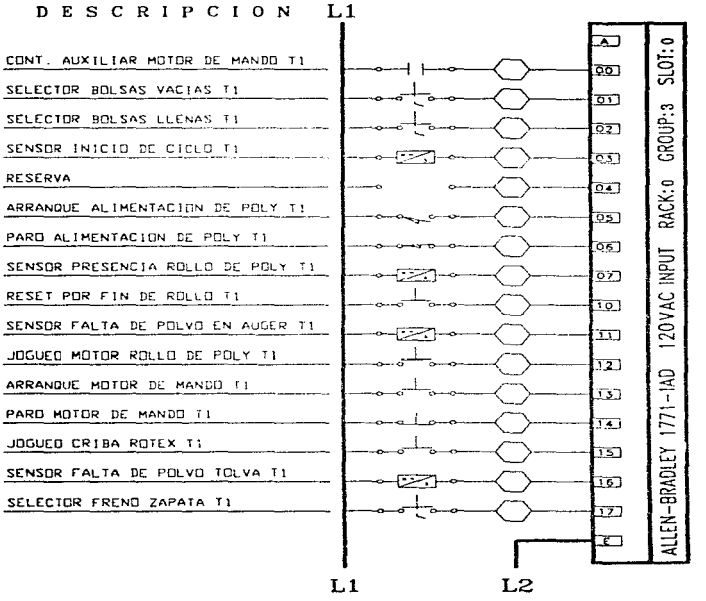
Señales de entrada	Dirección
Sensor (fotocelda) de registro T6	I:001/05
Auxiliar motor de mando T6	I:012/00
Selector en posición de "bolsas vacías" T6	I:012/01
Selector en posición de "bolsas llenas" T6	I:012/02
Sensor (fotocelda) de inicio de ciclo T6	I:012/03
Reserva	I:012/04
Arranque alimentación de rollo de polietileno T6	I:012/05
Paro alimentación de rollo de polietileno T6	I:012/06
Sensor de presencia de rollo de polietileno T6	I:012/07
Reset por fin de rollo de polietileno T6	I:012/10
Sensor de falta de polvo en Auger T6	I:012/11
Jogueo del motor de rollo de polietileno T6	I:012/12
Arranque del motor de mando T6	I:012/13
Paro del motor de mando T6	I:012/14
Jogueo de la criba Rotex T6	I:012/15
Sensor de falta de polvo en tolva T6	I:012/16
Selector freno de zapata T6	I:012/17

Señales de salida	Dirección
Arrancador motor de mando T6	O:012/00
Válvula de aire a sello horizontal T6	O:012/01
Válvula de cierre de quijadas T6	O:012/02
Piloto indicación de registro T6	O:012/03
Reserva	O:012/04
Válvula freno zapata tubo formador T6	O:012/05
Válvula sello vertical T6	O:012/06
Impulso alambre de corte T6	O:012/07
Reserva	O:012/10
Motor de alimentación de polietileno T6	O:012/11
Válvula freno de polietileno por fin de rollo T6	O:012/12
Arrancador motor criba Rotex T6	O:012/13
Señal de dosificación de polvo a Auger T6	O:012/14
Piloto indicador freno por fin de rollo T6	O:012/15
Impulso de sellado horizontal T6	O:012/16
Reserva	O:012/17

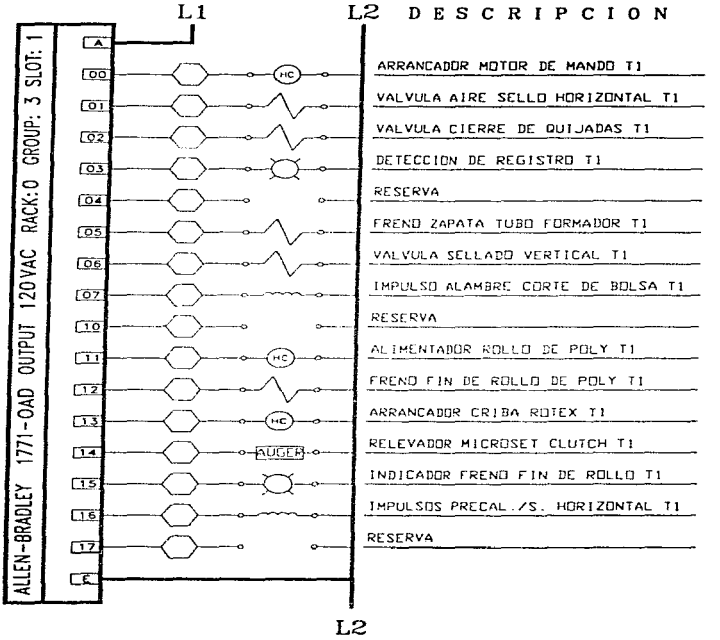
4.4.2.-Disposición de señales en los módulos

A continuación se muestra un diagrama de la disposición de señales para un tubo (que es la misma para los todos los tubos).

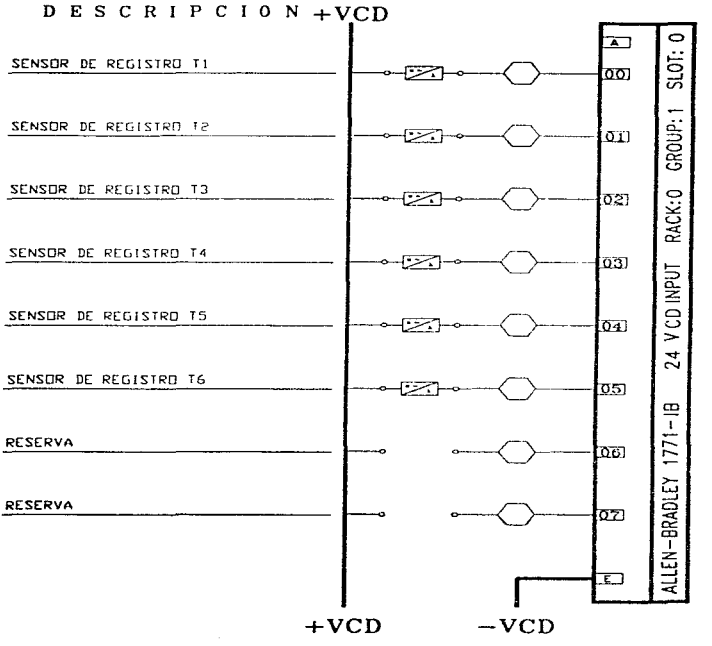
Módulo de entradas de Corriente Alterna (AC)



Módulo de salidas de Corriente Alterna (AC)



Módulo de entradas de Corriente Directa (DC), señales de registros



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Comparando la operación de la linea de empaque en su forma actual contra la que hemos desarrollado y explicado durante el presente trabajo, encontramos que esta última nos ofrece las siguientes ventajas:

- Aumento de la eficiencia de las máquinas debido a que se disminuyó el tiempo de ciclo sin afectar parámetros como el sellado vertical, el sellado horizontal, y la caida de polvo.

- Aumento de la productividad de las máquinas debido al incremento de la velocidad y continuidad de trabajo. Esto último se obtuvo gracias a que los ajustes de operación se realizaron por medios electrónicos y no mecánicos, además de que no es necesario detener la maquinaria para efectuar dichos ajustes.

- La información de los parámetros de operación generada por el PLC, y desplegada por medio del Panelview y del Redipanel, permiten al supervisor y a los operadores de la linea monitorear en todo momento las condiciones

de las máquinas, para corregir oportunamente cualquier posible error.

- El tiempo de mantenimiento se ha reducido considerablemente puesto que se disminuyeron las piezas e instrumentos mecánicos que integraban al sistema original, y en su lugar se instalaron componentes electrónicos que no requieren de un mantenimiento constante.

- Como ya se había comentado anteriormente, el sistema actual es más flexible, ya que para realizar cambio sustancial en la lógica de operación ó bien añadir nuevos elementos de control que sean requeridos, únicamente será necesario accesar el programa de control del PLC y de esta forma efectuar las adecuaciones pertinentes.

Por lo expuesto a lo largo de este trabajo, se pueden advertir fácilmente las grandes ventajas de la implementación de los sistemas de control basados en la lógica programable PLC, para llevar a cabo los procesos de empaque, y con bases tan sólidas que podemos afirmar ya en este punto que ningún otro proceso de empaque (proceso no basado en PLC's) podra competir con procedimientos de empaque basados en la filosofía de un PLC, como el que sugerimos y presentamos en nuestro trabajo.

Ahora bien, sabemos que existe una amplia variedad de marcas y modelos de sistemas basados en lógica programable, que a su vez poseen diferentes caracteristicas, modos de operación y lenguajes de programación; ofreciéndonos de esta manera ventajas y desventajas.

En este trabajo se realizó un estudio comparativo de los mismos, a fin de buscar la opción que mejor cubriera las demandas de nuestro proyecto, sin embargo, la elección del equipo estuvo sujeta a las políticas internas de la empresa para la cual se realizó el proyecto.

Las razones por las cuales esta empresa sigue las políticas anteriores son las siguientes:

- Estandarización de equipos.
- Reducción en costos de almacén.
- Relación estrecha e inmediata con el proveedor.
- Familiarización del personal con el equipo utilizado en diferentes sistemas.

Para el desarrollo del Sistema utilizamos equipo Allen-Bradley, ya que este fabricante nos ofrece equipo de tecnología de punta, el cual ha tenido una gran aceptación debido a los buenos resultados que la industria ha registrado al utilizarlo, al grado de establecerse como norma de grandes empresas. Por otra parte esta firma ha desarrollado equipo periférico, lo cual permite estandarizar todo el equipo del sistema de control, es decir, todo (ó lo más posible) de una misma marca y con un mismo proveedor. Aunque casi todos los equipos e instrumentos de control manejan y utilizan en su mayoría el mismo tipo de señales y protocolos; al estandarizar todo a una misma firma aseguramos compatibilidad de equipos y señales.

APENDICE

1. Descripción del Redipanel
2. Descripción del Panelview
3. *Drive* ó Variador de Frecuencia
4. Set de Instrucciones disponibles en el PLC-5/15 de Allen Bradley
   - 4.1 Instrucciones tipo relevador
   - 4.2 Contadores y temporizadores
   - 4.3 Instrucciones de comparación
   - 4.4 Instrucciones de cálculo
   - 4.5 Instrucciones de transferencia
   - 4.6 Instrucciones de archivo
   - 4.7 Instrucciones de secuencia
   - 4.8 Instrucciones de transferencia de bloques
   - 4.9 Instrucciones de mensaje
   - 4.10 Especificaciones técnicas del PLC-5/15

1.- Descripción del Redipanel

Características

El Redipanel es en si un módulo operador de entradas y salidas remotas, que se conecta directamente a un PLC, y que permite al operador introducir y extraer datos del mismo. También funciona como display de una sola línea.

El módulo Redipanel tiene las siguientes características:

- Display alfanumérico de 16 caracteres
- Teclado numérico, teclas de *delete*, *enter*, punto decimal y polaridad
- 6 teclas de función programables, con 6 indicadores de *led* programables
- Trabajo en red de hasta 16 módulos en forma remota, a través de un solo cable de hasta 10000 pies de distancia del PLC
- Editor de mensajes y almacenaje de mensajes
- NEMA tipo 4X cuando se monta en panel (sólo para áreas cerradas)
- Opción de tecla de seguridad
- Diagnósticos completos
- Manejo de datos de tipo binario BCD y enteros
- Fuente de poder 120/240 Volts AC ó 18-30 Volts DC
- Acceso de datos adicional con funciones destinadas

Funciones

- Reemplaza el uso de múltiples *thumbwheels*
- Actúa como un rack I/O remoto:
  - Acepta que el operador introduzca datos numéricos y los envíe al PLC
  - Trae datos del PLC
- Despliega datos numéricos con textos relacionados

- Permite al operador desplegar mensajes para:
  - Avisar al operador
  - Desplegar mensajes de alarma
  - Desplegar el estado de la máquina ó del proceso
- Proporciona una alarma anunciadora con reconocimiento de capacidades

Aplicaciones:

El Redipanel combina las funciones de un *thumbwheel* ó *pushbutton* con las capacidades propias de un rack I/O remoto.

El Redipanel se comunica directamente con el controlador programable via remota. Cabe señalar que el Redipanel se puede instalar en cualquier lugar a lo largo de la línea.

Para el PLC, el Redipanel luce como un rack remoto cableado. las teclas de función y los *leds* indicadores de señal de salida son programadas como entradas y salidas discretas en el PLC. La comunicación ocurre cuando la tabla de imagen de entradas y salidas se actualiza. La figura 1A muestra una aplicación típica del Redipanel.

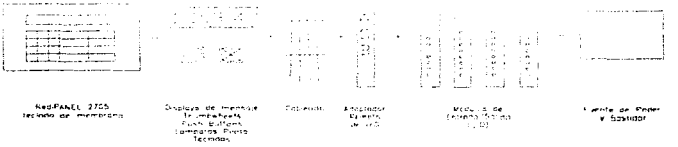


Figura 1A.- Aplicación típica del Redipanel.

2.- Descripción del Panelview

El Panelview es un tipo de terminal con tecnología *touchscreen* ó bien con tecnología de teclado de membrana, diseñada para facilitar al operador la interacción con un sistema basado en PLC.

Este tipo de terminal representa velocidad, facilidad, flexibilidad y una *interface* de bajo costo para el operador que trabaje con un sistema PLC. Ideales para reemplazar páneles de control.

El Panelview se conecta directamente al PLC como un rack de entradas y salidas remotas, y sus terminales están preensambladas y listas para instalarse en el panel de control, y se conectan al PLC de la misma formal que el Panelview.

Para crear las pantallas y funciones de una terminal Panelview, se puede usar una computadora Allen-Bradley, una IBM ó PC compatible, a través del *software* de desarrollo *"Panel Builder"*, el cual permite que el operador diseñe sus pantallas de manera rápida y fácil.

