

22
2Ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

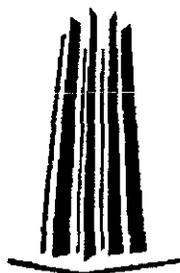
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

**“IMPLEMENTACION DE UN CONTROLADOR
LOGICO PROGRAMABLE CLASE PLC-5
ALLEN-BRADLEY A LA ESTACION DE
LEVANTE (ELEVADOR DE UNIDADES) EN LA
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN COMPUTACION
P R E S E N T A:
JAVIER IVAN JUAREZ GUTIERREZ

ASESOR DE TESIS. ING. SILVIA VEGA MUYTOY.



MEXICO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1999

Handwritten signature or stamp



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

JAVIER IVÁN JUÁREZ GUTIÉRREZ
PRESENTE.

En referencia a su atento escrito de fecha 16 de febrero del año en curso, por el que solicita autorización para cambio de título de su trabajo de tesis, mismo que propone se denomine "IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE CLASE PLC-5 ALLEN-BRADLEY A LA ESTACIÓN DE LEVANTE (ELEVADOR DE UNIDADES) EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ", dirigido por la profesora, Ing. SILVIA VEGA MUYTOY, con fundamento en el punto 6 y siguientes del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

San Juan de Aragón, México, a 18 de febrero de 1999

EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



- c c p Secretaría Académica.
- c c p Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Computación.
- c c p Asesor de Tesis.

[Handwritten signatures]

CELV/AIR/MCA/vr

AGRADECIMIENTOS

A MI PAPÁ, MAMÁ Y HERMANA.

Con todo mi cariño y eterno agradecimiento, por proporcionarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, impulsándome siempre a seguir adelante, mostrándome el camino y no vacilar en mi andar, dándome más de lo que realmente necesitaba, por enseñarme ese coraje de la vida, esa pasión para salir adelante y no dejarme vencer por nadie, por ese amor, ternura y comprensión que únicamente Ustedes son capaces de darme, por todo esto y más que no puedo explicar con palabras, sólo me queda decir que a Ellos les debo lo que soy y lo que seré el día de mañana, en verdad con un gran respeto y admiración. Nuevamente GRACIAS.

A MI PAPÁ.

Francisco Javier Juárez Godínez.

*Gracias, por enseñarme a tener valor y fe en la vida,
por estar ahí cuando te necesito,
eres mi ejemplo a seguir para superarme,
pero sobre todo por tu cariño, amistad y confianza,
por darme la oportunidad de compartir
éste logro que también te pertenece.*

A MI MAMÁ.

Ma. Martha Gutiérrez de Juárez.

*Gracias, a ti que me diste el don de esta vida,
que me llenas de caricias y cuidados,
por enseñarme a valorar lo bueno de lo malo,
por inculcarme principios que rigen mi actuar,
te agradezco el creer siempre en mí,
te venero y admiro, pero sobre todo TE AMO.*

A MI HERMANA.

Diana Verónica Juárez Gutiérrez.

*Gracias por estar siempre aquí,
apoyándome incondicionalmente,
dándome la oportunidad de formar parte de tu ser,
de colmarme de cariño y ternura,
por ser tú misma y existir,
siempre estarás en mi mente y corazón.
TE QUIERO.*

IN MEMORIAM:

CARMEN GODÍNEZ GONZALEZ.

QUERIDA ABUELA.

Espero que en donde quiera que se encuentre se sienta orgullosa de lo que he hecho hasta ahora, puse todo mi empeño en tratar de que este trabajo de tesis resulte favorable para la obtención de mi Título Profesional, el cual le hubiera gustado tener en sus manos. Como lamento el que no pueda estar en cuerpo presente y disfrutará de toda esta alegría que me embarga, quisiera haberle pedido al tiempo sólo eso, tiempo. Señora Carmen he cumplido.

DEDICATORIAS

A LA UNAM.

*Por ser cuna de nuestra formación académica,
para lograr el desarrollo de esta nación.
"Siempre estaré agradecido".*

A LA ENEP ARAGON.

*Por permitirme adquirir en sus aulas los
conocimientos vertidos por sus distinguidos
profesores. Con profunda gratitud a esta
escuela por haberme brindado la estructura
normativa de mi vida profesional.*

A LOS PROFESORES DE LA ENEP ARAGON.

*Con respeto y admiración, por compartir sus
experiencias y erudición, y así
ayudar al forjamiento de mi era profesional.*

ASESOR.

Ing. Silvia Vega Muytoy.

*Por saber encausarme primeramente como profesora y después como asesor de este
trabajo de tesis, para la culminación de mi carrera de Ingeniero en Computación,
por conducirme con decisión y firmeza y por su tiempo dedicado
desinteresadamente a auxiliarme, sinceramente, GRACIAS.*

DEDICATORIAS

A MIS AMIGOS INGENIEROS.

*Ing. David Carreño, Julio Ordaz, Sandra Sánchez, Fernanda Aparicio,
Hanoi Hernández, Orlando Ramírez, Marcelo Pérez.*

*Gracias, por darme lo más valioso que existe, la amistad;
por ser Ustedes una fuente directa o indirectamente de
motivación, alegría, entusiasmo y apoyo para con ello realizar
uno de mis más grandes anhelos de esta vida.*

*EN GENERAL dedico este trabajo a todas
las personas -que por omitir algún nombre no lo
hago público- que de una u otra manera me han
dado su ayuda y respaldo moral para hacer
posible esta tesis y poder así lograr una de las más
grandes metas de todo ser humano.*

CON RESPETO:

AL H. JURADO.

C O N T E N I D O

INTRODUCCIÓN.

CAPITULO 1

Características de un PLC-5 marca Allen-Bradley.

1.1.	INTRODUCCIÓN AL PLC-5.....	1
1.2.	SENSORES.....	2
1.3.	DEFINICIÓN Y FUNCIONES DE PLC.....	3
1.3.1.	PROCESADOR (PLC-5).....	4
1.3.1.1.	TABLA DE DATOS.....	5
1.3.1.1.1.	TABLA DE IMAGEN DE ENTRADA.....	6
1.3.1.1.2.	TABLA DE IMAGEN DE SALIDA.....	7
1.3.1.1.3.	ALMACENAMIENTO DE PROGRAMAS.....	8
1.3.2.	MÓDULOS DE ENTRADA DE UN PLC.....	9
1.4.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS AL UTILIZAR UN PLC.....	10
1.5.	APLICACIONES DE UN PLC.....	11
1.6.	FUNCIONALIDAD DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).....	12
1.7.	CLASIFICACION DE LOS PLC'S.....	12
1.8.	CLASES DE PLC'S DE ALLEN-BRADLEY.....	13
1.9.	FAMILIA DE PLC-5 DE CONTROLADORES PROGRAMABLES.....	13
1.10.	PLC-5 FIJO.....	14
1.11.	PLC-5 MODULAR.....	15
1.12.	SEÑALES DE CONTROL (ENTRADA/SALIDA) DE UN PLC.....	16
1.13.	CLASIFICACIÓN DE SEÑALES (DISCRETA Y ANALÓGICAS).....	16
1.14.	EL PLC-5 ALLEN-BRADLEY.....	19
1.14.1.	PANEL FRONTAL DEL PLC-5/10.....	20
1.14.1.1.	MODO DE OPERACIÓN DEL PLC-5/10 (RUN, PROG, REM).....	22
1.14.2.	MODULO DE ENTRADA/SALIDA (1771 – 1A/B) DEL PLC-5 ALLEN-BRADLEY.....	25
1.14.2.1.	DISPOSITIVOS DE ENTRADA.....	26
1.14.2.2.	INDICADOR DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	26
1.14.2.3.	AREA PARA ARMAR EL ALAMBRADO ELÉCTRICO.....	27
1.15.	CHASIS DE ENTRADAS/SALIDAS 1771-A4B ALLEN-BRADLEY.....	28
1.16.	CONFIGURACIÓN DE UN RACK (ANAQUEL).....	30
1.16.1.	CAMBIANDO EL MODO DE CONFIGURACIÓN O DIRECCIONAMIENTO DEL HARDWARE.....	32
1.16.2.	CONFIGURACIÓN DE UN RACK (ANAQUEL) A 2 SLOTS (RANURAS).....	33
1.16.2.1.	MÓDULOS DE ENTRADA/SALIDA DE 8 PUNTOS.....	33
1.16.2.2.	MÓDULOS DE ENTRADA/SALIDA DE 16 PUNTOS.....	35
1.16.2.3.	ASIGNANDO NÚMERO AL ANAQUEL (RACK).....	36
1.16.3.	CONFIGURACIÓN DE UN ANAQUEL (RACK) A 1 RANURA (SLOT).....	37
1.16.3.1.	ASIGNANDO NÚMEROS AL ANAQUEL (RACK).....	38
1.16.4.	CONFIGURACIÓN DE UN RACK (ANAQUEL) A ½ SLOT (RANURA).....	39
1.16.4.1.	ASIGNANDO NÚMEROS AL ANAQUEL (RACK).....	40
1.17.	PROGRAMACIÓN DE ESCALERA.....	41
1.18.	ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES.....	45
1.19.	SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN SERIE 6200 PARA PLC-5.....	47

CAPITULO 2

Descripción de las partes que componen a la Estación de Levante así como su secuencia de operación.

2.1.	UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE LEVANTE.....	51
2.2.	SECCIÓN NEUMÁTICA.....	53
2.2.1.	VALVULAS SOLENOIDES Y SISTEMA F.R.L.(FILTRO-REGULADOR-LUBRICADOR).....	53
2.2.2.	CILINDRO NEUMÁTICO SERIE A5 ESTÁNDAR MARCA HIDRO-LINE.....	55
2.3.	INTERRUPTORES DE POSICION TIPO XCK-J Y XC2-J.....	56
2.4.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN TIPO XC2-J (Switch limit - 212).....	58
2.4.1.	SISTEMA DE FOTOCELIDAS.....	60
2.4.2.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (Switch Limit - 240) → DL1 EN POSICIÓN INFERIOR.....	62
2.5.	EMPUJADOR (AF-2).....	63
2.5.1.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XC2-J (Switch limit-205).....	66
2.6.	BLOQUEADOR AF-3.....	67
2.6.1.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICION XCK-J (Switch Limit - 427) BLOQUEADOR - BLOQUEANDO).....	69
2.6.2.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICION XCK-J (Switch Limit - 429) BLOQUEADOR - DESBLOQUEANDO).....	70
2.7.	TRANSPORTADOR AUXILIAR.....	71
2.7.1.	PARTES MECANICAS POR LAS QUE ESTA FORMADO EL TRANSPORTADOR AUXILIAR.....	72
2.8.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICION XCK-J (Switch Limit - 402).....	75
2.8.1.	EQUIPOS QUE INTERVIENEN PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION DE LEVANTE.....	76
2.9.	ESTACION DE LEVANTE EN POSICIÓN INTERMEDIA.....	79
2.9.1.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL - 238) → Estación DL1 en Posición Intermedia Subiendo.....	79
2.9.2.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL - 234) → Estación DL1 en Zona Superior.....	80
2.9.3.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE OSICIÓN XCK-J (SL - 231) → Estación DL1 en Posición Superior.....	80
2.9.4.	INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL - 236) → Estación DL1 en Posición Intermedia Bajando.....	81
2.9.5.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN XCK-J (SL-314, SL-315) → DL1 Sobrecarrera.....	81
2.9.6.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN XCK-J (SL-319, SL-320) → DL1, Cadena Rota.....	82
2.10.	ALINEADOR DE GUIAS.....	83
2.11.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XC2-J (SL-504 → GUIAS DENTRO y GUIAS FUERA).....	85
2.12.	SECUENCIA DE SALIDA DEL DOLLY.....	87
2.13.	SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL-538) → Bajar Estación de Levante (DL1).....	88

CAPITULO 3

Modificación en el sistema de control de la Estación de Levante.