Como ya mencionamos, hay dos tipos de terminales Panelview, la tipo *Touchscreen* y la de tipo teclado, para este proyecto utilizaremos ésta última, la cual se describe a continuación:

La terminal de teclado tiene 21 botones de funciones ya definidas para el usuario, cuenta con teclas para valores numéricos enteros, flechas hacia arriba y abajo y tecla de retroceso. Todos los botones son de tipo membrana.

La figura 2A nos muestra una terminal como la utilizada para este proyecto.

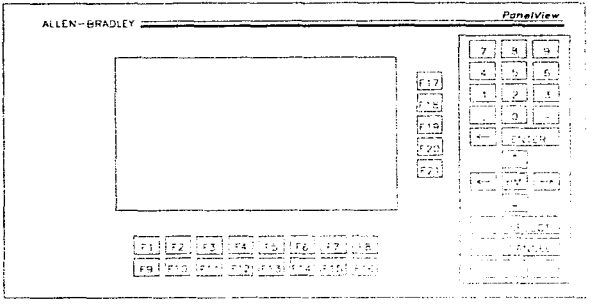


Figura 2A.- Panelview.

3.- *Drive* ó Variador de Frecuencia

El *Drive* ó Variador de Frecuencia de corriente alterna 1336 de Allen-Bradley, está controlado por un microprocesador de alta tecnología de frecuencia variable, para controlar motores trifásicos de inducción en aplicaciones industriales críticas. El *drive* produce una salida de tres fases de frecuencia ajustable para alimentar a un motor de velocidad ajustable. El voltaje de salida del *drive* es una función de la frecuencia de salida, y es ajustable para manipular los parámetros del motor y, de esta forma, obtener la respuesta óptima del mismo.

Para ayudarnos a obtener un control, configuración y operación precisas, el 1336 se puede programar digitalmente. El *drive* puede ser programado desde un panel de control -ya sea local o remoto-, o a través del puerto de comunicaciones serial utilizando dispositivos opcionales.

La figura 3A nos muestra el diagrama del Variador de frecuencia.

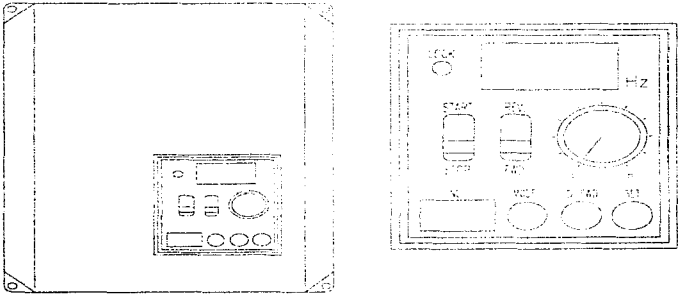


Figura 3A.- Variador de Frecuencia.

4.- Set de instrucciones disponibles en PLC-5/15 de Allen-Bradley

4.1.- Instrucciones tipo Relevador

Instrucción	Nombre y Mnemónico	Descripción
I:012 07	Examine On XIC	Examina el bit I:012/07, el cual corresponde a la terminal 7 de un módulo de entradas en el I/O Rack 1, del grupo 2. Si este bit toma el valor de (1), la instrucción es verdadera.
I:012 07	Examine Off XIO	Examina el bit I:012/07, el cual corresponde a la terminal 7 de un módulo de entradas en el I/O Rack 1, del grupo 2. Si este bit toma el valor de (0), la instrucción es verdadera.
O:002 02	Output Energize OTE	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el bit O:002/02 toma el valor de (1), el cual corresponde a la terminal 2 de un módulo de salidas en el I/O Rack 0, del grupo 2.
O:002 L 02	Output Latch OTL	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el bit O:002/02 toma el valor de (1), el cual corresponde a la terminal 2 de un módulo de salidas en el I/O Rack 0, del grupo 2. Este bit permanecerá encendido hasta que sea apagado (reseteado) por una instrucción OTU.

Instrucción	Nombre y Mnemónico	Descripción
0:002 —(U)— 02	Output Unlatch OTU	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el bit O:002/02 toma el valor de (0), el cual corresponde a la terminal 2 de un módulo de salidas en el I/O Rack 0, del grupo 2.

4.2.- Contadores y Temporizadores

Instrucción	Nombre y Mnemónico	Descripción
TON TIMER ON DELAY TIMER T4:5 TIME BASE 0.01 PRESET 22 ACCUM 0 (EN) (DN)	Timer On Delay TON	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el elemento 5 del grupo de Timers T4, comienza a incrementarse en intervalos de 0.01 segundos. Cuando el valor acumulado es igual al preestablecido (22), el timer para y se enciende el " done bit " del mismo. Las bases de tiempo válidas son 1.0 y 0.01 segundos.
TOF TIMER OFF DELAY TIMER T4:0 TIME BASE 1.0 PRESET 7 ACCUM 0 (EN) (DN)	Timer Off Delay TOF	Si las condiciones de entrada son falsas, el elemento 0 del grupo de Timers T4, comienza a incrementarse en intervalos de 1 segundo. Cuando el valor acumulado es igual al preestablecido (7), el timer para y se enciende el " done bit " del mismo. Las bases de tiempo válidas son 1.0 y 0.01 segundos.

Instrucción	Nombre y Mnemónico	Descripción
RTO RETENTIVE TIMER ON TIMER T4:16 TIME BASE 1.0 PRESET 15 ACCUM 0 (EN) (DN)	Retentive Timer On RTO	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el elemento 16 del grupo de Timers T4, comienza a incrementarse en intervalos de 1 segundo, mientras el renglón permanezca verdadero. Cuando el renglón se hace falso, el timer se para. Si el renglón vuelve a hacerse verdadero, el timer continúa. Cuando el valor acumulado es igual al preestablecido (15), el timer para y se enciende el " done bit " del mismo. Las bases de tiempo válidas son 1.0 y 0.01 segundos.
CTU COUNT UP COUNTER C5:0 PRESET 15 ACCUM 0 (EN) (DN)	Count Up CTU	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el elemento 0 del grupo de contadores C5 comenzará a contar, incrementando su cuenta en 1, cada vez que el renglón cambie de falso a verdadero. Cuando el valor acumulado es igual o mayor que el preestablecido (15), el contador enciende su " done bit ".
CTD COUNT DOW COUNTER C5:9 PRESET 15 ACCUM 0 (EN) (DN)	Count Down CTD	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el elemento 9 del grupo de contadores C5 comenzará a contar, decrementando su cuenta en 1 cada vez que el renglón cambie de verdadero a falso. Cuando el valor acumulado es igual o mayor que el preestablecido (15), el contador enciende su " done bit ".

Instrucción	Nombre y Mnemónico	Descripción
T4:1 —(RES)—	Timer and Counter Reset RES	Si las condiciones de entrada son verdaderas, el elemento 1 del grupo de Timers T4 se resetea. Esta instrucción resetea timers y contadores así como bloques de control.

4.3.- Instrucciones de Comparación

Instrucción	Nombre y Mnemónico	Descripción
EQU EQUAL SOURCE A N7:3 3 SOURCE B N10:34 1	Equal to EQU	Si el valor en la Fuente A (N7:3) es igual al valor de la Fuente B (N10:34), esta instrucción de entrada es verdadera.
GEQ GRTR THAN OR EQUAL SOURCE A N7:12 3 SOURCE B N23:45 1	Greater than or Equal GEQ	Si el valor en la Fuente A (N7:12) es mayor o igual al valor de la Fuente B (N23:45), esta instrucción de entrada es verdadera.
GRT GREATER THAN SOURCE A N9:0 3 SOURCE B N25:11 1	Greater than GRT	Si el valor en la Fuente A (N9:0) es mayor al valor de la Fuente B (N25:11), esta instrucción de entrada es verdadera.
LEQ LESS THAN OR EQUAL SOURCE A N7:9 3 SOURCE B N10:34 1	Less than or Equal LEQ	Si el valor en la Fuente A (N7:9) es menor o igual al valor de la Fuente B (N10:34), esta instrucción de entrada es verdadera.

BIBLIOGRAFIA

1. Allen-Bradley — "Assembly and Installation manual. PLC-5 Family programmable controllers" Allen-Bradley Company, Inc. 1987. U.S.A.

2. Allen-Bradley — "Bulletin 1336 Programming manual. Adjustable frecuency AC drive" Supersedes Publication 1336. December 1992. U.S.A.

3. Allen-Bradley — "Instruction manual. Bulletin 1333 Series B/C. Adjustable frecuency AC drives" Allen-Bradley Company Inc. 1987. U.S.A.

4. Allen-Bradley — "Panelview operator terminals. Product overview" Addendum Publication 2711-1.1. April 1989. U.S.A.

5. Allen-Bradley — "Processor manual. PLC-5 family programmable controllers" Allen-Bradley Company Inc. 1987. U.S.A.

6. Allen-Bradley — "User's manual. Bulletin 2705 Redipanel keypad modules" Supersedes Publication 2705-801. November 1987. U.S.A.

7. Allen-Bradley — "1785 PLC-5 Programmable controllers. Product data" Supersedes Publication 1785. September 1990. U.S.A.

8. Boylestadt, Robert; Nashelsky, Louis — "Electrónica. Teoría de circuitos" Prentice-Hall. 4ta. edición. México, 1989.

9. Fink, Donald G.; Christiansen, Donald — "Engineer's handbook" McGraw-Hill. 3rd. edition.

10. Giacoletto	"Electronics designers handbook" McGraw-Hill. 2nd. edition
11. Gordillo, José A. Rodríguez, Francisco Servín, José Luis	"Manual del laboratorio de Control Digital" Depto. de Ingeniería de Control. División de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación. Facultad de Ingeniería. UNAM. Octubre 1991.
12. Kaufman & Seidman	"Handbook of electronics calculations" McGraw-Hill. 3rd. edition.
13. Ramshaw, R.	"Electronica de Potencia" Marcombo. Barcelona, España. 1977.
14. Siemens	"Catálogo ST-54.1 - 1992. Simatic S5 Autómatas programables S5 135U, S5 155U y S5 155H" Rep. Federal Alemana. 1992.
15. Telemecanique	"Catálogo 1992-1992" Groupe Schneider. Sever-Cuesto. Valladolid, España
16. Understanding Series	"Understanding Solid-State electronics" Texas Instrument Learning Center 3rd. edition. Dallas, Texas, U.S.A. 1978.

Allen-Bradley Company
6200 Series Software
PLC-5 Programming Terminal Software
Release 4.3
Program Listing Report

Processor File: EMP1NEW1
5 November 1995 - 15:25

REPORT OPTIONS

Page Width:	95
Page Length:	66
Graphics Capabilities:	YES
Right Power Rail:	YES
Address Display:	SYMBOL
Address Comments:	YES
Rung Comments:	YES
Output Cross Reference:	NO
Ladder Cross Reference:	NONE
Starting Rung:	2:0
Ending Rung:	4:0

Rung 2:0

PROGRAMA
TUBO 1

JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number 3
Input par
Return par

Rung 2:1

PROGRAMA
TUBO 2

JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number 4
Input par
Return par

Rung 2:2

PROGRAMA
TUBO 3

JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number 5
Input par
Return par

Rung 2:3

PROGRAMA
TUBO 4

JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number 6
Input par
Return par

Rung 2:4

PROGRAMA
TUBO 5

JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number 7
Input par
Return par

Rung 2:5

PROGRAMA
TUBO 6

JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number 8
Input par
Return par

Rung 2:6

PROGRAMA
REDIPANEL1

```
JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number 9
Input par
Return par
```

Rung 2:7

PROGRAMA
REDIPANEL2

```
JSR
JUMP TO SUBROUTINE
Prog file number      10
Input par
Return par
```

Rung 2:8

```
N12:0 N12:5
]/[---]/[
  15    15
```

```
BTR
BLOCK TRNSFR READ
Rack                 00
Group                 0
Module                0
Control Block      N12:0
Data file         N12:40
Length                5
Continuous            N
```

(EN) (DN) (ER)

Rung 2:9

```
N12:0 N12:5
]/[---]/[
  15    15
```

```
BTW
BLOCK TRNSFR WRITE
Rack                 00
Group                 0
Module                0
Control Block      N12:5
Data file         N12:45
Length               13
Continuous            N
```

(EN) (DN) (ER)

Rung 2:10

```
N12:10 N12:15
]/[---]/[
  15    15
```

```
BTR
BLOCK TRNSFR READ
Rack                 00
Group                 0
Module                1
Control Block     N12:10
Data file         N12:60
Length                5
Continuous            N
```

(EN) (DN) (ER)

Rung 2:11

N12:10 N12:15
]/[ ]/[
15 15

BTW
BLOCK TRNSFR WRITE
Rack 00
Group 0
Module 1
Control Block N12:15
Data file N12:65
Length 13
Continuous N
(EN)
(DN)
(ER)

Rung 2:12

EQU
EQUAL
Source A 21
Source B S:21
9

EQU
EQUAL
Source A 55
Source B S:22
24

MOV
MOVE
Source 3
Dest N12:25
1

Rung 2:13

EQU
EQUAL
Source A 6
Source B S:21
9

EQU
EQUAL
Source A 20
Source B S:22
24

MOV
MOVE
Source 1
Dest N12:25
1

Rung 2:14

EQU
EQUAL
Source A 13
Source B S:21
9

EQU
EQUAL
Source A 40
Source B S:22
24

MOV
MOVE
Source 2
Dest N12:25
1

Program Listing Report PLC-5/15 File EMP1NEW1

Rung 2:15

LES
LESS THAN
Source A N12:26
1
Source B N12:25
1

GRT
GREATER THAN
Source A N12:26
1
Source B N12:25
1

COP
COPY FILE
Source #N15:10
Dest #N15:15
Length 5

COP
COPY FILE
Source #N15:20
Dest #N15:25
Length 5

COP
COPY FILE
Source #N15:30
Dest #N15:35
Length 5

COP
COPY FILE
Source #N15:40
Dest #N15:45
Length 5

COP
COPY FILE
Source #N15:50
Dest #N15:55
Length 5

COP
COPY FILE
Source #N15:60
Dest #N15:65
Length 5

BIT DE
INDICACION
DE
REGISTRO
TUBO-2
B3
( )
15

Rung 2:16

[END OF FILE]