3.1	DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL.....	91
3.2	CONTROL ELECTRICO DE LA SECUENCIA DE OPERACION DE LA ESTACIÓN DE LEVANTE.....	92
3.2.1.	RELEVADORES (relés)	93
3.3.	DIAGRAMA ELECTRICO DE LA ESTACION DE LEVANTE.	94
3.4.	TABLERO DE CONTROL DEL DLI.	107
3.5.	CAJAS DE OPERACIONES.	111
3.5.1.	SELECTOR DE MODO DE OPERACIÓN.	111
3.5.2.	CAJA DE OPERACIONES, ZONA INFERIOR.	112
3.5.3.	CAJA DE OPERACIONES, ZONA SUPERIOR.	113
3.6.	SELECCIÓN DEL PLC.	114
3.6.1.	VENTAJAS DE USAR UNA SOLA MARCA DE PLC.	114
3.7.	CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA DEL PLC-5.	115
3.8.	NOMENCLATURA PARA ENTRADAS Y SALIDAS.	116
3.9.	ASIGNACION DE ENTRADAS.	117
3.10	ASIGNACIÓN DE SALIDAS.	121
3.11.	PROGRAMA DE ESCALERA DEL DLI.....	125
3.12.	OPERACIÓN DEL SISTEMA.	145
	CONCLUSIONES.	147
	BIBLIOGRAFIA.	148

INTRODUCCIÓN

La transportación fue, es y será una solución hacia el ser humano para cubrir la necesidad de trasladar materiales y productos a diferentes lugares, es por ello que uno de los campos donde más se ha desarrollado la automatización es en el área automotriz.

La industria automotriz siempre va a la par con el crecimiento de la tecnología, y para lograr una mayor exactitud, rapidez, productividad y una calidad uniforme en sus procesos de producción, ha tenido la necesidad de implementar un nuevo sistema de control automático -conocido como PLC- en sus equipos y/o máquinas para así dar un giro hacia una automatización basada en un computador.

Con la llegada de las computadoras aplicadas a la ingeniería de control y el desarrollo de las comunicaciones nace el controlador lógico programable (PLC), cubriendo los requerimiento de control que son cada vez más exigentes y que se necesitan de altas velocidades, así como la capacidad que tienen de trabajar en un ambiente industrial demasiado hostil, soportando ya sea altas temperaturas, vibraciones, polvo, etc

Con las líneas expresadas anteriormente y al sistema que nos interesa automatizar, este trabajo de tesis trata de exponer una documentación concreta para realizar una instalación e implementación de un controlador lógico programable, marca Allen-Bradley, clase PLC-5, a la Estación de Levante (elevador de unidades), teniéndose la facilidad de poder controlar a este proceso ya sea en forma manual ó automática.

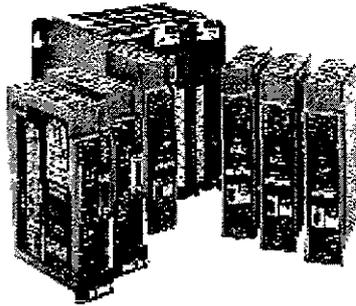
Esta tesis constará de tres capítulos, por lo que es menester mencionar que en el primer capítulo se realiza una referencia de las características más importantes del PLC-5 Allen-Bradley

En el segundo capítulo, se elabora una descripción general de los dispositivos tanto eléctricos como mecánicos que interactúan dentro del equipo al que se le va implementar el PLC-5, así como también, las funciones que desempeñan estos componentes, los cuales nos permiten ejecutar la secuencia de operación de dicha Estación de Levante.

Por lo tanto, en el tercer y último capítulo, se explica la aplicación específica del PLC-5 a la Estación de Levante, debido a que este elevador de unidades a través de su sistema eléctrico generaba continuos paros que afectaban directamente a las líneas de producción, se optó después de analizar las ventajas que se obtienen al trabajar con un controlador lógico programable, el implementar un PLC-5/10 Allen-Bradley, proyecto en el cual se laboró en la transformación del diagrama de control original al lenguaje de programación del PLC-5 (lenguaje de escalera), así como en el retiro de cableado y dispositivos eléctricos además de la instalación de dicho controlador al tablero de control del DL1

CAPÍTULO 1

Características de un PLC-5 marca ALLEN-BRADLEY.



INTRODUCCIÓN

El propósito de este capítulo es el de dar una descripción breve de la mayoría de los componentes por los que está compuesto un PLC-5 Allen-Bradley.

El intento es el de realizar una documentación lo suficientemente detallada sin tratar de confundir y sin llegar al exceso.

1.1. INTRODUCCIÓN AL PLC-5

Conceptos Básicos.

Definición de Automatización.

Automatización es un conjunto de dispositivos (sensores, botones, computadoras, etc.) capaces de sustituir en gran medida la mano de obra humana para el funcionamiento de un sistema o sistemas, logrando con esto un aumento en la productividad, disminución de pérdidas por mermas, mantenimiento del equipo más sencillo así como una mejor calidad uniforme del producto.

Dispositivos.- Son los elementos que interactúan entre sí durante un proceso, como son: botones, interruptores de posición (limit switch), sensores de proximidad, fotoceldas, sensores de temperatura, controles de temperatura, de presión, de humedad, controles contra falla de flama, contactores, actuadores, bobinas, arrancadores, lámparas, alarmas, válvulas, computadoras, etc.

Señal.- Es una acción que emite o recibe cualquier dispositivo.

Secuencia.- Es una serie de instrucciones con un orden lógico para ejecutar.

Programa.- Un conjunto de instrucciones usadas para controlar una máquina o un proceso

Hardware.- Es la parte física-eléctrica, mecánica o magnética por la que está formado un dispositivo (control, computadora).

Software.- Es la parte de operación del equipo, es decir, el conjunto de instrucciones (programa) que se puedan programar al equipo.

BIT (BInary digiT).- Es la mínima cantidad de información (0, 1) que puede almacenar una computadora.

1.1.2. **SENSORES.**

Los sensores en una visión muy general se diría que son los ojos del proceso.

Este tipo de dispositivo permite detectar diferentes tipos de condiciones físicas (temperatura, velocidad, peso, presión, volumen, posición, etc.) y traducir las misma a señales eléctricas, y que a su vez, éstas, puedan utilizarse para poder controlar y supervisar un sistema/proceso.

Existen diferentes tipos de sensores como: de posición, ópticos, magnéticos, inductivos, ultrasónicos, de fibra óptica, etc., de manera que dependiendo del funcionamiento que se le dé a éste, será la mejor elección.

Es por eso que el área de los sensores es uno de los campos de la actualidad en la industria que está siendo muy demandada, porque entre mejor se establezcan los elementos de detección, más automatizados y más eficientes serán los procesos industriales.

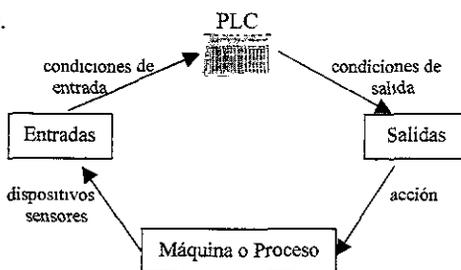
Dentro de nuestro proceso industrial, intervienen sensores de posición (interruptores de posición y ópticos (fotocelda), los cuales se analizaran en el capítulo 2.

1.3. DEFINICIÓN Y FUNCIONES DE PLC.

Un PLC (controlador lógico programable) se puede definir como un dispositivo electrónico de control, el cual está integrado por una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como aritméticas, lógicas, secuenciadores, temporalizadores, contadores, generar reportes, manipulación de datos y archivos, así como un control de entradas y salidas analógicas y digitales, capaz de controlar una secuencia por variada que ésta sea aplicable a una amplia variedad de procesos.

Se utiliza como un receptor y emisor de señales de campo y que por medio de un programa, puede actuar sobre diversos equipos como controlador o supervisor de una secuencia de operación -figura (1)-, además de servir de enlace con una pantalla para que el operario observe las condiciones del proceso y pueda tener control sobre el mismo mediante un teclado integrado a un monitor.

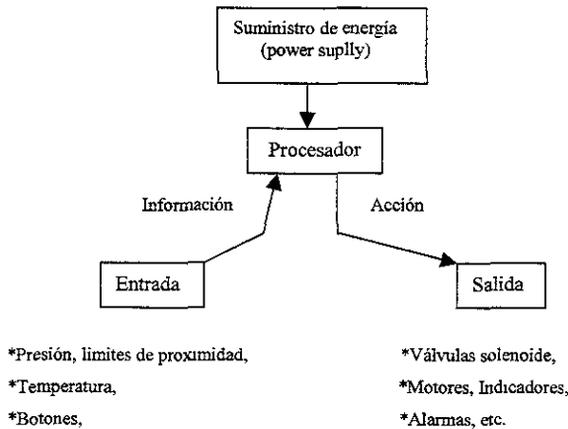
Figura(1).



Un controlador lógico programable (PLC) está formado usualmente por cuatro secciones:

- Procesador (PLC-5)
- Módulos de entrada
- Módulos de salida
- Suministro de Energía

El siguiente esquema representa los diferentes tipos de flujos de señales de dispositivos de entrada, dirigiéndose esta información hacia el procesador, realizando éste las decisiones lógicas requeridas, finalizando con enviar la señal de salida hacia un dispositivo para realizar alguna operación

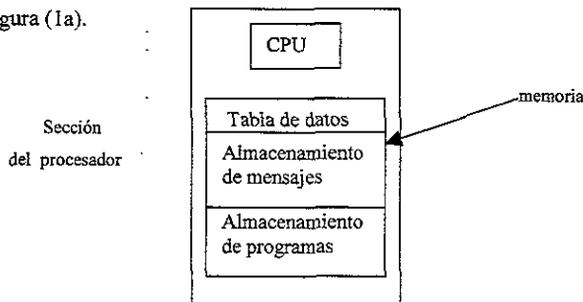


1.3.1. PROCESADOR (PLC-5).

La primera parte de un controlador lógico programable es el procesador. El procesador suele ser llamado el "cerebro" del PLC. Éste a su vez está dividido en dos partes -figura (1a)-:

- Unidad Central de Procesamiento (CPU)
- memoria

Figura (1a).



Unidad Central de Procesamiento (CPU).

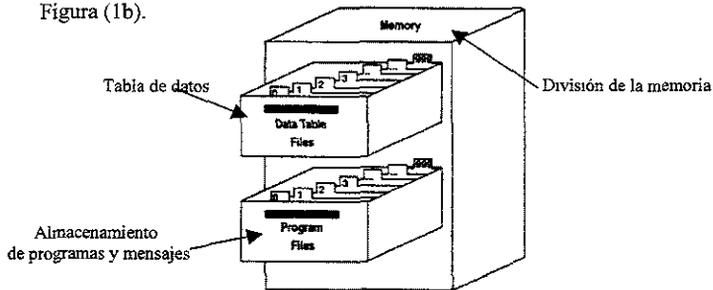
El CPU se encarga de ejecutar operaciones aritméticas y/o lógicas, que permite realizar decisiones de acuerdo al programa que se escriba.

Memoria.

La memoria se divide de la siguiente forma -figura (1b)-:

- almacena tanto información en la tabla de datos que el CPU pueda necesitar como,
- programas y mensajes.

Figura (1b).