Rung 3:0

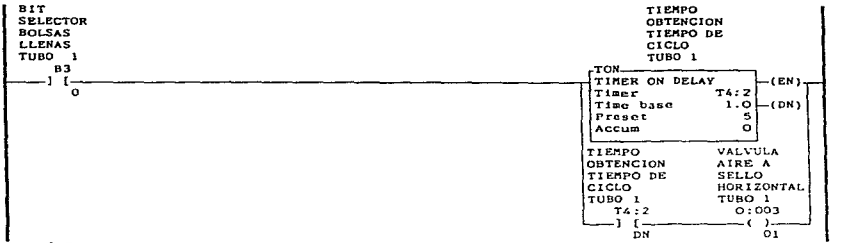
```
*************          INICIA LA PROGRAMACION DEL TUBO 1          *************

******* MOTOR DE MANDO DEL TUBO 1    *************

| PUSH BUTTON PARO MOTOR DE MANDO T-1 I:003 14 ]/[ | PUSH BUTTON ARRANQUE MOTOR DE MANDO T-1 I:003 13 ] [ | TIEMPO CHEQUEO DE OPERACION TRIANGLE TUBO 1 T4:0 DN ]/[ | C.AUXILIAR ARRANCADOR MOTOR DE MANDO TUBO-1 I:003 00 ] [ | ARRANCADOR MOTOR DE MANDO TUBO 1 O:003 00 ( ) |
```

Rung 3:1

```
*****  ESTE TIMER SIRVE PARA QUE DURANTE UN MINUTO SE CHEQUE EL FUNCIONAMIENTO *
*****  DE LA TRIANGLE DEL TUBO 1. SI DURANTE ESTE MINUTO NO SE DETECTA OPERA--
*****  CION DE LA TRIANGLE SE PARA EL MOTOR DE MANDO

| C.AUXILIAR ARRANCADOR MOTOR DE MANDO TUBO-1 I:003 B3 10 ]/[ 00 ] [ | TIEMPO CHEQUEO DE OPERACION TRIANGLE TUBO 1 TON TIMER ON DELAY Timer T4:0 Time base 1.0 Preset 120 Accum 0 (EN) (DN) |
```

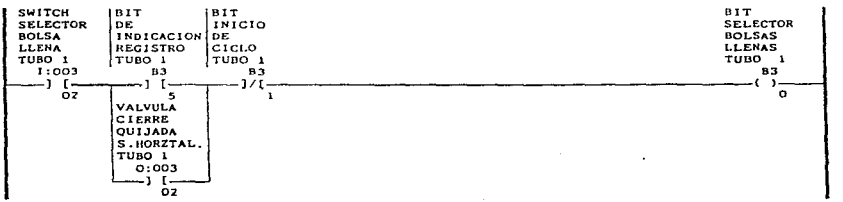
Rung 3:2

```
      ****  ESTE TIMER RETRAZA EL RESET DEL TIMER (T4:1) DURANTE UN PEQUEEO ****
      ****  TIEMPO PARA QUE EL VALOR ACUMULADO DEL TIMER PUEDA SER RESCATADO****
```



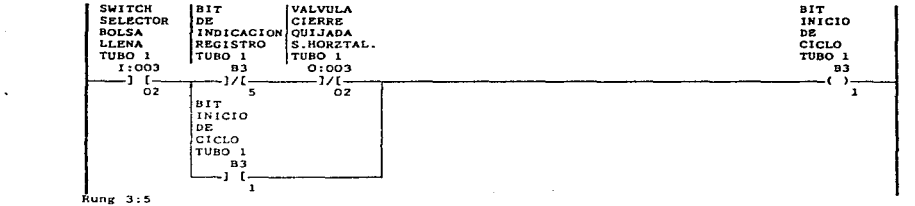
Rung 3:3

```
      *****  ESTE BIT MANTIENE HABILITADO EL TIMER RETENTIVO MEDIANTE EL CUAL SE *****
      *****  MIDE EL TIEMPO QUE TARDA LA MAQUINA EN EFECTUAR UN CICLO COMPLETO EN ****
      *****  EL TUBO 1 (TIMER 031)                                                ****
```

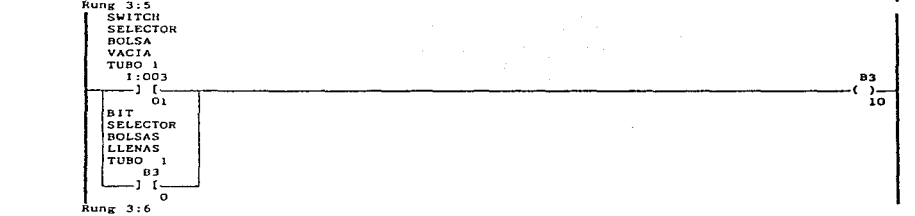


Rung 3:4

***** ESTE BIT MARCA EL INICIO DE CICLO DE LA TRIANGLE DEL TUBO 1 *****

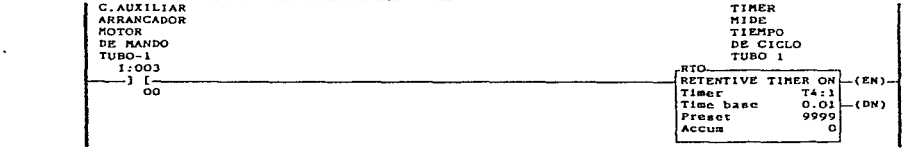


Rung 3:5



Rung 3:6

**** ESTE TIMER T4:1 SIRVE PARA MEDIR EL TIEMPO QUE TARDA LA TRIANGLE EN ****
**** COMPLETAR UN CICLO. EL CICLO SE DETERMINA CUANDO LAS QUIJADAS DE LA ****
**** TRIANGLE HAN CERRADO DOS VECES ****



Rung 3:7

```
MICRO
DE
INICIO
DE
CICLO
  I:003        B3
 ]/[-------[ONS]-------------------------------------------------------[MOV]
    03        464                                                      MOVE
                                                                       Source     T4:1.ACC
                                                                                       0
                                                                       Dest          N7:0
                                                                                       0
```

Rung 3:8

```
      ****  ESTE RESET SE EJECUTA CUANDO EL TIMER DE OBTENCION DE TIEMPO LLEGA  ******
      ****  A SU CUENTA FINAL                                                   ******

MICRO                                                                          TIMER
DE                                                                             MIDE
INICIO                                                                         TIEMPO
DE                                                                             DE CICLO
CICLO                                                                          TUBO 1
  I:003        B3                                                                T4:1
 ]/[-------[ONS]-------------------------------------------------------------(RES)
    03        465
 ARRANCADOR
 MOTOR
 DE
 MANDO
 TUBO 1
   O:003
 ]/[-------
    00
```

Rung 3:9

```
ARRANCADOR
MOTOR
DE
MANDO
TUBO 1
  O:003
 ---] [---
    00

                                  MUL
                                  MULTIPLY
                                  Source A        N7:0
                                                     0
                                  Source B        F8:0
                                            0.3300000
                                  Dest        T4:3.PRE
                                                    35

                                  MUL
                                  MULTIPLY
                                  Source A        N7:0
                                                     0
                                  Source B        F8:1
                                            0.5000000
                                  Dest        T4:4.PRE
                                                    53

                                  MUL
                                  MULTIPLY
                                  Source A        N7:0
                                                     0
                                  Source B        F8:2
                                            0.7000000
                                  Dest        T4:7.PRE
                                                    74
```

Rung 3:10

```
**** ESTE TIMER SIRVE PARA DETERMINAR EL 33% DEL CICLO DE TRIANGLE DEL    ****
**** TUBO 1 ESTE MOMENTO MARCA EL INICIO DEL INTERVALO EN QUE DEBE SER   ****
**** SENSADA LA SE&AL DE REGISTRO                                        ****

MICRO                                                  MIDE
DE                                                     33% DE
INICIO                                                 CICLO DE
DE                                                     TRIANGLE
CICLO                                                  TUBO 1
  I:003        B3                                   TON
 ---]/[------] [-----------------------------------  TIMER ON DELAY      --(EN)--
    03         10                                   Timer          T4:3
 |MIDE      |MIDE                                   Time base      0.01  --(DN)--
 |33% DE    |50% DE                                 Preset           35
 |CICLO DE  |CICLO DE                               Accum             0
 |TRIANGLE  |TRIANGLE
 |TUBO 1    |TUBO 1
    T4:3       T4:4
 ---] [------]/[---
    EN         DN
```

Rung 3:11

```
*** ESTE TIMER SIRVE PARA DETERMINAR EL 50% DEL CICLO DE TRIANGLE DEL    ***
*** TUBO 1.EN REALIDAD ESTE TIMER MARCA EL 83% DEL CICLO DE LA TRIANGLE  ***
*** YA QUE ESTE TIMER ARRANCA CUANDO SE MARCA EL 33% Y SIRVE PARA MARCAR ***
*** EL FIN DEL INTERVALO EN EL DEBE SER SENSADA LA SE&AL DE REGISTRO    ***

MIDE                                                          MIDE
33% DE                                                        50% DE
CICLO DE                                                      CICLO DE
TRIANGLE                                                      TRIANGLE
TUBO 1                                                        TUBO 1
   T4:3                                                   TON
 ---] [------------------------------------------------------TIMER ON DELAY-----(EN)-
     DN                                                     Timer        T4:4
                                                            Time base    0.01  -(DN)
                                                            Preset         53
                                                            Accum           0
```

Rung 3:12

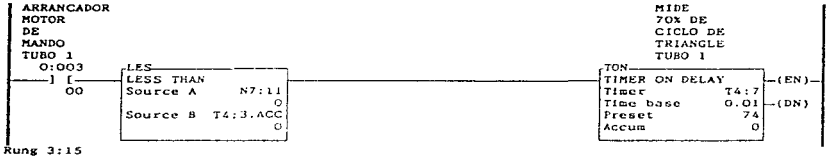
```
***** ESTE BIT DETERMINA EL INTERVALO EN QUE DEBE SER SENSADA  LA  SE&AL  *****
***** DE REGISTRO EN EL TUBO 1                                            *****

MIDE        MIDE                                                      BIT
33% DE      50% DE                                                    INTERVALO
CICLO DE    CICLO DE                                                  DE
TRIANGLE    TRIANGLE                                                  REGISTRO
TUBO 1      TUBO 1                                                    TUBO 1
   T4:3        T4:4                                                      B3
 ---] [-------]/[-------------------------------------------------------( )---
     DN          DN                                                       2
```

Rung 3:13

```
******* INDICACION DE REGISTRO DEL TUBO 1 *************

BIT
INTERVALO   FOTOSWITCH                                                INDICACION
DE          SENSOR DE                                                 DE
REGISTRO    REGISTRO                                                  REGISTRO
TUBO 1      TUBO-1                                                    TUBO 1
   B3          I:001                                                   O:003
 ---] [-------] [-------------------------------------------------------( )---
     2           00                                                      03
             INDICACION
             DE
             REGISTRO
             TUBO 1
               O:003
             ---] [---
                03
```

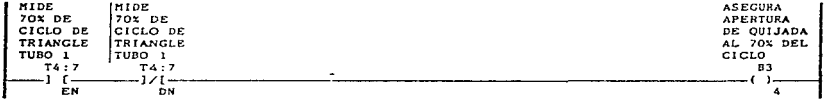
Rung 3:14

```
**** ESTE TIMER SIRVE PARA DETERMINAR EL 70% DEL CICLO DE TRIANGLE DEL      ****
**** TUBO 1 EN ESTE MOMENTO SI LAS QUIJADAS DE LA TRIANGLE NO HAN ABIERTO   ****
**** ESTE TIMER OBLIGA A QUE SE ABRAN                                       ****
```



Rung 3:15

```
***** ESTE BIT SIRVE PARA ASECURAR QUE LAS QUIJADAS ABRIRAN COMO MAXIMO    *****
***** AL 70% DEL CICLO DE MAQUINA SIN IMPORTAR SI HUBO O NO REGISTRO EN    *****
***** EL TUBO 1                                                            *****
```



Rung 3:16

******* VALVULA DE CIERRE DE QUIJADAS DEL TUBO 1 *********

```
MICRO      SWITCH                                                          VALVULA
DE         SELECTOR                                                        CIERRE
INICIO     BOLSA                                                           QUIJADA
DE         VACIA                                                           S.HORZTAL.
CICLO      TUBO 1                                                          TUBO 1
 I:003      I:003                                                            O:003
──]/[──────────] [──────────────────────────────────────────────────────────────( )──
   03         01                                                                 02
           BIT        BIT
           SELECTOR   DE
           BOLSAS     INDICACION
           LLENAS     REGISTRO
           TUBO  1    TUBO 1
             B3         B3
           ──] [──────────] [──
               0          5
VALVULA                                  ASEGURA
CIERRE     PARA LA    INDICACION         APERTURA
QUIJADA    MAQUINA    DE                 DE QUIJADA
S.HORZTAL. POR NO     REGISTRO           AL 70% DEL
TUBO 1     PESAR      TUBO 1             CICLO
 O:003      T4:18      O:003              B3
──] [──────────]/[──────────]/[──────────] [──
   02         DN         03                 4
```

Rung 3:17

******* FRENO DE POLIETILENO DEL TUBO 1 *************

```
VALVULA    S.SELECTOR                                                      FRENO
CIERRE     FRENO T1                                                        DE
QUIJADA    ZAPATA                                                          POLY
S.HORZTAL. TUBO                                                            TUBO 1
TUBO 1     FORMADOR                                                         O:003
 O:003      I:003                                                           ( )
──]/[──────────] [──────────────────────────────────────────────────────────────────
   02         17                                                                 05
```

```
Rung 3:18

        ****  ESTE TIMER SIRVE PARA DETERMINAR LA DURACION DEL IMPULSO ELECTRICO    ****
        ****  MEDIANTE EL QUE SE LLEVA ACABO EL SELLADO HORIZONTAL DE LAS BOLSAS    ****
        ****  LA DURACION DE ESTE IMPULSO ES VARIABLE DEPENDIENDO DE LA VELOCIDAD   ****
        ****  DE OPERACION DE LA TRIANGLE DEL TUBO 1                                ****
 VALVULA                                                          TIEMPO DE
 CIERRE                                                           DURACION
 QUIJADA                                                          DEL
 S.HORZTAL.                                                       IMPULSO
 TUBO 1                                                           TUBO 1
   O:003   LES
 ---] [---+LESS THAN                                             TON
     O2   |Source A      N7:14                                  TIMER ON DELAY
          |                 5                                    Timer          T4:8  -(EN)-
          |Source B  T4:3.ACC                                    Time base     0.01  -(DN)-
          |                 0                                    Preset          13
                                                                 Accum            0
Rung 3:19
 TIEMPO DE  |FIN TIEMPO                                                    DISPARO A
 DURACION   |DURACION                                                      UNIDAD DE
 IMPULSO    |IMPULSO                                                       IMPULSO
 S.HORZTAL. |S.HORZTAL.                                                    SELLO T-1
 TUBO 1     |TUBO 1                                                        HORIZONTAL
    T4:8       T4:8                                                         O:003
 ---] [-------]/[-------------------------------------------------------------( )---
     EN         DN                                                             16
Rung 3:20

        ******* IMPULSO TERMICO DEL TUBO 1  *************

 VALVULA    |FIN TIEMPO                                                    IMPULSO
 CIERRE     |DURACION                                                      ALAMBRE
 QUIJADA    |IMPULSO                                                       CORTE DE
 S.HORZTAL. |S.HORZTAL.                                                    BOLSA
 TUBO 1     |TUBO 1                                                        TUBO 1
   O:003       T4:8                                                         O:003
 ---] [-------] [-------------------------------------------------------------( )---
     O2         DN                                                             07
```

Rung 3:21

```
**** ESTE TIMER SIRVE PARA DETERMINAR LA DURACION DEL CONTACTO DE LA RESIS-****
**** TENCIA MEDIANTE LA QUE SE LLEVA ACABO EL SELLADO VERTICAL DE LAS      ****
**** BOLSAS LA DURACION DE ESTE CONTACTO ES VARIABLE DEPENDIENDO DE LA     ****
**** VELOCIDAD DE OPERACION DE LA TRIANGLE DEL TUBO 1                      ****

 VALVULA                                                    TIEMPO
 CIERRE                                                     DE
 QUIJADA                                                    SELLO
 S.HORZTAL.                                                 VERTICAL
 TUBO 1                                                     TUBO 1
 B3      O:003                                              TON
-] [-----]/[-------------------------------------------------TIMER ON DELAY  -(EN)-
 10      O2                                                 Timer      T4:9
                                                            Time base  0.01  -(DN)
                                                            Preset       40
                                                            Accum         0
```

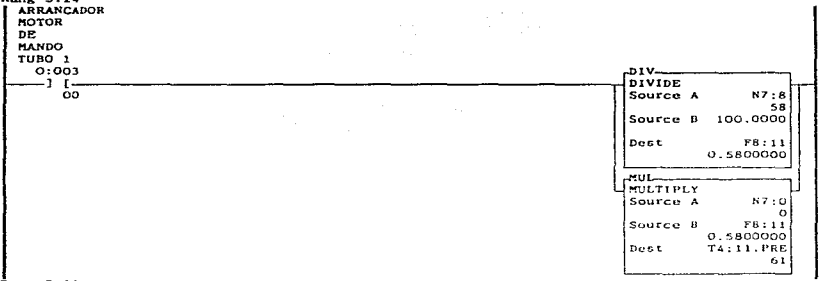
Rung 3:22

```
 TIEMPO
 DE
 SELLO
 VERTICAL
 TUBO 1
    T4:9                                                    TON
-----] [-----------------------------------------------------TIMER ON DELAY  -(EN)-
      EN                                                    Timer      T4:15
                                                            Time base  0.01  -(DN)
                                                            Preset       15
                                                            Accum         0
```

Rung 3:23

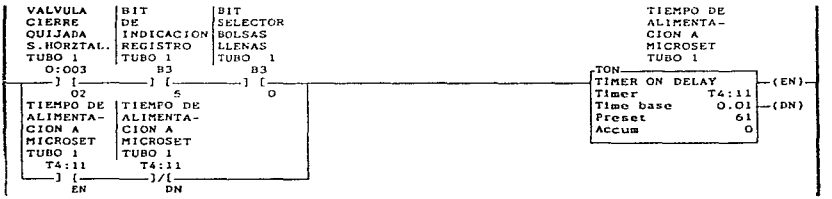
```
******* SELLO VERTICAL DEL TUBO 1 *************

 TIEMPO     TIEMPO                                                  SELLO
 DE         DE                                                      VERTICAL
 SELLO      SELLO                                                   DEL
 VERTICAL   VERTICAL                                                TUBO 1
 TUBO 1     TUBO 1                                                  O:003
    T4:9       T4:9      T4:15                                      ( )-
-----]/[-------] [-------] [-------------------------------------------
      DN         EN        DN                                        O6
```

Rung 3:24



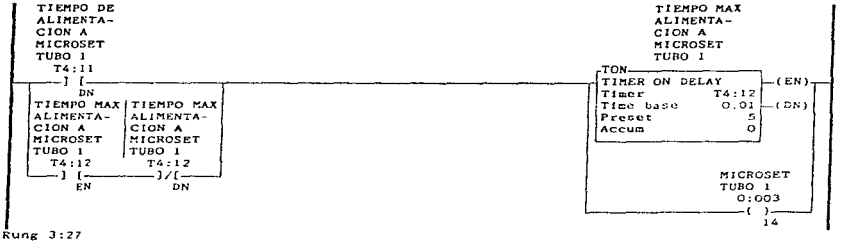
Rung 3:25

```
**** ESTE TIMER SIRVE PARA DETERMINAR EL MOMENTO EN QUE DEBE SER ALIMEN-  ****
**** TADO EL POLVO AL MICROSET DEL TUBO 1 ESTE PUNTO CORRESPONDE CON EL   ****
**** 65% DEL CICLO DE LA TRIANGLE                                         ****
```



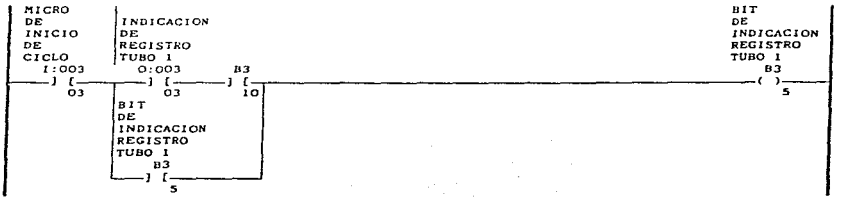
Rung 3:26

```
*** ESTE TIMER SIRVE PARA DETERMINAR LA MAXIMA DURACION DEL IMPULSO      ****
*** DE ALIMENTACION DE POLVO AL MICROSET  INDEPENDIENTEMENTE DE LA VELO- ****
*** CIDAD DE OPERACION DE LA TRIANGLE DEL TUBO 1                         ****
```



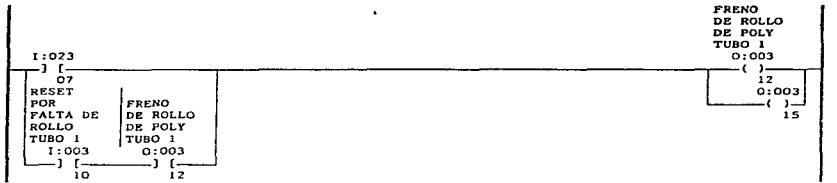
Rung 3:27

```
***** ESTE BIT SIRVE PARA INDICAR EN EL SISTEMA QUE LA SE&AL DE REGISTRO *****
***** FUE SENSADA EN EL TUBO 1                                           *****
```



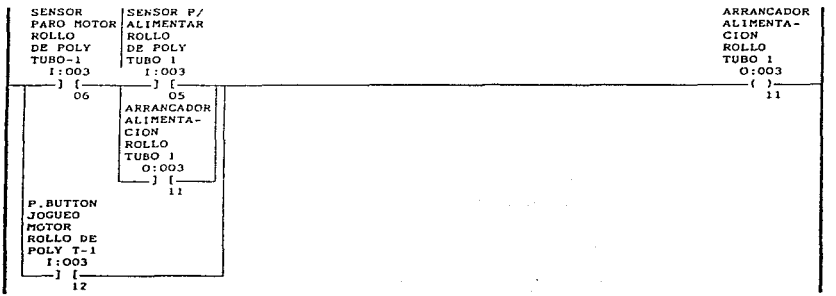
Rung 3:28

******* FRENO DEL ROLLO DE POLIETILENO TUBO 1 **********



Rung 3:29

******* MOTOR DE ALIMENTACION DEL ROLLO DE POLIETILENO TUBO 1 **********



Rung 3:30

```
SENSOR
FALTA DE
POLVO EN
AUGER
TUBO 1
  I:003
 ---] [---------------------------------------------------------------
    11
                                                   TON
                                                   TIMER ON DELAY      -(EN)-
                                                   Timer        T4:16
                                                   Time base      1.0  -(DN)-
                                                   Preset          30
                                                   Accum            0
```

Rung 3:31

******* CRIBA ROTEX TUBO 1 *************

```
SENSOR
FALTA DE
POLVO EN
AUGER
TUBO 1                                                          CRIBA
  I:003      T4:16                                              ROTEX
 ---] [-------]/[-                                              TUBO 1
    11        DN                                                O:003
                                                               ---( )---
                                                                 13
PUSH
BUTTON
JOGUEO
MOTOR
CRIBA T-1
  I:003
 ---] [-
    15
```

Rung 3:32

```
BIT          |VALVULA
SELECTOR     |CIERRE
BOLSAS       |QUIJADA
LLENAS       |S.HORZTAL.
TUBO  1      |TUBO 1
    B3          O:003                                           O:013
 ---] [-------] [-------------------------------------------------( )---
    0           02                                                00
```

Rung 3:33

```
SENSOR       |BIT
FALTA DE     |DE
POLVO EN     |INDICACION
AUGER        |REGISTRO
TUBO 1       |TUBO 1
  I:003         B3                                              O:013
 ---] [-------]/[-------------------------------------------------( )---
    07          5                                                 01
```

Rung 3:34

RESET CON
3 MUESTRAS
R-7 MICRO-
SET

I:003
16

CTU
COUNT UP
Counter C5:31
Preset 4
Accum 3
(CU)
(DN)

Rung 3:35

**** ESTE TIMER SIRVE PARA GENERAR EL INTERVALO EN QUE SERA VERIFICADA ****
**** LA EXISTENCIA DE LA SE&AL DE REGISTRO DEL TUBO 1 ****

BIT
SELECTOR
BOLSAS
LLENAS
TUBO 1
B3
0

C5:31
DN

TIEMPO DE
CHEQUEO
DE
REGISTRO
TUBO 1

TON
TIMER ON DELAY
Timer T4:6
Time base 1.0
Preset 750
Accum 0
(EN)
(DN)

Rung 3:36

SENSOR
CAMBIO DE
BUGGIE
TUBO 1
MODULO 1

I:003
04

TOF
TIMER OFF DELAY
Timer T4:19
Time base 1.0
Preset 120
Accum 120
(EN)
(DN)

Rung 3:37

```
GRT
GREATER THAN
Source A  T4:6.ACC
                0
Source B        600

                                                                    ALARMA POR
                                                                    EXCESO DE
                                                                    TIEMPO EN
                                                                    PESAR
                                                                      O:003
                                                                    ( )
                                                                      17

CAMBIO DE   | C.AUXILIAR
BUGGIE      | ARRANCADOR
EN EL T-1   | MOTOR
MODULO 1    | DE MANDO
            | TUBO-1
  T4:19       I:003
 ] [        ] [
   DN          OO
```

Rung 3:38

```
C5:31                                                                C5:31
] [                                                                 (RES)
 DN
```

Rung 3:39

```
*** ESTE CONTADOR SIRVE PARA DETERMINAR UN CICLO DE LA TRIANGLE DEL TUBO 2 ***
*** CUANDO LA CUENTA LLEGA A DOS ESTO SIGNIFICA QUE LA TRIANGLE COMPLETO   ***
*** UN CICLO Y SE PUEDE MEDIR EL TIEMPO DE CICLO MEDIANTE EL TIMER (T4:21) ***

C.AUXILIAR | BIT        | VALVULA   | CONTADOR                                  CONTADOR
ARRANCADOR | SELECTOR   | CIERRE    | DETERMINA                                 DETERMINA
MOTOR      | BOLSAS     | QUIJADA   | 2 CIERRES                                 2 CIERRES
DE MANDO   | LLENAS     | S.HORZTAL.| DE QUIJADA                                DE QUIJADA
TUBO-1     | TUBO   1   | TUBO 1    | TUBO 1                                    TUBO 1
  I:003       B3          O:003       C5:0
 ] [        ] [        ] [        ]/[                                        CTU
   OO          0          O2          DN                                     COUNT UP          ---(CU)---
                                                                             Counter      C5:0
                                                                             Preset         20  ---(DN)
                                                                             Accum           0
```