1.3.1.1. TABLA DE DATOS.

El área de la memoria donde el dato es controlado y usado se le denomina tabla de datos. La tabla de datos está dividida dentro de tres pequeñas secciones de acuerdo al tipo de información que se va a guardar -figura (1c). Estas tres pequeñas secciones son llamadas:

- tabla de imagen de salida
- tabla de imagen de entrada
- almacenamiento de programas y mensajes

Figura (1c)

Tabla de datos
Tabla de Imagen de Salida
Tabla de imagen de Entrada
Almacenamiento de contadores y contadores de tiempo.

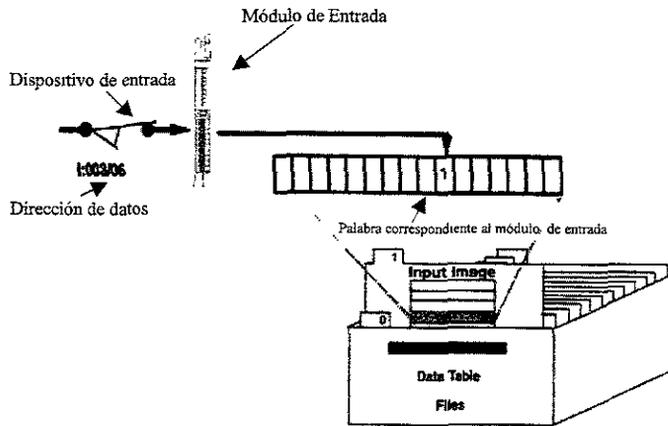
1.3.1.1.1. TABLA DE IMAGEN DE ENTRADA.

La tabla de datos de entrada refleja el estado ó las condiciones de cada dispositivo sensor de entrada.

Si un dispositivo esta en condición ON (normalmente cerrado), entonces le corresponde en la tabla de datos de entrada un bit que está ON (1).

Si un mecanismo de entrada se encuentra en condición OFF (normalmente abierto), entonces le corresponde en la tabla de datos de entrada un bit que está OFF (0). Los bits de la tabla de imagen de entrada son monitoreados por el usuario del PLC.

El siguiente esquema representa un ejemplo de una condición de entrada en posición ON.



- Tabla de Imagen de Entrada

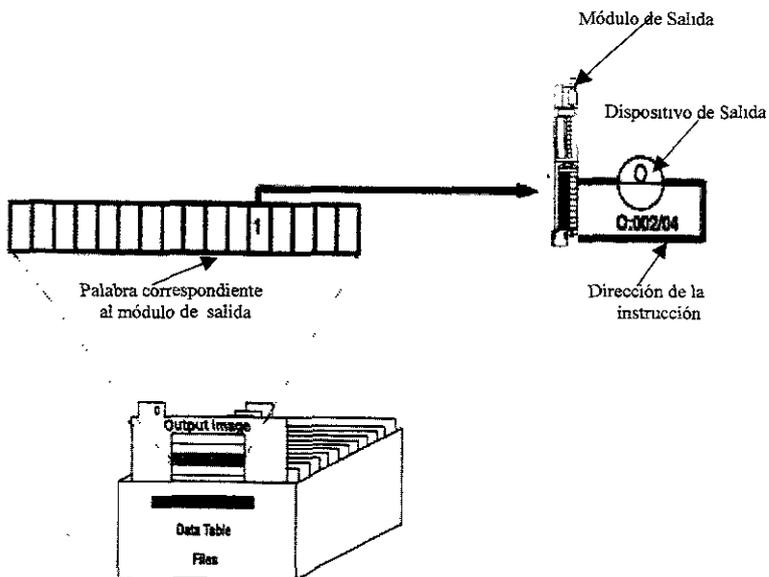
1.3.1.1.2. TABLA DE IMAGEN DE SALIDA.

La tabla de datos de salida refleja el estado o las condiciones de los bits controlados por el programa.

Sin un bit está ON (1) en la tabla de datos de salida, entonces el dispositivo de salida está energizado (ON).

Si un bit esta en OFF (0), entonces el mecanismo de salida no está energizado (OFF). Los bits de la tabla de imagen de salida están controlados por el usuario del programa.

La siguiente figura muestra el ejemplo de una condición de salida en estado ON (energizado).

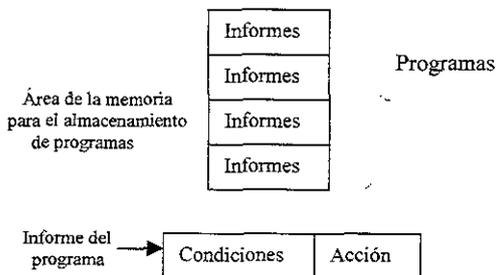


- Tabla de imagen de Salida

1.3.1.1.3. ALMACENAMIENTO DE PROGRAMAS Y CONTADORES.

El área donde se almacenan los programas, es la parte más grande de la memoria. Cada programa esta compuesto por una serie de informes. Típicamente hay un informe realizado por cada dispositivo de salida; estos informes realizan lo siguiente:

- describe una acción que se va a ejecutar
- describe las condiciones que deben existir para que se lleve a acabo dicha acción.



Para ejemplificar lo anterior, tenemos lo siguiente:

Condición: “ Si el interruptor de posición (limit switch) número 2 está cerrado...”

Acción: “energiza el motor de inicio número 1”.

Por lo tanto, cuando el interruptor de posición (limit switch) número 2 en el equipo/máquina se cierra, el controlador lógico programable (PLC) energiza el motor de inicio. Pero, si el interruptor de límite (limit switch) número 2 no se cierra, el controlador programable no energizará el motor de inicio.

Cada condición así como cada acción es representada por una instrucción específica.

Almacenamiento de contadores de tiempo (timer) y contadores.

Las instrucciones contador (counter) y contadores de tiempo (timer) son instrucciones de salida.

1.3.2. MÓDULOS DE ENTRADA Y SALIDA DE UN PLC.

Los módulos tanto de entrada como de salida de un controlador lógico programable (PLC) se dividen en:

- Terminales
- Indicadores
- Acondicionamiento de la señal
- Aislamiento

Terminales.

Los módulos de entrada y salida proveen de terminales móviles para realizar el alambrado eléctrico que viene del dispositivo sensor de la máquina.

Indicadores.

Los módulos de entrada y salida también tienen instalados indicadores visuales (LED's) para el estado que guardan las conexiones que se realizan en las terminales. El indicador se encenderá (ON) cuando hay un voltaje aplicado en un equipo/máquina y es recibido por el módulo. El indicador se apagará (OFF) cuando no exista un voltaje aplicado a algún dispositivo.

Acondicionamiento de la señal.

Otra función de los módulos de entrada es el acondicionamiento de señal. Normalmente los niveles de voltaje usados en un equipo/máquina no son compatibles con los niveles de voltaje que requiere un controlador lógico programable (PLC). Es por ello que los módulos de entrada reciben la señal eléctrica del dispositivo y la convierten a un nivel de voltaje compatible con los circuitos integrados del PLC.

Aislamiento.

El módulo de entrada aísla los circuitos de la máquina del de los circuitos del PLC.

1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS AL UTILIZAR UN PLC.

Los PLC's hacen una importante aportación a la industria, ya que contribuyen a lograr una mayor productividad así como una calidad uniforme del producto, conservando los objetivos primarios de su concepción: sencillez de uso y mantenimiento.

Hoy en día integrar un controlador lógico programable (PLC) a una máquina para ejecutar la secuencia requerida, debe ser un estándar en toda compañía que quiera ser vanguardista y estar entre las mejores en su ramo.

Un PLC representa el primer paso hacia una modernización en todos los procesos industriales, el cual trae consigo las siguientes ventajas:

- Primer paso para cualquier industria que desee entrar a un mercado de primer mundo.
- Disminución de errores.
- Aumento en la calidad del trabajo en cualquier proceso.
- Ahorro de materia prima.
- Sistemas 100% flexibles (facilidad de programación y reprogramación).
- Equipo compacto (diseño simplificado de hardware).
- Mantenimiento de equipo más sencillo (muy pocas partes son sujetas a mantenimiento).
- Detección de fallas mucho más rápidas durante el proceso industrial.
- Seguridad que implica el trabajar con un equipo de estos.
- Capacidad de operar en un ambiente donde normalmente es demasiado hostil (vibraciones, ruido, temperatura, polvo, etc.).
- Disminución de mano de obra.

La desventaja que puede representar al implementar un PLC es su alto costo económico inicial (aparentemente) al realizar la inversión.

1.5. APLICACIONES DE UN PLC.

Este tipo de equipo se puede instalar en todo aquel proceso que lleve una secuencia repetitiva; recibiendo condiciones de operación y ejecutando acciones sobre el proceso; realizando desde la revisión de condiciones correctas para el arranque, efectuar la secuencia de arranque, trabajar en el control del proceso y ejecutar una secuencia de paro en el momento que sea requerida.

Todo esto se puede monitorear o controlar localmente vía un Panel View o una computadora.

Uno de los campos donde más se ha desarrollado la automatización es en el área automotriz, debido a que estos productos son requeridos por millones de personas, éste tipo de industria, a tenido que implementar el PLC en diferentes procesos como por ejemplo: en transportadores y elevadores automatizados para trasladar las unidades con mayor rapidez y sincronía así como del uso de robots para la aplicación de pintura, ensamble de autopartes, soldaduras, etc.

Por otro lado también se emplean para equipos con un proceso definido como: máquinas inyectoras de plástico, máquinas empaquetadoras de productos, máquinas que ejecutan una acción aislada, etc. Este equipo de igual manera se instala en plantas donde se tiene un sistema completo, dividido en etapas y cada etapa cuenta con aplicaciones definidas.

1.6. **FUNCIONALIDAD DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).**

Tiene la función de encender y apagar los dispositivos de entrada y salida (motores, reductores, solenoides, fotoceldas, etc.) del proceso que se va a controlar en base a las instrucciones programadas.

El controlador lógico programable está diseñado para aceptar datos de diversos dispositivos de entrada - por nombrar a algunos - tales como:

- Interruptores de posición.
- Contadores.
- Otros microprocesadores.
- Interruptores de proximidad
- Detectores ópticos.

Después de aceptar los datos, el controlador lógico programable realiza decisiones que llevan una secuencia lógica y ordenada. El PLC al efectuar ese análisis es capaz de enviar una señal de salida para controlar un motor o cualquier otro dispositivo.

1.7. **CLASIFICACION DE LOS PLC'S**

Un PLC se clasifica dependiendo del:

- Número de entradas y salidas que maneja
- Tipo de señales que recibe y envía
- Capacidad de manejo de memoria.
- Posibilidad de comunicación con una computadora.

1.8. CLASES DE PLC'S DE ALLEN-BRADLEY.

La marca Allen-Bradley divide sus PLC's en tres clases:

- Micrologix 1000
- Small Logic Programmable (SLC) – 500
- PLC, PLC-2, PLC-3, PLC-5

1.9. FAMILIA DE PLC-5 DE CONTROLADORES PROGRAMABLES.

La familia de los PLC-5 cuenta con dos (2) opciones de hardware y se les conoce de la siguiente manera:

- PLC-5 fijo.
- PLC-5 modular.

Los PLC's fijos, constan de una fuente de alimentación, procesador y módulos de entrada y salida predeterminadas por el modelo del PLC; estos equipos son de una sola pieza.