Rung 3:40

CONTADOR
DETERMINA
2 CIERRES
DE QUIJADA
TUBO 1

C5:0 DN — T4:17 EN

T. U. PARO
DIV DIVIDE
Source A T4:17.ACC 1407
Source B 60
Dest N15:10 5

LES LESS THAN
Source A T4:17.ACC 1407
Source B 60

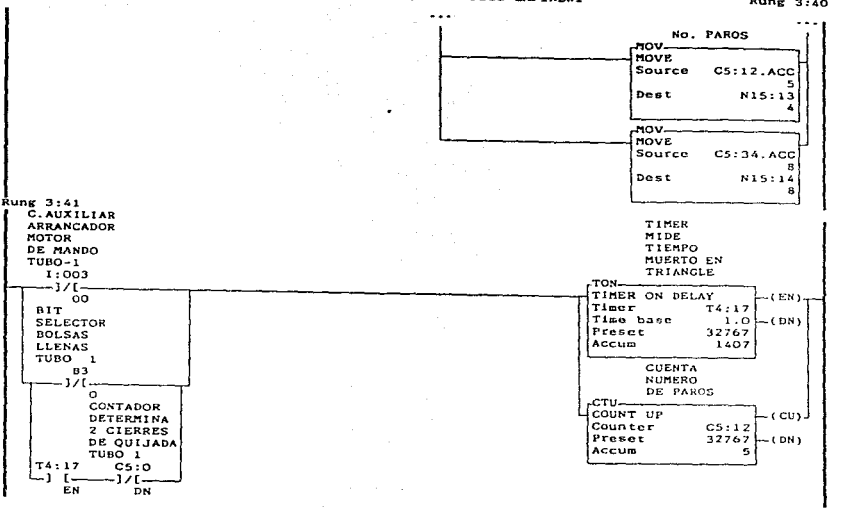
T. U. PARO
MOV MOVE
Source 1
Dest N15:10 5

ADD ADD
Source A T4:17.ACC 1407
Source B N7:1 1641
Dest N7:1 1641

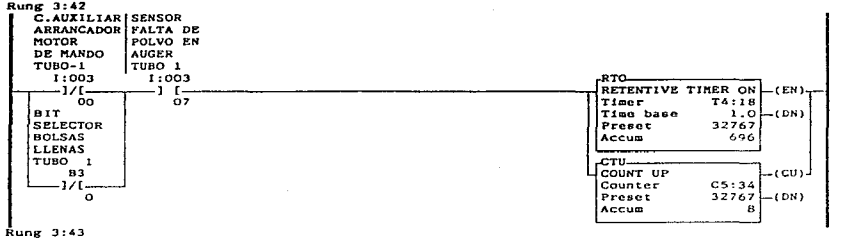
T. M. TOT
DIV DIVIDE
Source A N7:1 1641
Source B 60
Dest N15:11 27

TMFP. TOT.
DIV DIVIDE
Source A T4:18.ACC 696
Source B 60
Dest N15:12 12

vvv vvv

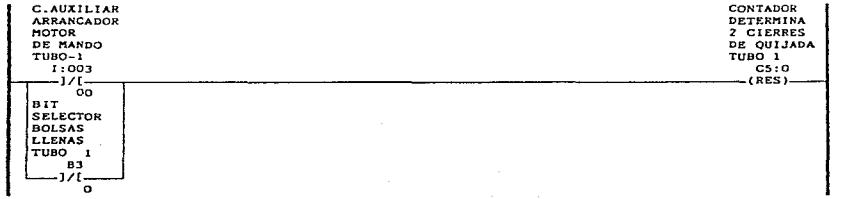

No. PAROS
MOV
MOVE
Source C5:12.ACC
5
Dest N15:13
4
MOV
MOVE
Source C5:34.ACC
8
Dest N15:14
8
Rung 3:41
C.AUXILIAR
ARRANCADOR
MOTOR
DE MANDO
TUBO-1
I:003
]/[
00
BIT
SELECTOR
BOLSAS
LLENAS
TUBO 1
B3
]/[
0
CONTADOR
DETERMINA
2 CIERRES
DE QUIJADA
TUBO 1
T4:17 C5:0
] [ ]/[
EN DN
TIMER
MIDE
TIEMPO
MUERTO EN
TRIANGLE
TON
TIMER ON DELAY
Timer T4:17
Time base 1.0
Preset 32767
Accum 1407
(EN)
(DN)
CUENTA
NUMERO
DE PAROS
CTU
COUNT UP
Counter C5:12
Preset 32767
Accum 5
(CU)
(DN)

Rung 3:42



Rung 3:43

```
**** ESTE RESET SE EJECUTA CUANDO EL TIMER DE OBTENCION DE TIEMPO LLEGA ******
**** A SU CUENTA FINAL                                                   ******
```



```
Rung 3:44
 | BIT DE                                                          CUENTA
 | INDICACION                                                      NUMERO
 | DE                                                              DE PAROS
 | REGISTRO                                                          C5:12
 | TUBO-2                                                          (RES)
 |     B3                                                            C5:34
 |---] [-------------------------------------------------------------(RES)
 |     15                                                            T4:18
 |                                                                   (RES)
 |                                                   MOV
 |                                                   MOVE
 |                                                   Source          0
 |                                                   Dest          N7:1
 |                                                                 1641
Rung 3:45
 |                                                   RET
 |-------------------------------------------------------------------RETURN ()
 |                                                                   Return par
Rung 3:46
 |-------------------------------------[END OF FILE]-------------------------------|
```

Allen-Bradley Company
6200 Series Software
PLC-5 Programming Terminal Software
Release 4.3
Program Listing Report

PanelView

Processor File: EMP1NW1
31 May 1996 - 18:40

REPORT OPTIONS

Page Width:	115
Page Length:	66
Graphics Capabilities:	YES
Right Power Rail:	YES
Address Display:	SYMBOL
Address Comments:	YES
Rung Comments:	YES
Output Cross Reference:	NO
Ladder Cross Reference:	NONE
Starting Rung:	10:0
Ending Rung:	10:71

```
Rung 10:0
                    ************************************************************
                    PROGRAMA DE COMUNICACION CON EL PROGRAMA DEL PANELVIEW PARA EL
                    DESPLIEGUE DE VARIABLES DEL PROCESO DE LA MAQUINA TRIANGLE
                    ************************************************************

| FOTOCELDA                                                                    CUENTA                  |
| SALIDA DE                                                                    No. CAJAS               |
| CAJAS                                                                        LADO 1 POR              |
| LADO 1                                                                       TURNO                   |
|   1:003                                                              ┌CTU──────────────┐            |
├───] [──────────────────────────────────────────────────────────────────│COUNT UP         ├─(CU)─┤
|      04                                                              |Counter      C5:1|            |
|                                                                      |Preset          0|─(DN)       |
|                                                                      |Accum           0|            |
|                                                                      └─────────────────┘            |
Rung 10:1
| SELECTOR  |SEÑAL DE                                                          TOTAL DE                |
| BOLSAS    |CIERRE DE                                                         BOLSAS PO-              |
| LLENAS    |QUIJADA                                                           SIBLES                  |
| TUBO 1    |TUBO 1                                                            TUBO 1                  |
|   1:003     O:003      B3                                            ┌ADD──────────────┐            |
├───] [──────] [──────[ONS]──────────────────────────────────────────│ADD              ├─┤
|      02       02        0                                            |Source A  1.000000|            |
|                                                                      |                  |            |
|                                                                      |Source B      F8:1|            |
|                                                                      |          0.000000|            |
|                                                                      |Dest          F8:1|            |
|                                                                      |          0.000000|            |
|                                                                      └──────────────────┘            |
Rung 10:2
| SELECTOR  |SEÑAL DE                                                          TOTAL DE                |
| BOLSAS    |CIERRE DE                                                         BOLSAS                  |
| LLENAS    |QUIJADA                                                           POSIBLES                |
| TUBO 2    |TUBO 2                                                            TUBO 2                  |
|   1:004     O:004      B3                                            ┌ADD──────────────┐            |
├───] [──────] [──────[ONS]──────────────────────────────────────────│ADD              ├─┤
|      02       02        1                                            |Source A  1.000000|            |
|                                                                      |                  |            |
|                                                                      |Source B      F8:2|            |
|                                                                      |          0.000000|            |
|                                                                      |Dest          F8:2|            |
|                                                                      |          0.000000|            |
|                                                                      └──────────────────┘            |
Rung 10:3
| SELECTOR  |SEÑAL DE                                                          TOTAL DE                |
| BOLSAS    |CIERRE DE                                                         BOLSAS                  |
| LLENAS    |QUIJADA                                                           POSIBLES                |
| TUBO 3    |TUBO 3                                                            TUBO 3                  |
|   1:005     O:005      B3                                            ┌ADD──────────────┐            |
├───] [──────] [──────[ONS]──────────────────────────────────────────│ADD              ├─┤
|      02       02        2                                            |Source A  1.000000|            |
|                                                                      |                  |            |
|                                                                      |Source B      F8:3|            |
|                                                                      |          0.000000|            |
```

Dest	F8:3
	0.000000

```
Rung 10:4
| FOTOCELDA                                                    PRODUCCION          |
| SALIDA DE                                                    TOTAL DEL           |
| CAJAS                                                        LADO 1              |
| LADO 1                                                       EN BOLSAS           |
|   I:003      B3                                           +MUL---------------+   |
|----] [------[ONS]-----------------------------------------+|MULTIPLY          |+--|
|     04        3                                          ||Source A  C5:1.ACC||   |
|                                                          ||                 0||   |
|                                                          ||Source B      N7:1||   |
|                                                          ||               707||   |
|                                                          ||Dest          F8:4||   |
|                                                          ||          0.000000||   |
|                                                          |+------------------+|   |
|                                                          |     TOTAL DE        |   |
|                                                          |     BOLSAS PO-      |   |
|                                                          |     SIBLES          |   |
|                                                          |     T1 + T2         |   |
|                                                          |+ADD---------------+|   |
|                                                          +|ADD               |+   |
|                                                          ||Source A      F8:1||   |
|                                                          ||          0.000000||   |
|                                                          ||Source B      F8:2||   |
|                                                          ||          0.000000||   |
|                                                          ||Dest          F8:5||   |
|                                                          ||          0.000000||   |
|                                                          |+------------------+|   |
|                                                          |     TOTAL DE        |   |
|                                                          |     BOLSAS PO-      |   |
|                                                          |     SIBLES          |   |
|                                                          |     T1+T2+T3        |   |
|                                                          |     (LADO 1)        |   |
|                                                          |+ADD---------------+|   |
|                                                          +|ADD               |+   |
|                                                          ||Source A      F8:3||   |
|                                                          ||          0.000000||   |
|                                                          ||Source B      F8:5||   |
|                                                          ||          0.000000||   |
|                                                          ||Dest          F8:6||   |
|                                                          ||          0.000000||   |
|                                                          |+------------------+|   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|                                                          |                    |   |
|
```

```
EFECTIVDAD
DE EL
LADO 1
DIV
DIVIDE
Source A        F8:4
                0.000000
Source B        F8:6
                0.000000
Dest            F8:7
                0.000000

SCRAP
SUB
SUBTRACT
Source A        1.000000

Source B        F8:7
                0.000000
Dest            F8:8
                0.000000

% SCRAP
LADO 1
MUL
MULTIPLY
Source A        F8:8
                0.000000
Source B        100.0000

Dest            N7:40
                0
```

Rung 10:5

```
FOTOCELDA
SALIDA DE
CAJAS
LADO 2
1:010
]---[ (
04
```

```
CUENTA No.
DE CAJAS
LADO 2
POR TURNO
CTU
COUNT UP                (CU)
Counter         C5:2
Preset          0       (DN)
Accum           0
```

```
Rung 10:6
| SELECTOR  |SEÑAL DE                                                    TOTAL DE          |
| BOLSAS    |CIERRE DE                                                   BOLSAS PO-       |
| LLENAS    |QUIJADA                                                     SIBLES           |
| TUBO 4    |TUBO 4                                                      TUBO 4           |
|  1:010      0:010      B3                                        ADD                  |
|---] [-------] [-----[ONS]-------------------------------------------|ADD              |-|
|     02        02        4                                          |Source A  1.000000| |
|                                                                    |                  | |
|                                                                    |Source B     F8:10| |
|                                                                    |          0.000000| |
|                                                                    |Dest         F8:10| |
|                                                                    |          0.000000| |
|                                                                    |                  | |
Rung 10:7
| SELECTOR  |SEÑAL DE                                                    TOTAL DE          |
| BOLSAS    |CIERRE DE                                                   BOLSAS PO-       |
| LLENAS    |QUIJADA                                                     SIBLES           |
| TUBO 5    |TUBO 5                                                      TUBO 5           |
|  1:011      0:011      B3                                        ADD                  |
|---] [-------] [-----[ONS]-------------------------------------------|ADD              |-|
|     02        02        5                                          |Source A  1.000000| |
|                                                                    |                  | |
|                                                                    |Source B     F8:11| |
|                                                                    |          0.000000| |
|                                                                    |Dest         F8:11| |
|                                                                    |          0.000000| |
|                                                                    |                  | |
Rung 10:8
| SELECTOR  |SEÑAL DE                                                    TOTAL DE          |
| BOLSAS    |CIERRE DE                                                   BOLSAS PO-       |
| LLENAS    |QUIJADA                                                     SIBLES           |
| TUBO 6    |TUBO 6                                                      TUBO 6           |
|  1:012      0:012      B3                                        ADD                  |
|---] [-------] [-----[ONS]-------------------------------------------|ADD              |-|
|     02        02        6                                          |Source A  1.000000| |
|                                                                    |                  | |
|                                                                    |Source B     F8:12| |
|                                                                    |          0.000000| |
|                                                                    |Dest         F8:12| |
|                                                                    |          0.000000| |
|                                                                    |                  | |
```

```
Rung 10:9
| FOTOCELDA                                                       PRODUCCION       |
| SALIDA DE                                                       TOTAL DEL        |
| CAJAS                                                           LADO 2           |
| LADO 2                                                          EN BOLSAS        |
|   I:010     B3                                               +MUL-----------+    |
|----] [-----[ONS]---------------------------------------------+-+MULTIPLY      +-+--|
|      04       7                                              | |Source A  C5:2.ACC| |
|                                                              | |                 0| |
|                                                              | |Source B     N7:2| |
|                                                              | |               644| |
|                                                              | |Dest         F8:13| |
|                                                              | |          0.000000| |
|                                                              | +------------------+ |
|                                                              |    TOTAL DE        | |
|                                                              |    BOLSAS PO-      | |
|                                                              |    SIBLES          | |
|                                                              |    T4 + T5         | |
|                                                              | +ADD---------------+ |
|                                                              +-+ADD               +-+
|                                                              | |Source A     F8:10| |
|                                                              | |          0.000000| |
|                                                              | |Source B     F8:11| |
|                                                              | |          0.000000| |
|                                                              | |Dest         F8:14| |
|                                                              | |          0.000000| |
|                                                              | +------------------+ |
|                                                              |    TOTAL DE        | |
|                                                              |    BOLSAS PO-      | |
|                                                              |    SIBLES          | |
|                                                              |    T4+T5+T6        | |
|                                                              |    (LADO 2)        | |
|                                                              | +ADD---------------+ |
|                                                              +-+ADD               +-+
|                                                              | |Source A     F8:12| |
|                                                              | |          0.000000| |
|                                                              | |Source B     F8:14| |
|                                                              | |          0.000000| |
|                                                              | |Dest         F8:15| |
|                                                              | |          0.000000| |
|                                                              | +------------------+ |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
|                                                              |                    | |
```

```
...                                   ...
|     EFECTIVI-                       |
|     DAD DE EL                       |
|     LADO 2                          |
|┌DIV──────────────────┐             |
|├DIVIDE                ┤             |
|│Source A      F8:13│             |
|│            0.000000│             |
|│Source B      F8:15│             |
|│            0.000000│             |
|│Dest          F8:16│             |
|│            0.000000│             |
|└─────────────────────┘             |
|     SCRAP                           |
|┌SUB──────────────────┐             |
|├SUBTRACT              ┤             |
|│Source A   1.000000│             |
|│                    │             |
|│Source B      F8:16│             |
|│            0.000000│             |
|│Dest          F8:17│             |
|│            0.000000│             |
|└─────────────────────┘             |
|     % DE SCRAP                      |
|     LADO 2                          |
|┌MUL──────────────────┐             |
└┤MULTIPLY              ┘             |
 │Source A      F8:17│              |
 │            0.000000│              |
 │Source B   100.0000│              |
 │                    │              |
 │Dest          N7:41│              |
 │                  0│              |
 └────────────────────┘              |
```

Rung 10:10

```
                                                                  SCRAP
                                                                  LADO 1 +
                                                                  LADO 2
                                                            ┌ADD──────────────┐
├───────────────────────────────────────────────────────────┤ADD              ├─┤
                                                            │Source A     F8:8│ │
                                                            │           0.000000│ │
                                                            │Source B    F8:17│ │
                                                            │           0.000000│ │
                                                            │Dest        F8:19│ │
                                                            │           0.000000│ │
                                                            └─────────────────┘ │
                                                                PROMEDIO        │
                                                            ┌DIV──────────────┐ │
                                                            ├DIVIDE           ├─┤
                                                            │Source A     F8:19│ │
                                                            │           0.000000│ │
                                                            │Source B  2.000000│ │
                                                            │                  │ │
                                                            │Dest        F8:20│ │
                                                            │           0.000000│ │
                                                            └─────────────────┘ │
                                                                % SCRAP DE      │
                                                                LA LINEA        │
                                                            ┌MUL──────────────┐ │
                                                            └MULTIPLY         ├─┘
                                                             Source A     F8:20│
                                                                        0.000000│
                                                             Source B  100.0000│
                                                             │                 │
                                                             Dest        N7:42│
                                                             │               0│
                                                             └────────────────┘
```

Rung 10:11

CONTEO DE MINUTOS (SEGUNDERO)

EQU
EQUAL
Source A 5:23 41
Source B 0

83
CONS
8

SEÑAL DE PARO NO CONTABILIZADO EN PR TUBO 1
I:024
00

TIEMPO DE CALCULO DE PR TUBO 1
ADD
ADD
Source A 1
Source B N7:3 1368
Dest N7:3 1368

SEÑAL DE PARO NO CONTABILIZADO EN PR TUBO 1
I:024
00

TIEMPO EN QUE NO SE CALCULA PR TUBO 1
ADD
ADD
Source A 1
Source B N7:43 0
Dest N7:43 0

SEÑAL DE PARO NO CONTABILIZADO EN PR TUBO 2
I:024
01

TIEMPO DE CALCULO DE PR TUBO 2
ADD
ADD
Source A 1
Source B N7:4 0
Dest N7:4 0

PanelView
Program Listing Report

PLC-5/15 File EMP1NW1

```
SEÑAL DE
PARO NO
CONTABILI-          TIEMPO EN
ZADO EN PR          QUE NO SE
TUBO 2              CALCULA PR
                    TUBO 2
  I:024      ADD
 ──] [──    ADD
     01     Source A          1
            Source B      N7:44
                              0
            Dest          N7:44
                              0

SEÑAL DE
PARO NO
CONTABILI-          TIEMPO DE
ZADO EN PR          CALCULO DE
TUBO 3              PR TUBO 3
  I:024      ADD
 ──]/[──    ADD
     02     Source A          1
            Source B       N7:5
                             19
            Dest           N7:5
                             19

SEÑAL DE
PARO NO
CONTABILI-          TIEMPO EN
ZADO EN PR          QUE NO SE
TUBO 3              CALCULA PR
                    TUBO 3
  I:024      ADD
 ──] [──    ADD
     02     Source A          1
            Source B      N7:45
                              0
            Dest          N7:45
                              0
```

```
---                                                     ---|
|SEÑAL DE                                               |  |
|PARO NO                                                |  |
|CONTABILI-         TIEMPO DE                           |  |
|ZADO EN PR         CALCULO DE                          |  |
|TUBO 4             PR TUBO 4                           |  |
|  I:024       +ADD--------------------+                |  |
|----]/[-------|ADD                    |H               |  |
|     03       |Source A              1||               |  |
|              |                        ||               |  |
|              |Source B          N7:6||               |  |
|              |                      0||               |  |
|              |Dest              N7:6||               |  |
|              |                      0||               |  |
|              +-----------------------+|               |  |
|SEÑAL DE                                               |  |
|PARO NO            TIEMPO EN                           |  |
|CONTABILI-         QUE NO SE                           |  |
|ZADO EN PR         CALCULA PR                          |  |
|TUBO 4             TUBO 4                              |  |
|  I:024       +ADD--------------------+                |  |
|----] [-------|ADD                    |H               |  |
|     03       |Source A              1||               |  |
|              |                        ||               |  |
|              |Source B         N7:46||               |  |
|              |                      0||               |  |
|              |Dest             N7:46||               |  |
|              |                      0||               |  |
|              +-----------------------+|               |  |
|SEÑAL DE                                               |  |
|PARO NO                                                |  |
|CONTABILI-         TIEMPO DE                           |  |
|ZADO EN PR         CALCULO DE                          |  |
|TUBO 5             PR TUBO 5                           |  |
|  I:024       +ADD--------------------+                |  |
|----]/[-------|ADD                    |H               |  |
|     04       |Source A              1||               |  |
|              |                        ||               |  |
|              |Source B          N7:7||               |  |
|              |                      0||               |  |
|              |Dest              N7:7||               |  |
|              |                      0||               |  |
|              +-----------------------+|               |  |
|                                                        |  |
```

```
|                                                                  ---                  ---|
|                                                                  |SEÑAL DE                 |
|                                                                  |PARO NO                  |
|                                                                  |CONTABILI-     TIEMPO EN |
|                                                                  |ZADO EN PR     QUE NO SE |
|                                                                  |TUBO 5         CALCULA PR|
|                                                                  |               TUBO 5    |
|                                                                  |  I:024    ,ADD----------|
|                                                                  |---] [-----|ADD          |
|                                                                  |     04    |Source A  1|
|                                                                  |           |           |
|                                                                  |           |Source B N7:47|
|                                                                  |           |          0|
|                                                                  |           |Dest     N7:47|
|                                                                  |           |          0|
|                                                                  |SEÑAL DE                 |
|                                                                  |PARO NO                  |
|                                                                  |CONTABILI-     TIEMPO DE |
|                                                                  |ZADO EN PR     CALCULO DE|
|                                                                  |TUBO 6         PR TUBO 6 |
|                                                                  |  I:024    ,ADD----------|
|                                                                  |---]/[-----|ADD          |
|                                                                  |     05    |Source A  1|
|                                                                  |           |           |
|                                                                  |           |Source B  N7:8|
|                                                                  |           |          0|
|                                                                  |           |Dest      N7:8|
|                                                                  |           |          0|
|                                                                  |SEÑAL DE                 |
|                                                                  |PARO NO        TIEMPO EN |
|                                                                  |CONTABILI-     QUE NO SE |
|                                                                  |ZADO EN PR     CALCULA PR|
|                                                                  |TUBO 6         TUBO 6    |
|                                                                  |  I:024    ,ADD----------|
|                                                                  |---] [-----|ADD          |
|                                                                  |     05    |Source A  1|
|                                                                  |           |           |
|                                                                  |           |Source B N7:48|
|                                                                  |           |          0|
|                                                                  |           |Dest     N7:48|
|                                                                  |           |          0|
|
|Rung 10:12
| PRESENTA-                                                                  PRESENTA-
| CION 180's                                                                 CION
| LADO 1                                                                     LADO 1
|   I:022                                                                  ,MOV----------
|---] [-------------------------------------------------------------------|MOVE        |
|     00                                                                   |Source  180|
|                                                                          |           |
|                                                                          |Dest    N7:1|
|                                                                          |        707|
```

```
Rung 10:13
| PRESENTA-                                                     PRESENTA-        |
| CION 90's                                                     CION             |
| LADO 1                                                        LADO 1           |
|   I:022                                                     +MOV-----------+   |
|----] [------------------------------------------------------+MOVE          +---|
|      01                                                     |Source      90|   |
|                                                             |              |   |
|                                                             |Dest      N7:1|   |
|                                                             |           707|   |
|                                                             +--------------+   |
Rung 10:14
| PRESENTA-                                                     PRESENTA-        |
| CION 80's                                                     CION             |
| LADO 1                                                        LADO 1           |
|   I:022                                                     +MOV-----------+   |
|----] [------------------------------------------------------+MOVE          +---|
|      02                                                     |Source      80|   |
|                                                             |              |   |
|                                                             |Dest      N7:1|   |
|                                                             |           707|   |
|                                                             +--------------+   |
Rung 10:15
| PRESENTA-                                                     PRESENTA-        |
| CION 72's                                                     CION             |
| LADO 1                                                        LADO 1           |
|   I:022                                                     +MOV-----------+   |
|----] [------------------------------------------------------+MOVE          +---|
|      03                                                     |Source      72|   |
|                                                             |              |   |
|                                                             |Dest      N7:1|   |
|                                                             |           707|   |
|                                                             +--------------+   |
Rung 10:16
| PRESENTA-                                                     PRESENTA-        |
| CION 60's                                                     CION             |
| LADO 1                                                        LADO 1           |
|   I:022                                                     +MOV-----------+   |
|----] [------------------------------------------------------+MOVE          +---|
|      04                                                     |Source      60|   |
|                                                             |              |   |
|                                                             |Dest      N7:1|   |
|                                                             |           707|   |
|                                                             +--------------+   |
Rung 10:17
| PRESENTA-                                                     PRESENTA-        |
| CION 40's                                                     CION             |
| LADO 1                                                        LADO 1           |
|   I:022                                                     +MOV-----------+   |
|----] [------------------------------------------------------+MOVE          +---|
|      05                                                     |Source      40|   |
|                                                             |              |   |
|                                                             |Dest      N7:1|   |
|                                                             |           707|   |
```

```
Rung 10:18
| PRESENTA-                                                                    PRESENTA-        |
| CION 36's                                                                    CION             |
| LADO 1                                                                       LADO 1           |
|   I:022                                                                     +MOV-----------+  |
|----] [----------------------------------------------------------------------+MOVE          +--|
|     06                                                                      |Source      36|  |
|                                                                             |              |  |
|                                                                             |Dest      N7:1|  |
|                                                                             |           707|  |
|                                                                             +--------------+  |
Rung 10:19
| PRESENTA-                                                                    PRESENTA-        |
| CION 20's                                                                    CION             |
| LADO 1                                                                       LADO 1           |
|   I:022                                                                     +MOV-----------+  |
|----] [----------------------------------------------------------------------+MOVE          +--|
|     07                                                                      |Source      20|  |
|                                                                             |              |  |
|                                                                             |Dest      N7:1|  |
|                                                                             |           707|  |
|                                                                             +--------------+  |
Rung 10:20
| PRESENTA-                                                                    PRESENTA-        |
| CION 18's                                                                    CION             |
| LADO 1                                                                       LADO 1           |
|   I:022                                                                     +MOV-----------+  |
|----] [----------------------------------------------------------------------+MOVE          +--|
|     10                                                                      |Source      18|  |
|                                                                             |              |  |
|                                                                             |Dest      N7:1|  |
|                                                                             |           707|  |
|                                                                             +--------------+  |
Rung 10:21
| PRESENTA-                                                                    PRESENTA-        |
| CION 11's                                                                    CION             |
| LADO 1                                                                       LADO 1           |
|   I:022                                                                     +MOV-----------+  |
|----] [----------------------------------------------------------------------+MOVE          +--|
|     11                                                                      |Source      11|  |
|                                                                             |              |  |
|                                                                             |Dest      N7:1|  |
|                                                                             |           707|  |
|                                                                             +--------------+  |
Rung 10:22
| PRESENTA-                                                                    PRESENTA-        |
| CION 10's                                                                    CION             |
| LADO 1                                                                       LADO 1           |
|   I:022                                                                     +MOV-----------+  |
|----] [----------------------------------------------------------------------+MOVE          +--|
|     12                                                                      |Source      10|  |
|                                                                             |              |  |
|                                                                             |Dest      N7:1|  |
|                                                                             |           707|  |
```

```
Rung 10:23
| PRESENTA-                                                                  PRESENTA-          |
| CION 9's                                                                   CION               |
| LADO 1                                                                     LADO 1             |
|   1:022                                                                   +MOV-----------+   |
|----] [-------------------------------------------------------------------+-+MOVE          +-+-|
|     13                                                                    |Source       9|   |
|                                                                           |              |   |
|                                                                           |Dest      N7:1|   |
|                                                                           |           707|   |
|                                                                           +--------------+   |
Rung 10:24
| PRESENTA-                                                                  PRESENTA-          |
| CION 8's                                                                   CION               |
| LADO 1                                                                     LADO 1             |
|   1:022                                                                   +MOV-----------+   |
|----] [-------------------------------------------------------------------+-+MOVE          +-+-|
|     14                                                                    |Source       8|   |
|                                                                           |              |   |
|                                                                           |Dest      N7:1|   |
|                                                                           |           707|   |
|                                                                           +--------------+   |
Rung 10:25
| PRESENTA-                                                                  PRESENTA-          |
| CION 4's                                                                   CION               |
| LADO 1                                                                     LADO 1             |
|   1:022                                                                   +MOV-----------+   |
|----] [-------------------------------------------------------------------+-+MOVE          +-+-|
|     15                                                                    |Source       4|   |
|                                                                           |              |   |
|                                                                           |Dest      N7:1|   |
|                                                                           |           707|   |
|                                                                           +--------------+   |
Rung 10:26
| PRESENTA-                                                                  PRESENTA-          |
| CION 2's                                                                   CION               |
| LADO 1                                                                     LADO 1             |
|   1:022                                                                   +MOV-----------+   |
|----] [-------------------------------------------------------------------+-+MOVE          +-+-|
|     16                                                                    |Source       2|   |
|                                                                           |              |   |
|                                                                           |Dest      N7:1|   |
|                                                                           |           707|   |
|                                                                           +--------------+   |
Rung 10:27
|                                                                            VELOCIDAD          |
| PRESENTA-                                                                  TARGET             |
| CION 180's                                                                 LADO 1             |
| LADO 1                                                                     BOLSAS/MIN         |
|   1:022                                                                   +MOV-----------+   |
|----] [-------------------------------------------------------------------+-+MOVE          +-+-|
|     00                                                                    |Source      65|   |
|                                                                           |              |   |
|                                                                           |Dest      N7:0|   |
```

```
Rung 10:28
|                                                              VELOCIDAD       |
|  PRESENTA-                                                   TARGET          |
|  CION 90's                                                   LADO 1          |
|  LADO 1                                                      BOLSAS/MIN      |
|    I:022                                                    ┌MOV──────────┐  |
├─┬───] [──┬─────────────────────────────────────────────────┤MOVE         ├──┤
| |   01   |                                                  |Source     55|  |
| |PRESENTA-|                                                 |             |  |
| |CION 80's|                                                 |Dest     N7:0|  |
| |LADO 1   |                                                 |         1455|  |
| |  I:022  |                                                 └─────────────┘  |
| ├───] [───┤                                                                  |
| |   02    |                                                                  |
| |PRESENTA-|                                                                  |
| |CION 72's|                                                                  |
| |LADO 1   |                                                                  |
| |  I:022  |                                                                  |
| ├───] [───┤                                                                  |
| |   03    |                                                                  |
| |PRESENTA-|                                                                  |
| |CION 60's|                                                                  |
| |LADO 1   |                                                                  |
| |  I:022  |                                                                  |
| └───] [───┘                                                                  |
|      04                                                                      |
Rung 10:29
|                                                              VELOCIDAD       |
|  PRESENTA-                                                   TARGET          |
|  CION 40's                                                   LADO 1          |
|  LADO 1                                                      BOLSAS/MIN      |
|    I:022                                                    ┌MOV──────────┐  |
├─┬───] [──┬─────────────────────────────────────────────────┤MOVE         ├──┤
| |   05   |                                                  |Source     45|  |
| |PRESENTA-|                                                 |             |  |
| |CION 36's|                                                 |Dest     N7:0|  |
| |LADO 1   |                                                 |         1455|  |
| |  I:022  |                                                 └─────────────┘  |
| └───] [───┘                                                                  |
|      06                                                                      |
Rung 10:30
|                                                              VELOCIDAD       |
|  PRESENTA-                                                   TARGET          |
|  CION 20's                                                   LADO 1          |
|  LADO 1                                                      BOLSAS/MIN      |
|    I:022                                                    ┌MOV──────────┐  |
├─┬───] [──┬─────────────────────────────────────────────────┤MOVE         ├──┤
| |   07   |                                                  |Source     32|  |
| |PRESENTA-|                                                 |             |  |
| |CION 18's|                                                 |Dest     N7:0|  |
| |LADO 1   |                                                 |         1455|  |
| |  I:022  |                                                 └─────────────┘  |
| └───] [───┘                                                                  |
|      10                                                                      |
```