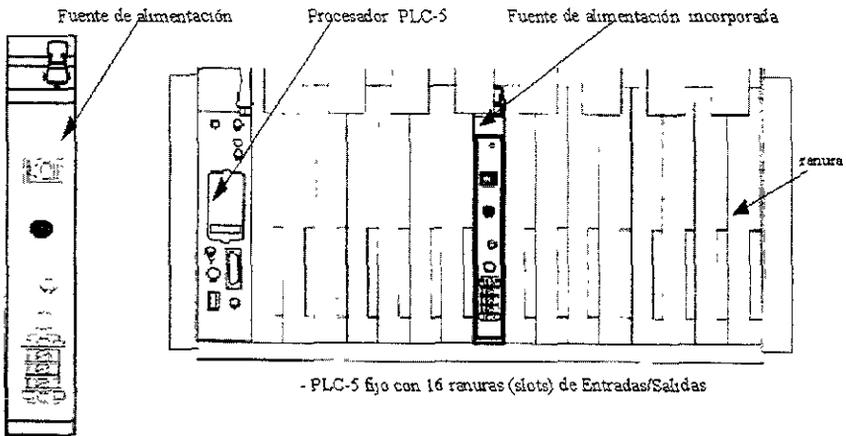
Los PLC's modulares se configuran dependiendo de la aplicación; normalmente cuentan con un chasis, fuente de alimentación externa o interna, procesador y módulos de entradas y/o salida.

Las herramientas de programación y la mayoría de los módulos de Entradas/Salidas son compatibles entre las dos opciones de hardware

1.10 PLC-5 FIJO.

El controlador PLC-5 fijo está conformado por:

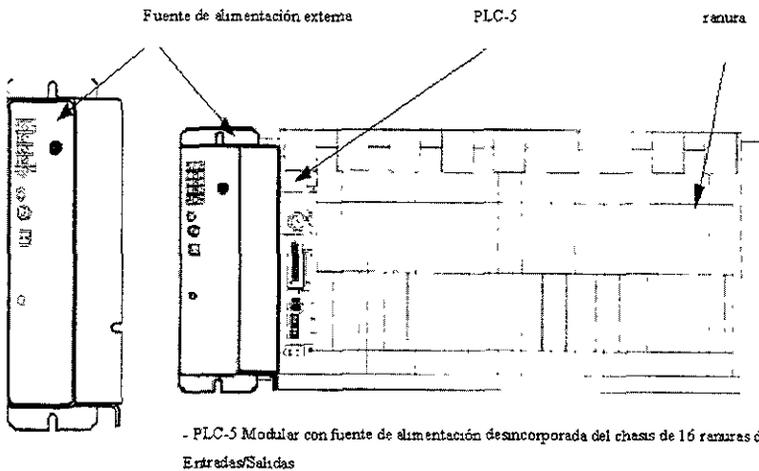
- Una unidad central de proceso (CPU) con conexión de comunicación DH-485 (Data Highway, red diseñada para la comunicación de uso industrial).
- Una fuente de alimentación incorporada.
- Un chasis de 4, 8, 12, o 16 slots (ranuras).
- Módulos de Entradas/Salidas (8, 16, ó 32 terminales).



1.11. PLC-5 MODULAR.

El controlador modular PLC-5 ofrece la flexibilidad adicional en la configuración del sistema.

Si se selecciona el chasis modular, fuente de alimentación, procesador y módulos de entradas discretas o especiales apropiados puede crearse un sistema controlador específicamente diseñado para su aplicación.



1.12. SEÑALES DE CONTROL (ENTRADA/SALIDA) DE UN PLC-5.

Las señales que recibe y envía un PLC se identifican como señales de entrada y de salida y éstas a su vez se clasifican según sea el tipo, las cuales mencionaremos a continuación.

Características básicas de las señales.

El PLC puede recibir o enviar señales a los diferentes dispositivos por dos formas: directamente ó por módulos.

Cuando tenemos un PLC-5 fijo recibimos las señales directamente en la unidad procesadora.

Cuando tenemos un PLC-5 modular recibimos las señales a través de módulos.

1.13. CLASIFICACIÓN DE SEÑALES (DISCRETA Y ANALÓGICAS) DE UN PLC-5.

Para el manejo de las señales estas se clasifican por el tipo en:

- analógicas
- y discretas.

Señales analógicas.

Estas señales las podemos clasificar como variables en el tiempo, ya que dependiendo de las condiciones del proceso o de la variable a medir, vamos a recibir una señal que cambie de valor dependiente del proceso.

Este tipo de señales se pueden recibir de termopares, sensores de humedad, de temperatura, medidores de presión, medidores de flujo, etc., y pueden ser emitidas a mecanismos donde se requiera una posición o un dato variable, por ejemplo: actuadores, indicadores, etc.

Selección para señales de entradas.

Las señales de entradas analógicas se seleccionan dependiendo de la aplicación y tenemos:

- Entradas de 0-5, 1-5, +- 5, +-10 VCD.
- Entradas de 0+20 , 0-50, 4-20, +-20 mA.
- Entradas de 50 mV.
- Entradas para RTD.

Selección para señales de salidas.

Las señales de salida analógica se seleccionan dependiendo de la aplicación y tenemos:

Salidas de 0-10, 1-5, +-10 VCD.

Salidas de 0-20, 4-20, 0-50 mA

Señales discretas.

Son señales donde solamente vamos a recibir o enviar una de dos condiciones: energizada ó desenergizada (todo o nada)

Estas señales pueden ser de corriente directa o corriente alterna; además se tiene la versatilidad de seleccionar el rango dependiendo de la aplicación.

Selección para señales de entrada.

Las señales de entrada discreta se seleccionan dependiendo de la aplicación y tenemos:

- Propósitos generales de 120 VCA.
- Propósitos generales de 220/440 VCA.
- Entradas de TTL.
- Entradas de BCD.
- Propósitos generales de 10-30 VCD.
- Para aplicaciones donde se requiere respuesta rápida en la lectura de la señal.
- Para propósitos generales con espacio reducido para la instalación.

Selección para señales de salidas.

- Propósitos generales de 120 VCA.
- Propósitos generales de 10-50 VCD.
- Alta corriente de salida VCD con fusible.
- TTL's (interfaces)
- BCD (interfaces)
- Para propósitos generales con espacio reducido para la instalación.
- Aisladas individualmente y de alta corriente.

El tipo de señal discreta tanto de entrada como de salida que se trabajó durante la automatización de la Estación de Levante, fueron de propósitos generales de 120 VCA.

1.14. EL PLC-5 ALLEN-BRADLEY.

Un PLC-5 está formado por los siguientes componentes:

- Procesador PLC-5

Tipos de PLC-5	Etiqueta de Allen-Bradley
PLC-5/10	1785-LT4
PLC-5/11	1785-L11B
PLC-5/12	1785-LT3
PLC-5/15	1785-LT
PLC-5/20	1785-L20B
PLC-5/25	1785-LT2
PLC-5/30	1785-L30B
PLC-5/40	1785-L40B
PLC-5/60	1785-L60B

- Módulos de Entrada/Salida
- Chasis
- Suministro de energía.
- Terminales de programación

A continuación se describe el PLC-5 que se implementó a la Estación de Levante, así como las tres formas en las que puede operar dicho controlador: RUN, PROG, REM.

1.14.1 PANEL FRONTAL DEL PLC-5/10

El siguiente esquema representa al procesador PLC-5/10

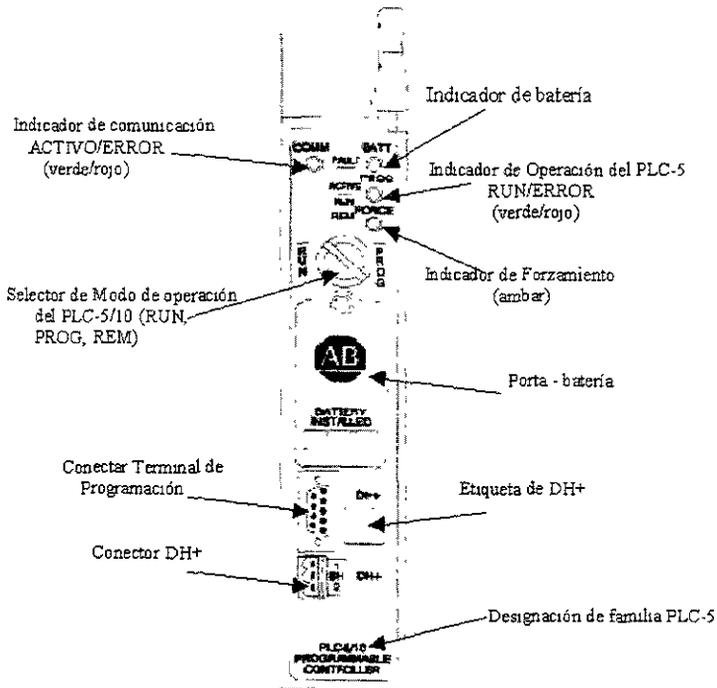


Tabla de Conectores.

Nombre del conector	Tipo de conector	Descripción
Terminal de programación	9 pines, D shell	Se usa este conector cuando se requiere conectar una terminal (computadora) de programación al procesador.
Comunicación DH+ (Red para comunicación industrial)	3 pines	Se usa este conector para realizar una comunicación DH-.

Tabla de Indicadores del PLC-5/10.

Indicador	Color	Descripción
COMM	Verde (parpadeando rápido o lentamente)	El procesador está recibiendo o transmitiendo en un enlace Data Highway (DH+).
	Rojo (constante)	Error en el hardware.
	Rojo (esporádico)	Comunicación defectuosa con DH+.
	Apagado (OFF)	Operación normal
PROC	Verde (constante)	El procesador se encuentra en modo RUN y opera todo el tiempo.
	Verde (parpadeante)	Transferencia de datos a la EEPROM
	Rojo (parpadeante)	Falla importante.
	Rojo (constante)	Falla mayor
	Apagado (OFF)	El procesador está cargando el programa ó, se encuentra en modo TEST, ó no está recibiendo suministro de energía
FORCE	Ambar (constante)	Forzamiento habilitado.
	Ambar (parpadeante)	Forzamiento presente, pero no habilitado.
	OFF (apagado)	Forzamiento no presente.
BATT	Rojo (constante)	Batería baja.
	OFF (apagado)	Batería en buen estado.

1.14.1.1. MODO DE OPERACIÓN DEL PLC-5/10 (RUN, PROG, REM).

El manejo que se le puede dar al programa que reside en la memoria del controlador programable, depende del tipo de modo de operación que se tenga seleccionado en el PLC-5, los cuales pueden ser: RUN, PROG Y REM.

Como se observo en el panel del PLC-5/10, existe un selector que nos permite escoger el modo en el que trabajará dicho controlador.

A continuación se analizarán los tres modos de operación.

Modo de operación RUN.

- Ejecuta el programa lógico en escalera, fuerza las señales de Entrada/Salida y salva el programa en la memoria del PLC.
- Habilita las señales de salida.

Observaciones: No se puede crear o borrar un programa en escalera; crear o borrar archivos de datos; ó cambiar el modo de operación del PLC a través de la terminal de programación (computadora) mientras se encuentre operando en modo RUN.



- Operación del PLC en modo RUN

Modo de operación **REM (remota)**.

Esta selección nos permite a través del software de la terminal de programación, cambiar el tipo de operación en forma remota ya sea en modo RUN, PROG (programa), ó TEST (prueba).

Ejecución Remota (RUN).

- Habilita las señales de salida.
- Permite salvar y restablecer archivos.

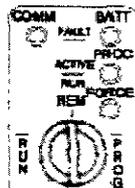
Programa Remoto (PROG).

- Permite observar la descripción acerca del programa lógico.

Prueba Remota (TEST).

- Ejecuta el programa lógico en escalera sin habilitar las salidas.
- No se puede crear o borrar programas lógicos en escalera ó archivo de datos.

Observaciones: Se puede realizar cambios en el modo de operación a través del software de la terminal de programación (computadora) mientras se encuentre el PLC trabajando en modo REM.

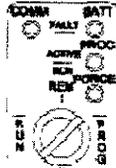


- Operación del PLC en modo REM.

Modo de operación PROG (Programa).

- Deshabilita las señales de salida.
- Permitir crear, modificar y borrar programas lógicos en escalera ó archivo de datos.
- Autoriza salvar y restablecer programas en escalera.