Rung 10:31

PRESENTA-
CION 11's
LADO 1
I:022
11

PRESENTA-
CION 10's
LADO 1
I:022
12

PRESENTA-
CION 9's
LADO 1
I:022
13

PRESENTA-
CION 8's
LADO 1
I:022
14

VELOCIDAD
TARGET
LADO 1
BOLSAS/MIN

MOV
MOVE
Source 22
Dest N7:0
1455

Rung 10:32

PRESENTA-
CION 4's
LADO 1
I:022
15

VELOCIDAD
TARGET
LADO 1
BOLSAS/MIN

MOV
MOVE
Source 15
Dest N7:0
1455

Rung 10:33

PRESENTA-
CION 2's
LADO 1
I:022
16

VELOCIDAD
TARGET
LADO 1
BOLSAS/MIN

MOV
MOVE
Source 10
Dest N7:0
1455

Rung 10:34

```
| PRESENTA-                                                          PRESENTA-
| CION 180's                                                         CION
| LADO 2                                                             LADO 2
|   I:023                                                   MOV
|---] [-------------------------------------------------------MOVE
|     00                                                    Source        180
|                                                           Dest        N7:2
|                                                                         644
```

Rung 10:35

```
| PRESENTA-                                                          PRESENTA-
| CION 90's                                                          CION
| LADO 2                                                             LADO 2
|   I:023                                                   MOV
|---] [-------------------------------------------------------MOVE
|     01                                                    Source         90
|                                                           Dest        N7:2
|                                                                         644
```

Rung 10:36

```
| PRESENTA-                                                          PRESENTA-
| CION 80's                                                          CION
| LADO 2                                                             LADO 2
|   I:023                                                   MOV
|---] [-------------------------------------------------------MOVE
|     02                                                    Source         80
|                                                           Dest        N7:2
|                                                                         644
```

Rung 10:37

```
| PRESENTA-                                                          PRESENTA-
| CION 72's                                                          CION
| LADO 2                                                             LADO 2
|   I:023                                                   MOV
|---] [-------------------------------------------------------MOVE
|     03                                                    Source         72
|                                                           Dest        N7:2
|                                                                         644
```

Rung 10:38

```
| PRESENTA-                                                          PRESENTA-
| CION 60's                                                          CION
| LADO 2                                                             LADO 2
|   I:023                                                   MOV
|---] [-------------------------------------------------------MOVE
|     04                                                    Source         60
|                                                           Dest        N7:2
|                                                                         644
```

```
Rung 10:39
| PRESENTA-                                                               PRESENTA-        |
| CION 40's                                                               CION             |
| LADO 2                                                                  LADO 2           |
|   I:023                                                               +MOV-----------+   |
+---] [-----------------------------------------------------------------+MOVE          +---+
|    05                                                                 |Source      40|   |
|                                                                       |              |   |
|                                                                       |Dest      N7:2|   |
|                                                                       |           644|   |
|                                                                       +--------------+   |
Rung 10:40
| PRESENTA-                                                               PRESENTA-        |
| CION 36's                                                               CION             |
| LADO 2                                                                  LADO 2           |
|   I:023                                                               +MOV-----------+   |
+---] [-----------------------------------------------------------------+MOVE          +---+
|    06                                                                 |Source      36|   |
|                                                                       |              |   |
|                                                                       |Dest      N7:2|   |
|                                                                       |           644|   |
|                                                                       +--------------+   |
Rung 10:41
| PRESENTA-                                                               PRESENTA-        |
| CION 20's                                                               CION             |
| LADO 2                                                                  LADO 2           |
|   I:023                                                               +MOV-----------+   |
+---] [-----------------------------------------------------------------+MOVE          +---+
|    07                                                                 |Source      20|   |
|                                                                       |              |   |
|                                                                       |Dest      N7:2|   |
|                                                                       |           644|   |
|                                                                       +--------------+   |
Rung 10:42
| PRESENTA-                                                               PRESENTA-        |
| CION 18's                                                               CION             |
| LADO 2                                                                  LADO 2           |
|   I:023                                                               +MOV-----------+   |
+---] [-----------------------------------------------------------------+MOVE          +---+
|    10                                                                 |Source      18|   |
|                                                                       |              |   |
|                                                                       |Dest      N7:2|   |
|                                                                       |           644|   |
|                                                                       +--------------+   |
Rung 10:43
| PRESENTA-                                                               PRESENTA-        |
| CION 11's                                                               CION             |
| LADO 2                                                                  LADO 2           |
|   I:023                                                               +MOV-----------+   |
+---] [-----------------------------------------------------------------+MOVE          +---+
|    11                                                                 |Source      11|   |
|                                                                       |              |   |
|                                                                       |Dest      N7:2|   |
|                                                                       |           644|   |
```

Rung 10:44

PRESENTA- CION 10's LADO 2 I:023 12	PRESENTA- CION LADO 2 MOV MOVE Source 10 Dest N7:2 644

Rung 10:45

PRESENTA- CION 9's LADO 2 I:023 13	PRESENTA- CION LADO 2 MOV MOVE Source 9 Dest N7:2 644

Rung 10:46

PRESENTA- CION 8's LADO 2 I:023 14	PRESENTA- CION LADO 2 MOV MOVE Source 8 Dest N7:2 644

Rung 10:47

PRESENTA- CION 4's LADO 2 I:023 15	PRESENTA- CION LADO 2 MOV MOVE Source 4 Dest N7:2 644

Rung 10:48

PRESENTA- CION 2's LADO 2 I:023 16	PRESENTA- CION LADO 2 MOV MOVE Source 2 Dest N7:2 644

```
Rung 10:49
| PRESENTA-                                                          VELOCIDAD
| CION 180's                                                         TARGET
| LADO 2                                                             LADO 2
|   I:023                                                        ┌MOV──────────┐
|──────] [──────────────────────────────────────────────────────┤MOVE           ├─┤
|      00                                                        │Source     65│ │
|                                                                │             │ │
|                                                                │Dest     N7:9│ │
|                                                                │             0│ │
|                                                                └─────────────┘ │
Rung 10:50
|  PRESENTA-                                                         VELOCIDAD
|  CION 90's                                                         TARGET
|  LADO 2                                                            LADO 2
|    I:023                                                       ┌MOV──────────┐
├──────] [──────────────────────────────────────────────────────┤MOVE           ├─┤
| |      01   |                                                  │Source     55│ │
| |PRESENTA-  |                                                  │             │ │
| |CION 80's  |                                                  │Dest     N7:9│ │
| |LADO 2     |                                                  │             0│ │
| |   I:023   |                                                  └─────────────┘ │
| ├──────] [──────┤
| |      02   |
| |PRESENTA-  |
| |CION 72's  |
| |LADO 2     |
| |   I:023   |
| ├──────] [──────┤
| |      03   |
| |PRESENTA-  |
| |CION 60's  |
| |LADO 2     |
| |   I:023   |
| └──────] [──────┘
|      04
Rung 10:51
|  PRESENTA-                                                         VELOCIDAD
|  CION 40's                                                         TARGET
|  LADO 2                                                            LADO 2
|    I:023                                                       ┌MOV──────────┐
├──────] [──────────────────────────────────────────────────────┤MOVE           ├─┤
| |      05   |                                                  │Source     45│ │
| |PRESENTA-  |                                                  │             │ │
| |CION 36's  |                                                  │Dest     N7:9│ │
| |LADO 2     |                                                  │             0│ │
| |   I:023   |                                                  └─────────────┘ │
| └──────] [──────┘
|      06
```

```
Rung 10:52
| PRESENTA-                                                          VELOCIDAD |
| CION 20's                                                          TARGET    |
| LADO 2                                                             LADO 2    |
|   I:023                                                           MOV        |
|-+---] [-----------------------------------------------------------|MOVE      |-|
| |     07    |                                                     |Source  32|  |
| |PRESENTA-  |                                                     |          |  |
| |CION 18's  |                                                     |Dest N7:9|  |
| |LADO 2     |                                                     |        0|  |
| |  I:023    |                                                     |          |  |
| |---] [-----|                                                     |          |  |
|       10                                                                       |
Rung 10:53
| PRESENTA-                                                          VELOCIDAD |
| CION 11's                                                          TARGET    |
| LADO 2                                                             LADO 2    |
|   I:023                                                           MOV        |
|-+---] [-----------------------------------------------------------|MOVE      |-|
| |     11    |                                                     |Source  22|  |
| |PRESENTA-  |                                                     |          |  |
| |CION 10's  |                                                     |Dest N7:9|  |
| |LADO 2     |                                                     |        0|  |
| |  I:023    |                                                     |          |  |
| |---] [-----|                                                     |          |  |
| |     12    |                                                     |          |  |
| |PRESENTA-  |                                                     |          |  |
| |CION 9's   |                                                     |          |  |
| |LADO 2     |                                                     |          |  |
| |  I:023    |                                                     |          |  |
| |---] [-----|                                                     |          |  |
| |     13    |                                                     |          |  |
| |PRESENTA-  |                                                     |          |  |
| |CION 8's   |                                                     |          |  |
| |LADO 2     |                                                     |          |  |
| |  I:023    |                                                     |          |  |
| |---] [-----|                                                     |          |  |
|       14                                                                       |
Rung 10:54
| PRESENTA-                                                          VELOCIDAD |
| CION 4'm                                                           TARGET    |
| LADO 2                                                             LADO 2    |
|   I:023                                                           MOV        |
|---] [-----------------------------------------------------------|MOVE      |-|
|     15                                                            |Source  15|  |
|                                                                   |          |  |
|                                                                   |Dest N7:9|  |
|                                                                   |        0|  |
|                                                                   |          |  |
```

```
Rung 10:55
| PRESENTA-                                                          VELOCIDAD        |
| CION 2's                                                           TARGET           |
| LADO 2                                                             LADO 2           |
|   I:023                                                          ┌MOV──────────────┐ |
├───] [──────────────────────────────────────────────────────────────┤MOVE             ├─┤
|      16                                                          |Source        10| |
|                                                                  |                | |
|                                                                  |Dest        N7:9| |
|                                                                  |               0| |
|                                                                  └────────────────┘ |
```