Observaciones: No se puede cambiar el modo de operación a través del software de la terminal de programación (computadora) mientras se encuentra el PLC trabajando en modo PROG.

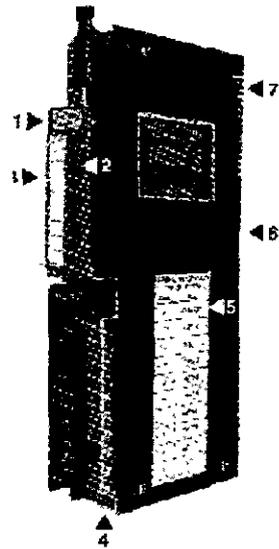


- Operación del PLC en modo PROG.

1.14.2. MÓDULO DE ENTRADA/SALIDA (1771 – IA/B) DEL PLC-5 ALLEN-BRADLEY

El módulo de entrada/salida 1771-IA/B Allen-Bradley que se muestra en la siguiente figura, es un módulo de 8 puntos de conexión:

- 1 Etiqueta roja de identificación.
- 2 Indicador de condiciones (LED's)
- 3 Etiquetas para escribir e identificar entradas/salidas.
- 4 Área para armar el alambrado eléctrico
- 5 Etiqueta de identificación de terminal (terminal y función)
- 6 Cubierta protectora.
- 7 Ranura para Insertar en el chasis Entrada/Salida del PLC-5



El módulo de entrada convierte entradas de 120V a señales lógicas compatibles con el controlador lógico programable Allen-Bradley que usa la estructura de Entradas/Salidas 1771.

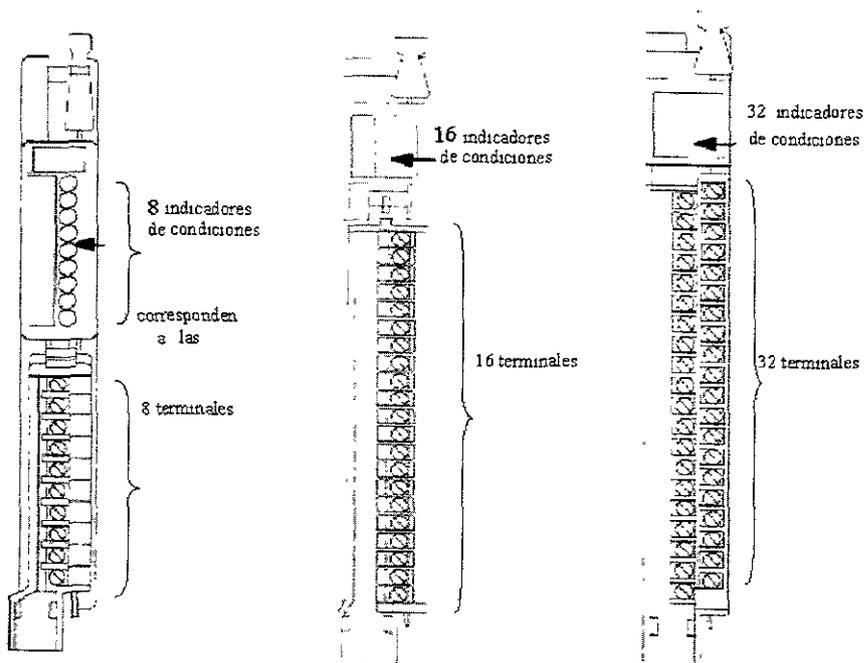
1.14.2.1. DISPOSITIVOS DE ENTRADA.

Los dispositivos de entrada compatibles con este tipo de módulo son los siguientes:

- Interruptores de proximidad (proximity switches)
- Interruptores de posición (limit switches)
- Interruptores flotantes (float switches)
- Interruptores de pulsación (pushbutton switches)

1.14.2.2. INDICADOR DE ENTRADAS/SALIDAS.

Existen tres tipos de módulos de entrada/salida que pueden instalarse en el chasis donde reside el PLC-5, los cuales contienen: ocho (8), dieciséis (16), ó treinta y dos (32) indicadores de condiciones que se localizan en la parte frontal del módulo para mostrar el estado de las entradas/salidas. El indicador de condición para una entrada/salida se iluminará cuando la entrada/salida esté encendida (ON). Observar las siguientes figuras.



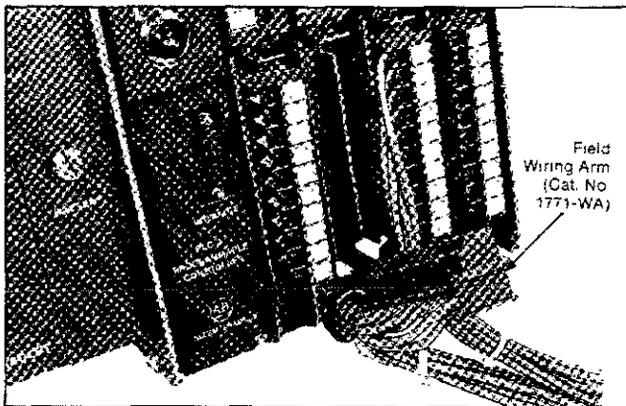
- Módulos de Entrada/Salida

1.14.2.3. ÁREA PARA ARMAR EL ALAMBRADO ELÉCTRICO.

Se conecta el alambrado eléctrico del dispositivo de entrada en el área de alambrado del módulo 1771-WA, el cual es una parte móvil del modulo de Entrada/Salida 1771 – IA/B.

El alambrado del módulo 1771-WA se realiza en la parte frontal del mismo; si se requieren hacer modificaciones de conexiones en algún modulo de Entrada/Salida, se tiene la facilidad de remover dicho módulo del chasis general.

La siguiente figura muestra el área móvil donde se realiza el alambrado eléctrico (1771-WA).

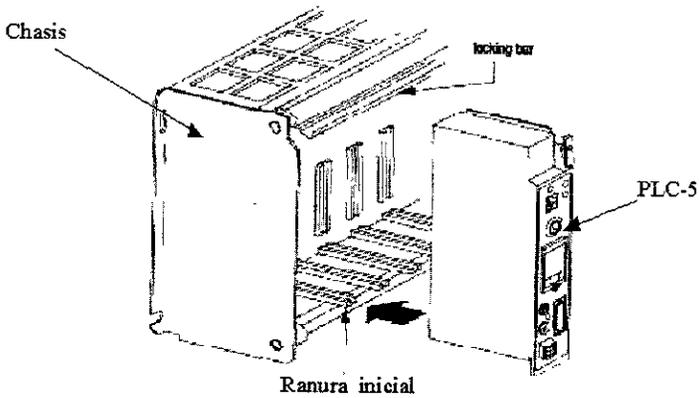


- Área para el alambrado eléctrico del módulo 1771-WA.

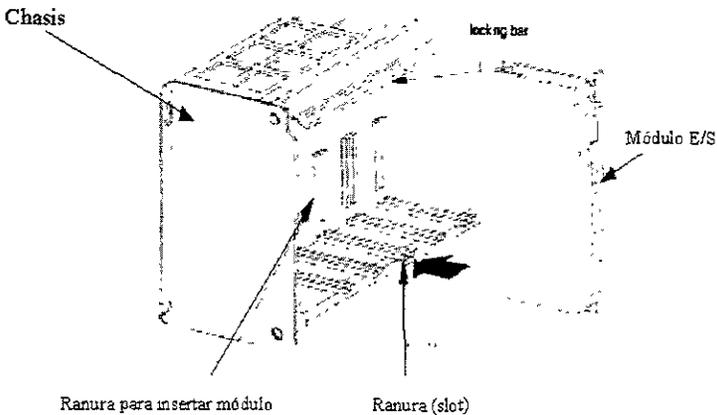
1.15. CHASIS DE ENTRADAS/SALIDAS 1771-A4B ALLEN-BRADLEY

El chasis 1771-A4B, es la parte física-sólida, el cual está integrado por 16 slots (ranuras), teniendo la siguiente organización:

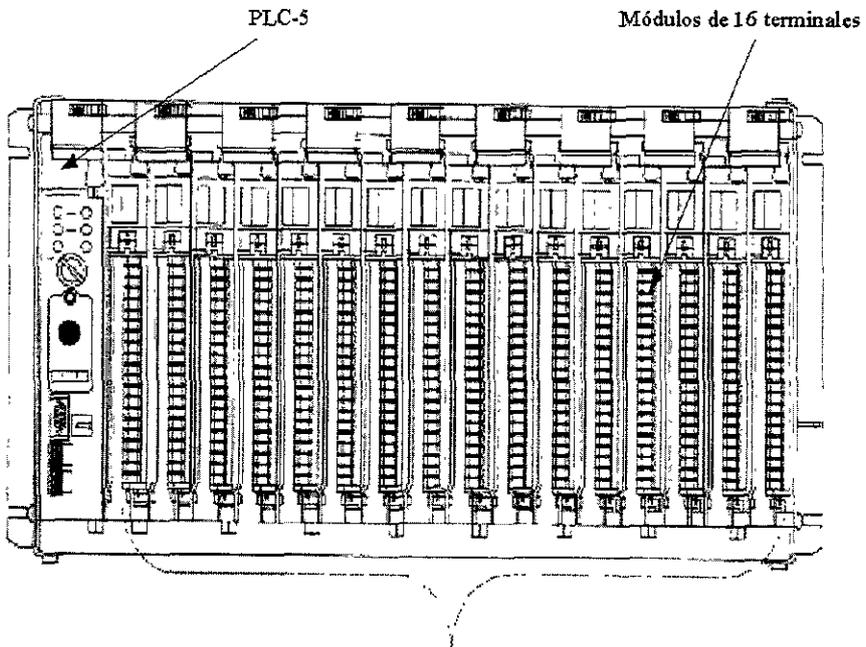
- el PLC-5 se encuentra situado en la slot (ranura) inicial izquierda, como se muestra en la siguiente figura:



- y los módulos 1771 de Entradas/Salidas, se instalan en las siguientes ranuras (slot), como se observa a continuación:



El chasis 1771-A4B Allen-Bradley de Entradas/Salidas integrado con las partes mencionadas anteriormente, queda de la forma siguiente:

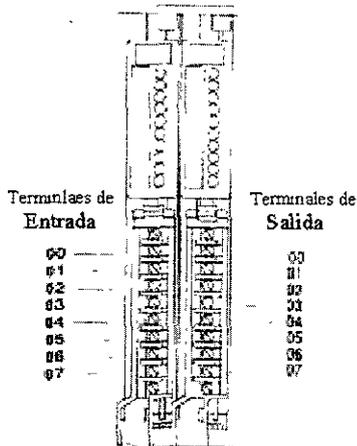


- 16 módulos de Entradas/Salidas

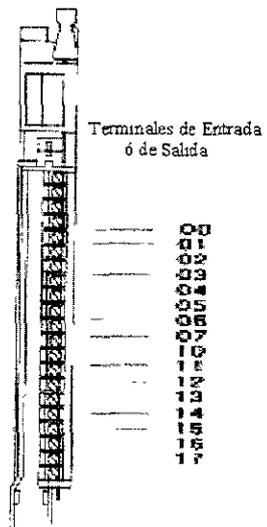
1.16. CONFIGURACIÓN DE UN RACK (ANAQUEL).

Para comprender más éste subtema, se definirán los siguientes términos.

Grupo de Entradas/Salidas: es una unidad direccionada que puede contener módulos de entrada/salida de 8, 16, y 32 terminales, ver figura siguiente:



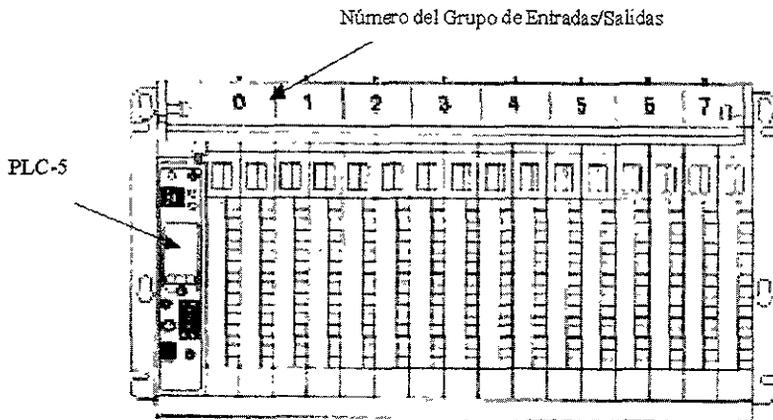
Grupo de Entradas/Salidas configurado a 2 ranuras (slots)



Grupo de Entradas/Salidas configurado a 1 ranura (slot)

- Ejemplo de un Grupo de Entradas/Salidas

Anaqueel (RACK) de Entradas/Salidas: es una unidad direccionada que contiene 8 *grupos de Entradas/Salidas* – enumerados del 0 al 7 –, observar siguiente figura:



- Ejemplo de un Anaquel (RACK) con 16 de ranuras (slots) de Entradas/Salidas.

1.16.1. CAMBIANDO EL MODO DE CONFIGURACIÓN O DIRECCIONAMIENTO DEL HARDWARE.

El chasis de Entradas/Salidas donde se encuentra el PLC-5 puede direccionarse o configurarse en grupos de entradas y salidas a: 2 (slots) ranuras, 1(slot) ranura, ó ½ (slot) ranura.

Se debe de seleccionar el método de configuración que se requiera para el chasis, en la parte trasera del mismo, realizando las combinaciones de los interruptores 4 y 5, como se muestra a continuación:

Interruptor (switch)		Configuración
4	5	
Apagado (OFF)	Apagado (OFF)	2 ranuras (slots)
Apagado (OFF)	Encendido (ON)	1 ranura (slot)
Encendido (ON)	Apagado (OFF)	½ ranura (slot)
Encendido (ON)	Encendido (ON)	No permitido



- Interruptores en la parte trasera del Chasis de Entradas/Salidas.

1.16.2. CONFIGURACIÓN DE UN RACK (ANAQUEL) A 2 SLOTS (RANURAS).

El PLC-5 configura dos ranuras (slots) de módulos de Entradas/Salidas como un *grupo de Entradas/Salidas*.

Cada grupo de Entrada/Salida a 2-ranuras (slots) es representado por una palabra en la tabla de imagen de entrada y una palabra en la tabla de imagen de salida.

Cada terminal de entrada le corresponde a un bit en la tabla de imagen de entrada y cada terminal de salida le corresponde un bit en la tabla de imagen de salida.

El máximo número bits disponible en un grupo de Entradas/Salidas a 2-ranuras (slots) es de 32 bits; ya que 16 bits son utilizados para la tabla de imagen de entrada y 16 bits para la tabla de imagen de salida.

Dependiendo del tipo de módulo de Entradas/Salidas que se instala, ya sea de 8 puntos -terminales- (densidad standard) ó de 16 puntos (densidad alta) determina el número de bits que son utilizados.

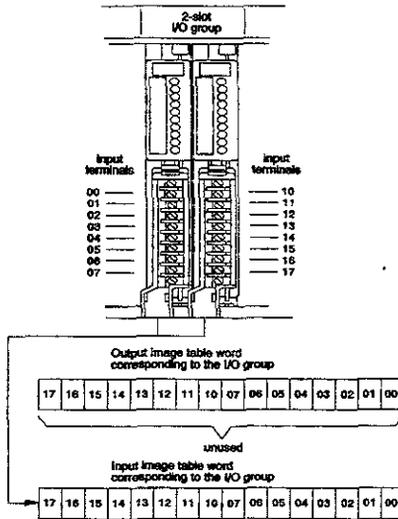
1.16.2.1 MÓDULOS DE ENTRADA/SALIDA DE 8 PUNTOS.

Los módulos de Entrada/Salida estándar proveen ocho terminales de entrada y ocho terminales de salida.

La figura (1) ilustra el concepto de un grupo de Entradas/Salidas con dos módulos de 8 puntos de entrada. La figura (2) muestra el concepto de un grupo de entradas/Salidas con un módulo de 8 puntos de entrada y un módulo de 8 puntos de salida.

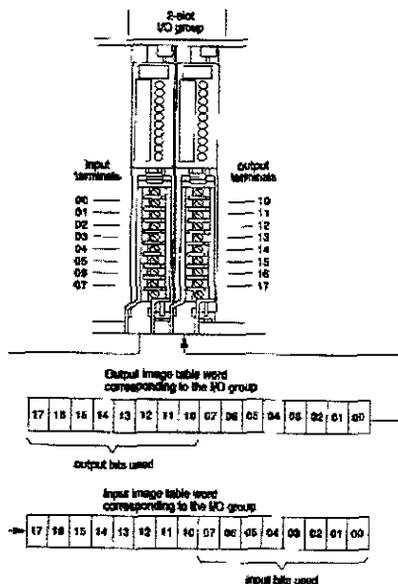
Figura (1)

Ilustración de una configuración a 2 slots (ranuras) con dos módulos de 8 Puntos de Entrada.



Figura(2)

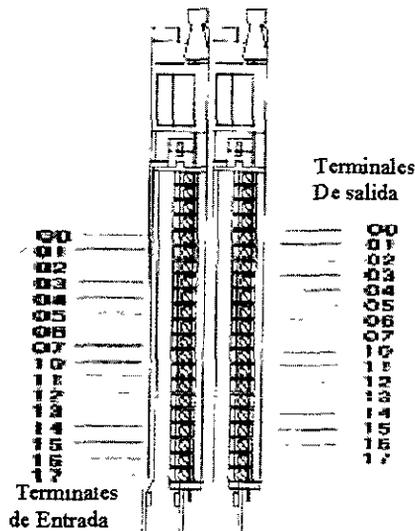
Esquema de una configuración a 2 ranuras (slots) con Módulos de Entrada y de Salida de 8 puntos.



1.16.2.2. MÓDULOS DE ENTRADA/SALIDA DE 16 PUNTOS.

Los módulos de alta densidad (16 puntos) están equipados con 16 terminales de entrada o 16 terminales de salida. Un módulo de Entradas/Salidas de 16 puntos utiliza una palabra (16 bits) completa tanto en la tabla de imagen de entrada como en la tabla de imagen de salida. Los módulos de 16 puntos únicamente pueden utilizarse de modo complementario en este tipo de configuración, es decir tener dos módulos de 16 puntos, donde uno es el de entrada y el otro de salida.

La figura (3) ilustra una configuración a 2 ranuras (slots) con módulos de entrada y salida de 16 puntos.



- Grupo de 2 ranuras E/S

1.16.2.3. ASIGNANDO NÚMERO AL ANAQUEL (RACK).

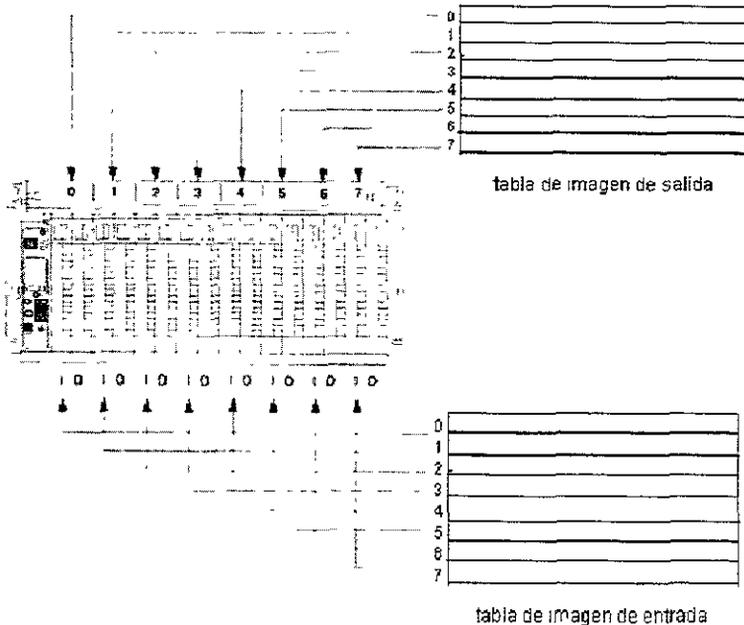
Cuando se selecciona una configuración a 2 ranuras (slots), cada pareja de ranuras (un grupo de Entradas/Salidas) le es asignada su pareja correspondiente de palabras en la tabla de imagen de entrada y de salida.

En un chasis de 16 ranuras (slots) de Entradas/Salidas, al realizarse este tipo de configuración a 2 ranuras (slots), se dice que se tiene un sólo anaquel (RACK), el cual se le asigna siempre el número 00, en donde éste estará formado por ocho grupos de Entradas/Salidas (ver figura (4)).

La asignación de número de anaquel (rack) se refleja en la dirección que se le asigna en el programa de escalera a la instrucción de entrada y/o salida.

Figura (4).

Ilustración de un Anaquel (Rack) con sus respectivos 8 grupos de Entradas/Salidas así como la asignación que hace a cada grupo de Entrada/Salida a su correspondiente tabla de imagen de Entradas/Salidas.



1.16.3 CONFIGURACIÓN DE UN RACK (ANAQUEL) A 1 SLOT (RANURA).

En un chasis de 16 ranuras (slots), el PLC-5 configura una ranura (slot) de Entradas/Salidas como un grupo de Entradas/Salidas.

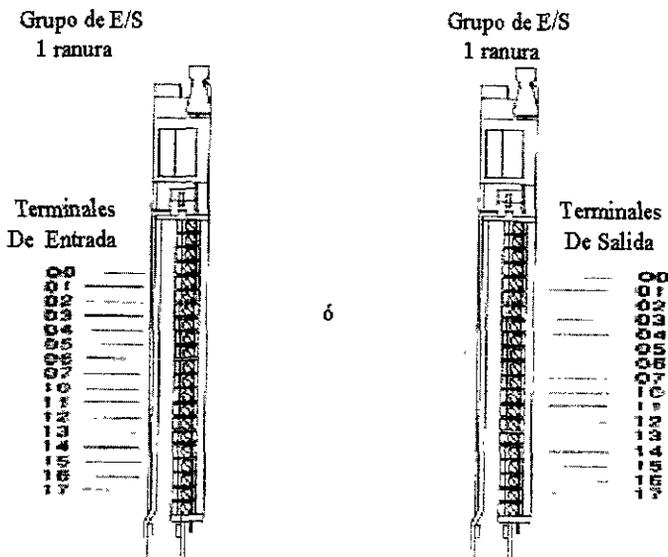
Cada grupo de Entrada/Salida configurado a 1 ranura (slot) es representado por una palabra en la tabla de imagen entrada y en la tabla de imagen de salida. Se tienen disponibles para cada ranura (slot) 16 bits de entrada y 16 bits de salida. Esto permite realizar combinaciones de módulos de entrada y salida de 8 y 16 puntos dentro del chasis

La figura (5) ilustra el concepto con un grupo de Entrada/Salida configurado a 1 ranura (slot) con un módulo de entrada de 16 puntos y un módulo de salida de 16 puntos.

Se puede utilizar un módulo de Entrada/Salida de 8 puntos configurado a 1 ranura (slot), pero el módulo solamente usará 8 bits de la tabla de imagen de Entradas/Salidas y 8 bits de la misma tabla de imagen de Entradas/Salidas no serán usados.

Figura (5).