Rung 10:56

CONTEO DE MINUTOS (SEGUNDE-RO)

EQU
EQUAL
Source A S:23
41
Source B 0

A1 = No. GOLPES * % SCRAP

MUL
MULTIPLY
Source A F8:1
0.000000
Source B F8:7
0.000000
Dest F8:21
0.000000

B1 = VEL. TARGET * TIEMPO OP.

MUL
MULTIPLY
Source A N7:0
1455
Source B N7:3
1368
Dest N7:10
0

PR1 = A1 / B1

DIV
DIVIDE
Source A F8:21
0.000000
Source B N7:10
0
Dest F8:22
0.000000

%PR TUBO 1

MUL
MULTIPLY
Source A F8:22
0.000000
Source B 100.0000
Dest N7:49
0

Rung 10:57

```
CONTEO DE
MINUTOS
(SEGUNDE-
RO)
EQU
EQUAL
Source A      S:23
                41
Source B         0
```

```
A2 = No.
GOLPES *
% SCRAP
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:2
            0.000000
Source B      F8:7
            0.000000
Dest         F8:23
            0.000000
```

```
B2 = VEL.
TARGET *
TIEMPO OP.
MUL
MULTIPLY
Source A     N7:0
              1455
Source B     N7:4
                 0
Dest        N7:11
                 0
```

```
PR2 =
A2 / B2
DIV
DIVIDE
Source A     F8:23
            0.000000
Source B     N7:11
                 0
Dest         F8:24
            0.000000
```

```
%PR TUBO 2
MUL
MULTIPLY
Source A     F8:24
            0.000000
Source B   100.0000
Dest         N7:50
                 0
```

Rung 10:58

CONTEO DE MINUTOS (SEGUNDE-RO)

```
EQU
EQUAL
Source A      S:23
              41
Source B      0
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:3
              0.000000
Source B      F8:7
              0.000000
Dest          F8:25
              0.000000
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A      N7:0
              1455
Source B      N7:5
              19
Dest          N7:12
              0
```

```
DIV
DIVIDE
Source A      F8:25
              0.000000
Source B      N7:12
              0
Dest          F8:26
              0.000000
```

%PR TUBO 3

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:26
              0.000000
Source B      100.0000
Dest          N7:51
              0
```

Rung 10:59

CONTEO DE MINUTOS (SEGUNDERO)

```
EQU
EQUAL
Source A      S:23
              41
Source B      0
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:10
              0.000000
Source B      F8:16
              0.000000
Dest          F8:27
              0.000000
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A      N7:9
              0
Source B      N7:6
              0
Dest          N7:13
              0
```

```
DIV
DIVIDE
Source A      F8:27
              0.000000
Source B      N7:13
              0
Dest          F8:28
              0.000000
```

%PR TUBO 4

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:28
              0.000000
Source B      100.0000
Dest          N7:52
              0
```

Rung 10:60

CONTEO DE MINUTOS (SEGUNDE-RO)

```
EQU
EQUAL
Source A      S:23
              41
Source B      0
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:11
              0.000000
Source B      F8:16
              0.000000
Dest          F8:29
              0.000000
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A      N7:9
              0
Source B      N7:7
              0
Dest          N7:14
              0
```

```
DIV
DIVIDE
Source A      F8:11
              0.000000
Source B      N7:14
              0
Dest          F8:30
              0.000000
```

%PR TUBO 5

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:30
              0.000000
Source B      100.0000
Dest          N7:53
              0
```

PanelView
Program Listing Report

PLC-5/15 File EMP1NW1

Rung 10:61

CONTEO DE
MINUTOS
(SEGUNDE-
RO)

```
EQU
EQUAL
Source A      S:23
                 41
Source B         0
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:12
           0.000000
Source B      F8:16
           0.000000
Dest          F8:31
           0.000000
```

```
MUL
MULTIPLY
Source A       N7:9
                  0
Source B       N7:8
                  0
Dest          N7:15
                  0
```

```
DIV
DIVIDE
Source A      F8:31
           0.000000
Source B      N7:15
                  0
Dest          F8:32
           0.000000
```

XPR TUBO 6

```
MUL
MULTIPLY
Source A      F8:32
           0.000000
Source B   100.0000
Dest          N7:54
                  0
```

PanelView
Program Listing Report

PLC-5/15 File EMP1NW1

Rung 10:62

CONTED DE
MINUTOS
(SEGUNDE-
RO)

```
EQU
EQUAL
Source A      S:23
              41
Source B      0
```

```
ADD
ADD
Source A      F8:21
              0.000000
Source B      F8:23
              0.000000
Dest          F8:33
              0.000000

ADD
ADD
Source A      F8:33
              0.000000
Source B      F8:25
              0.000000
Dest          F8:34
              0.000000

ADD
ADD
Source A      N7:43
              0
Source B      N7:44
              0
Dest          N7:16
              0

ADD
ADD
Source A      N7:16
              0
Source B      N7:45
              0
Dest          N7:17
              0

MUL
MULTIPLY
Source A      N7:17
              0
Source B      N7:8
              0
Dest          N7:18
              0
```

```
DIV
DIVIDE
Source A      F8:34
            0.000000
Source B      N7:18
                   0
Dest          F8:35
            0.000000

      %PR LADD 1
      ACTUAL

MUL
MULTIPLY
Source A      F8:35
            0.000000
Source B   100.0000

Dest          N7:55
                   0
```

Rung 10:63

CONTEO DE MINUTOS (SEGUNDE-RO)

```
EQU
EQUAL
Source A      S:23
                41
Source B        0
```

```
ADD
ADD
Source A      F8:27
          0.000000
Source B      F8:29
          0.000000
Dest          F8:36
          0.000000

ADD
ADD
Source A      F8:36
          0.000000
Source B      F8:31
          0.000000
Dest          F8:37
          0.000000

ADD
ADD
Source A      N7:46
                  0
Source B      N7:47
                  0
Dest          N7:19
                  0

ADD
ADD
Source A      N7:19
                  0
Source B      N7:48
                  0
Dest          N7:20
                  0

MUL
MULTIPLY
Source A      N7:20
                  0
Source B       N7:9
                  0
Dest          N7:21
                  0
```

```
---                                  ---
 DIV
 DIVIDE
 Source A        F8:37
                0.000000
 Source B        N7:21
                       0
 Dest            F8:38
                0.000000

      %PR LADD 2
      ACTUAL

 MUL
 MULTIPLY
 Source A        F8:38
                0.000000
 Source B      100.0000

 Dest            N7:56
                       0
```

Rung 10:64

CONTEO DE MINUTOS (SEGUNDE-RO)

```
EQU
EQUAL
Source A      S:23
              41
Source B      0

ADD
ADD
Source A      F8:34
              0.000000
Source B      F8:37
              0.000000
Dest          F8:39
              0.000000

ADD
ADD
Source A      N7:18
              0
Source B      N7:21
              0
Dest          N7:22
              0

DIV
DIVIDE
Source A      F8:39
              0.000000
Source B      N7:22
              0
Dest          F8:40
              0.000000

XPR LINEA
ACTUAL

MUL
MULTIPLY
Source A      F8:40
              0.000000
Source B      100.0000
Dest          N7:57
              0
```

Rung 10:65

TURNO

```
EQU
EQUAL
Source A      N12:25
              0
Source B      1
```

```
COP
COPY FILE
Source        #N7:49
Dest          #N7:58
Length        6
```

```
COP
COPY FILE
Source        #N7:40
Dest          #N7:76
Length        2
```

```
MOV
MOVE
Source        F8:34
              0.000000
Dest          F8:41
              0.000000
```

```
MOV
MOVE
Source        N7:22
              0
Dest          N7:23
              0
```

Rung 10:66

TURNO

```
EQU
EQUAL
Source A      N12:25
              0
Source B      2
```

```
COP
COPY FILE
Source        #N7:49
Dest          #N7:64
Length        6
```

```
COP
COPY FILE
Source        #N7:40
Dest          #N7:78
Length        2
```

```
MOV
MOVE
Source        F8:34
              0.000000
Dest          F8:42
              0.000000
```

```
MOV
MOVE
Source        N7:22
              0
Dest          N7:24
```

Rung 10:67
TURND

```
EQU
EQUAL
Source A    N12:25
                 0
Source B         3

COP
COPY FILE
Source      #N7:49
Dest        #N7:70
Length           6

COP
COPY FILE
Source      #N7:40
Dest        #N7:80
Length           2

MOV
MOVE
Source      F8:34
            0.000000
Dest        F8:43
            0.000000

MOV
MOVE
Source      N7:22
                 0
Dest        N7:25
                 0
```

Rung 10:68

```
EQU
EQUAL
Source A      S:21
              18
Source B       6

EQU
EQUAL
Source A      S:22
              19
Source B      20

B3
[ONS]
9

ADD
ADD
Source A      F8:41
              0.000000
Source B      F8:42
              0.000000
Dest          F8:44
              0.000000

ADD
ADD
Source A      F8:44
              0.000000
Source B      F8:43
              0.000000
Dest          F8:45
              0.000000

ADD
ADD
Source A      N7:23
              0
Source B      N7:24
              0
Dest          N7:26
              0

ADD
ADD
Source A      N7:26
              0
Source B      N7:25
              0
Dest          N7:27
              0

DIV
DIVIDE
Source A      F8:45
              0.000000
Source B      N7:27
              0
Dest          F8:46
              0.000000

MUL
MULTIPLY
Source A      F8:46
              0.000000
Source B      100.0000
Dest          N7:82
              0
```

```
|                                                  ---                 ---|
|                                                  |rFLL---------------| |
|                                                  |FILL FILE          | |
|                                                  |Source          0| |
|                                                  |Dest        #N7:58| |
|                                                  |Length         24| |
|                                                  |-------------------| |
```

PanelView
Program Listing Report

PLC-5/15 File EMP1WW1

Rung 10:69

```
                                                          CUENTA
                                                          No. CAJAS
                                                          LADO 1 POR
                                                          TURNO
                                                             C5:1
  B3    B3                                                 (RES)
--] [--(ONS)--------------------------------------------------------------
  15    10
                                                          CUENTA No.
                                                          DE CAJAS
                                                          LADO 2
                                                          POR TURNO
                                                             C5:2
                                                          (RES)

                                                       TIEMPO DE
                                                       CALCULO DE
                                                       PR TUBO 1
                                                    FLL
                                                    FILL FILE
                                                    Source      0
                                                    Dest     #N7:3
                                                    Length      6

                                                       % SCRAP
                                                       LADO 1
                                                    FLL
                                                    FILL FILE
                                                    Source      0
                                                    Dest    #N7:40
                                                    Length     18

                                                       TOTAL DE
                                                       BOLSAS PO-
                                                       SIBLES
                                                       TUBO 1
                                                    FLL
                                                    FILL FILE
                                                    Source  0.000000
                                                    Dest     #F8:1
                                                    Length      3
```

```
|                                                                          ---                  ---|
|                                                                          |     TOTAL DE       | |
|                                                                          |     BOLSAS PO-     | |
|                                                                          |     SIBLES         | |
|                                                                          |     TUBO 4         | |
|                                                                          |┌FLL──────────────┐  | |
|                                                                          └┤FILL FILE         ├┘  |
|                                                                           |Source    0.000000|  |
|                                                                           |Dest        #F8:10|  |
|                                                                           |Length           3|  |
|                                                                           └─────────────────┘  |
|
Rung 10:70
|                                                                           ┌RET──────────────┐  |
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤RETURN ()        ├──┤
|                                                                           |Return par       |  |
|                                                                           └─────────────────┘  |
|
Rung 10:71
|                                                                                                |
├──────────────────────────────────────────[END OF FILE]──────────────────────────────────────────┤
|                                                                                                |
```