Esquema de una configuración a 1 ranura (slot) con módulos de Entrada/Salida de 16 puntos.

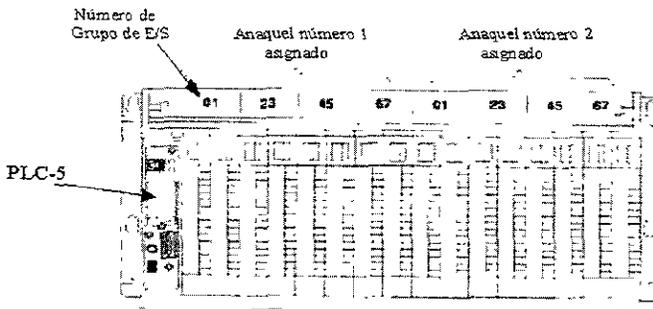


1.16.3.1. ASIGNANDO NÚMERO AL RACK ANAQUEL.

Cuando seleccionamos la configuración a 2 ranuras (slots), cada ranura (slot) es un grupo de Entradas/Salidas. Por lo tanto, en un chasis de 16 ranuras (slots) de Entradas/Salidas, al realizarse este tipo de configuración a 1 ranura (slot), se dice que se tienen dos anaqueles (RACKS), en donde el rack (anaquel) uno, le es asignado el número 00, y al rack dos, se le asigna el número 01; ambos racks están formados por ocho grupos de Entradas/Salidas. Ver figura (6).

Figura (6).

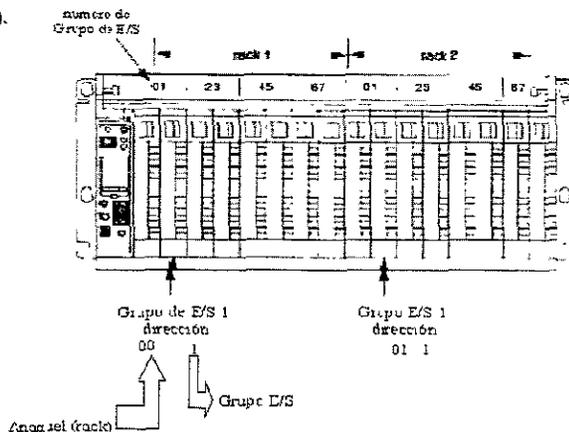
Asignación de números a Anaqueles (racks) con configuración a 1 ranura (slot).



- Chasis 1171-A4B de E/S utilizando configuración a 1 ranura (slot)

La figura (7) muestra un ejemplo con configuración a 1 ranura (slot), así como la forma en que se identifica el rack (dirección) con el que tenemos comunicación,

Figura (7).



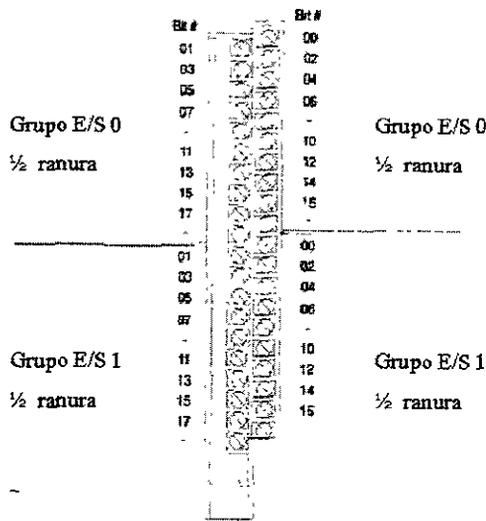
1.16.4. CONFIGURACIÓN DE UN RACK (ANAQUEL) A ½ SLOT (RANURA).

Cuando se selecciona la configuración a ½ ranura (slot), el PLC-5 configura la mitad de una ranura (slot) de un módulo de Entradas/Salidas como un grupo de Entradas/Salidas. Para cada ranura (slot) de Entradas/Salidas le corresponde dos palabras (32 bits) en la tabla de imagen de entrada y de salida. Dependiendo del módulo de Entradas/Salidas que se instale (8,16, o 32 puntos) determina el número de bits que se usarán en estas palabras.

La figura (7) ilustra el concepto de configuración a ½ ranura (slot) con un módulo de 32 puntos de Entradas/Salidas. Un módulo de 32 puntos de Entradas/Salidas (dos grupos de Entradas/Salidas a ½ ranura). El grupo de Entradas/Salidas (0) de 16 puntos se encuentra en la parte más alta del módulo; el grupo de Entradas/Salidas (1) de 16 puntos se encuentra en la parte más baja del módulo.

Figura (7).

Esquema de una configuración a ½ ranura (slot) usando un módulo de Entradas/Salidas de 32 terminales.



-Módulo de 32 terminales

1.16.4.1. ASIGNANDO NÚMEROS AL ANAQUEL (RACK).

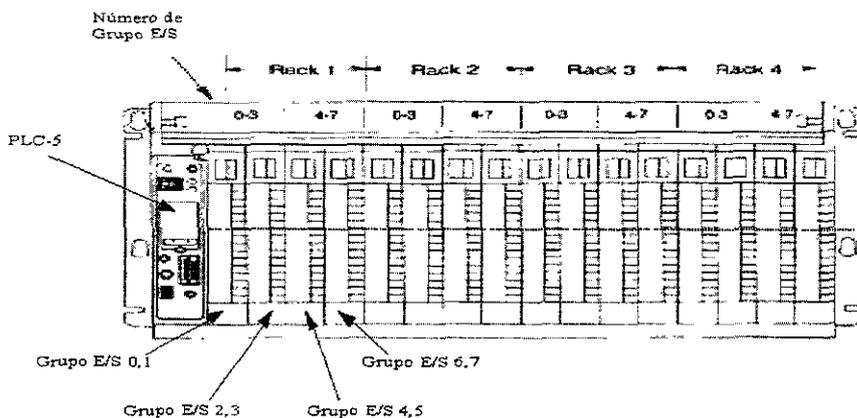
Cuando seleccionamos la configuración a ½ ranura (slot), cada ranura (slot) está compuesta por dos grupos de Entradas/Salidas.

En este modo de configuración, un anaquel (rack) está formado únicamente por cuatro ranuras (slots).

Por lo tanto, en un chasis de 16 ranuras (slots) de Entradas/Salidas, al realizarse este tipo de configuración a ½ ranura (slot), se tendrán 4 racks (00, 01, 02, 03), en donde cada uno de estos está formado por cuatro ranuras y ocho grupos de Entradas/Salidas. Ver figura (8).

Figura (8).

Asignación de números a Anaqueles (racks) con configuración a ½ ranura (slot).



- Chasis de Entradas/Salidas 1771-A4B usando configuración a ½ ranura (slot).

Normalmente el direccionamiento de hardware que mas es utilizable en la industria es el de la configuración a 1 slot (ranura) ya que nos brinda la flexibilidad de poder combinar módulos de 8, 16, y 32 terminales permitiendo así una mejor adecuación al sistema que se desee automatizar.

1.17. PROGRAMACIÓN DE ESCALERA.

Cuando surgieron los controladores lógicos programables, lo hicieron con la necesidad de sustituir a los enormes cuadros de maniobras contruidos por contactores y relevadores (relés). Por lo tanto la comunicación hombre-máquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento.

Es por ello que el lenguaje de programación para PLC que utilizaremos aquí será la programación de Escalera, ya que es el que más similitudes tiene con los arreglos eléctricos, aunado a que puede ser interpretado gráficamente y con facilidad por los mismos ingenieros que anteriormente estaban en contacto con la instalación.

Se denomina diagrama de escalera en el lenguaje de los PLC's a la representación simbólica de la secuencia de operación eléctrica deseada.

La lógica de los diagramas de escalera es la misma que han utilizado los relevadores durante muchos años, es decir, un contacto normalmente abierto (NA) se energiza cuando se cierra, y un contacto normalmente cerrado (NC) se desenergiza cuando se abre.

El programa de escalera que se carga a la memoria del controlador lógico programable (PLC), contiene instrucciones tipo bit que representan equipos externos configurados como entradas y salidas.

Como el programa es revisado durante su operación del controlador, el cambio de estado encendido/apagado de las entradas será aplicado al programa y de acuerdo a las instrucciones programadas se energizarán y desenergizarán las salidas a los equipos de campo.

La finalidad de la Programación de Escalera es la de *controlar salidas basadas en condiciones de entrada*

A continuación se muestra el uso de las instrucciones bit (lógica de relevador) que son las más comunes y que capítulos adelante son la que emplearemos.

En este caso se ilustran las 3 instrucciones básicas más comunes e importantes:

Contacto Normalmente Abierto (XIC).

Similar aun contacto normalmente abierto de un relevador.

----[]----

Examina que la condición de entrada esté encendida (ON).

Para esta instrucción preguntamos al procesador a través del programa:

Sí el bit está:	Entonces la instrucción es:	bit lógico
Encendido (ON) (abierto)	Verdadera	1
Apagado (OFF) (cerrado)	falsa	0

Nota: el bit ó estado lógico, indica si la instrucción es verdadera o falsa.

Contacto Normalmente Cerrado (XIO).

Similar aun contacto normalmente cerrado de un relevador.

----[/]----

Examina que la condición de entrada esté apagada (OFF).

Para esta instrucción preguntamos al procesador a través del programa:

Sí el bit está:	entonces la instrucción es:	bit lógico
Apagado (OFF) (cerrado)	Verdadera	0
Encendido (OFF) (abierto)	falsa	1

Nota: el bit ó estado lógico, indica si la instrucción es verdadera o falsa.

Salida Energizada (OTE).

Similar a la bobina de un relevador.

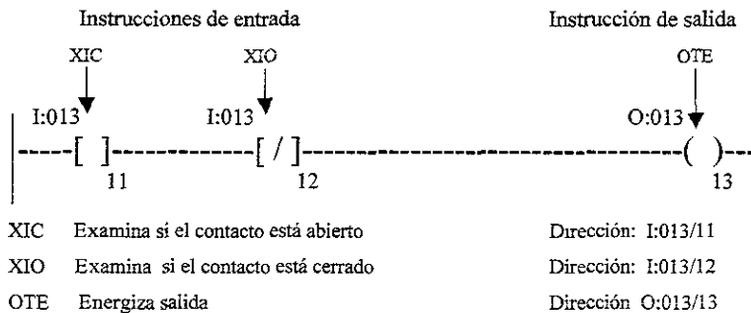
----()---- El procesador hace la instrucción verdadera (renglón verdadero) cuando las instrucciones de contacto abierto (XIC) y contacto cerrado (XIO) en el renglón son verdaderas.

Sí el renglón es:	Entonces el bit está:	bit lógico
verdadero	Encendido (ON)	1
falso	Apagado (OFF)	0

Debemos tener en cuenta que la operación de estas instrucciones es parecida a los contactos de un relevador.

Un programa de escalera consta de escalones individuales, en el cual, cada uno tiene una o más instrucciones de entradas y de salidas.

El renglón que se muestra a continuación tiene dos instrucciones de entrada y una instrucción de salida.



Las instrucciones de entrada aparecen en la parte izquierda del renglón.

Las instrucciones de salida deben aparecer siempre en la parte derecha del escalón.

Cada instrucción en el diagrama anterior tiene asignada una dirección. Esta dirección identifica una localidad en el archivo de datos del procesador donde se indica el tipo de instrucción así como la dirección física que tomará en el anaquel (rack).

El estado verdadero ó falso de las instrucciones es básico para la operación de un controlador programable.

Durante la operación del controlador programable, el procesador revisa cada renglón, cambiando el estado de la instrucción de acuerdo a la lógica consecutiva de los renglones. Es decir, las instrucciones de entrada actualizan las *condiciones* bajo las cuales el procesador hará una instrucción de salida ya sea verdadera ó falsa.

Estas condiciones son las siguientes.

- Cuando el procesador encuentra que las instrucciones de entrada (XIC) son verdaderas en el renglón, la instrucción de salida (OTE) permanecerá verdadera, entonces se considera que “ las condiciones de entrada son verdaderas ” y por consiguiente “ el renglón es verdadero ”.
- Cuando el procesador encuentra una instrucción de entrada (XIC) que es falsa en el renglón, la instrucción de salida (OTE) permanecerá falsa, entonces se considera que “las condiciones de entrada son falsas” y por lo tanto “ el renglón es falso ”.

1.18. ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES.

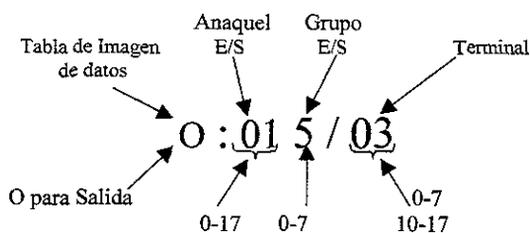
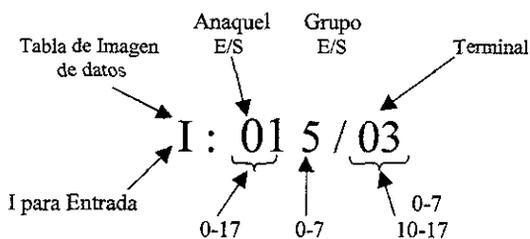
En todo programa de escalera, cada instrucción ya sea de entrada o de salida tiene asignada una dirección. Esta dirección está formada por palabras, números y signos de puntuación el cual se usan para identificar una localidad en la tabla de imagen de datos del PLC-5, donde se indica el tipo de dicha instrucción.

También cada dirección de entrada y salida le corresponde una locación física en los módulos 1771 Entradas/Salidas de chasis 1771-A4B Allen-Bradley.

La asignación de dirección incluye lo siguiente:

- Especificar la letra I para una *instrucción de entrada*.
- Especificar una letra O para una *instrucción de salida*.
- Incluir el signo de puntuación (:) como un delimitador seguido por el número de Anaquel (rack) Entradas/Salidas:
 - 00-03 para los procesadores PLC-5/10, -5/11, -5/12, -5/15, -5/20, -5/20E, -5/20C, -5/26.
 - 00-07 para los procesadores PLC-5/25, -5/30, 5/V30
 - 00-17 para los procesadores PLC-5/40, -5/40L, -5/40E, -5/40C, -5/46, -5/V40, -5/V40L.
- Incluir el número de *grupo de Entradas/salidas* (0 – 7).
- Inmediatamente incluir el siguiente delimitador (/) seguido por el número de la terminal (punto de conexión) (0-7, 10-17).

Para ejemplificar lo anterior, se muestra a continuación una asignación de dirección válida.



Dirección de Instrucción de Entradas y salidas.

I:015/03	Entrada Anaquel 1, Grupo E/S 5, terminal 3
O:015/03	Salida Anaquel1, Grupo E/S 5, terminal 3

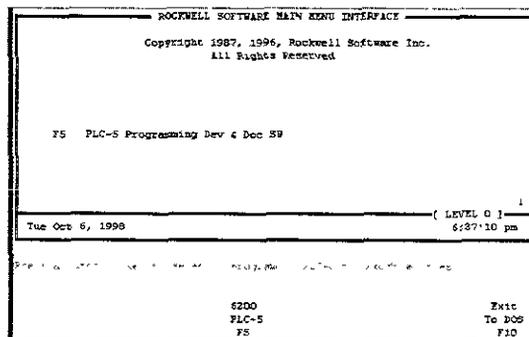
1.19. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN SERIE 6200 PARA PLC-5.

El software de programación que utiliza la familia de los PLC-5 Allen-Bradley es de la Serie 6200 versión 5.2 de la compañía Rockwell Software.

Para poder emplear este tipo de software, es necesario tener que instalarlo en una computadora. Los requerimientos mínimos necesarios para poder trabajar con dicho software, son los siguientes:

- Computadora con un procesador mínimo 80386, con 2 Mbytes de memoria RAM.
- 15 Mbytes de espacio en disco duro.
- Monitor a color ó monocromático.
- Sistema operativo MS-DOS versión 4.01.

Al momento de ejecutar el software de programación Serie 6200 versión 5.2 en la computadora, nos aparecerá la siguiente pantalla de presentación.



Esta pantalla de inicio nos proporciona dos opciones que podemos ejecutar:

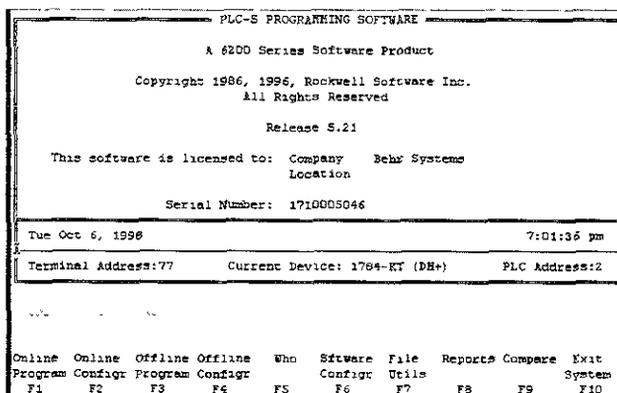
1. Si deseamos salir de esta pantalla y regresar al sistema operativo se pulsa la tecla F10

Exit
To DOS
F10

2. Si requerimos emplear el software, se pulsa la tecla F5

6200
PLC-5
F5

Al pulsar dicha tecla, se accede a la pantalla de MENU



Dentro de las opciones del MENU tenemos la posibilidad de trabajar este software ya sea en forma Online Program ó Offline Program.

- *Online Program* [F1]: nos permite ejecutar, desarrollar y documentar nuestro programa lógico de escalera, cambiar el modo de operación del PLC-5 (RUN, REM, y PROGRAM), crear, borrar, y renombrar archivos, monitorear los programas de escalera, haciéndose posible esto, sólo cuando se esté conectada la computadora al PLC-5.

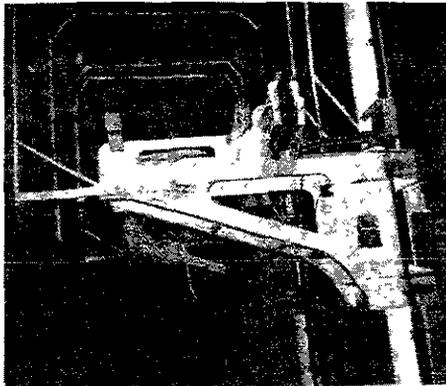
- *Offline Program* [F2]: nos permite desarrollar y documentar el programa lógico de escalera, cambiar el tipo de procesador con el que se va a trabajar (PLC-5/10, 5-11, etc.), crear, borrar y renombrar archivos, así como también cambiar contraseñas (passwords) y monitorear los programas de escalera, lográndose hacer esto en una computadora que no esté conectada con el PLC-5.

*Con las líneas escritas anteriormente se ha finalizado por desarrollar este **capítulo primero**, por lo tanto, es posible de esta manera determinar la funcionalidad y utilidad general de un controlador lógico programable, así como también reconocer e identificar los componentes que intervienen en un procesador PLC-5, además de poder seleccionar del mismo modo el direccionamiento del hardware con el que se desee trabajar y realizar la asignación de direcciones lógicas en locaciones de memoria a través de su propio software de programación (Series 6200).*

Para complementar el desarrollo de esta primera sección, es necesario en el capítulo 2, describir las partes que componen a la Estación de Levante (DL1) y la función que cada una ejecuta, las cuales son controladas a través del PLC-5/10 en donde este nos permite efectuar el proceso de subir unidades.

CAPÍTULO 2

Descripción de las partes que componen a la Estación de Levante así como su secuencia de operación.



INTRODUCCIÓN

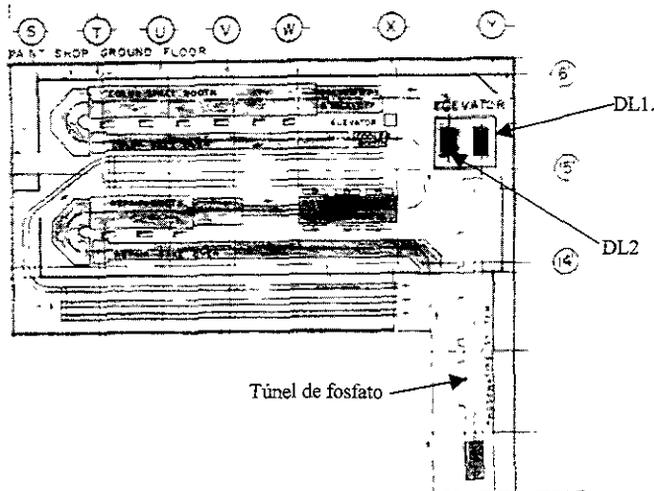
La razón de este segundo capítulo, es la de explicar e inventariar lo más breve los componentes que intervienen en la Estación de Levante, con el ánimo de documentar y referir lo mejor posible su forma de operar, la cual se puede realizar y controlar en forma manual ó automático.

2.1. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE LEVANTE (ELEVADOR DE UNIDADES, DL1).

Durante el recorrido inicial de las unidades, éstas, son montadas en una plataforma rodante (dolly), las cuales son acarreadas por el transportador (T2), en donde, en primer instancia ingresan al sistema del túnel de fosfato. Ver figura (1) Dentro de este sistema, se realiza una limpieza total a las láminas de la carrocería, iniciando con un lavado de desengrase, enseguida recibe un enjuague caliente, continuando con un proceso de fosfatizado, enjuague frío, sales de titanio y finalizando con un baño de agua desmineralizada.

Figura (1).

Ilustración de la planta baja del departamento de pintura de la fábrica automotriz donde se encuentra el sistema del túnel de fosfato y la estación de levante (DL1) así como la estación de descenso (DL2).



2.1. SECCIÓN NEUMÁTICA.

La electricidad como control es muy eficiente y la neumática como proceso es muy veloz.

La neumática la utilizamos para que nos de la conversión de energía comprimida en aire, para mecanismos de alta velocidad

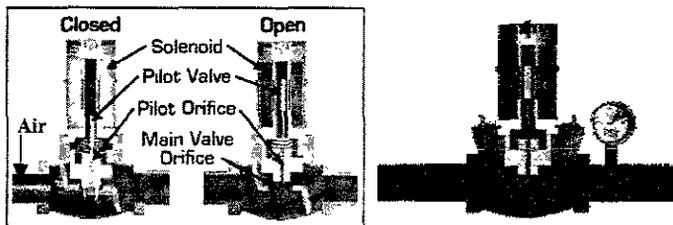
La parte neumática que interviene en algunos dispositivos de la Estación de Levante, está formado por elementos de actuación (cilindros), y sistemas F.R.L. (Filtro-Regulador-Lubricador) en conjunto con sus respectivas válvulas solenoides.

Los dispositivos que operan en forma electroneumática dentro de este proceso industrial son los siguientes: *empujador, bloqueador y alineador de guías,*

2.1.1. VALVULAS SOLENOIDES Y SISTEMA F.R.L. (FILTRO - REGULADOR - LUBRICADOR).

Este tipo de válvulas solenoides de dos vías, posición de reposo cerrada y posición de reposo abierta (analogía en su funcionamiento a un interruptor normalmente abierto y normalmente cerrado), operan de forma electromecánica, ya que, convierten la energía eléctrica en una fuerza mecánica unidireccional (dirección fija) capaz de empujar o de tirar de determinados aparatos.

La siguiente figura muestra los componentes de una solenoide.



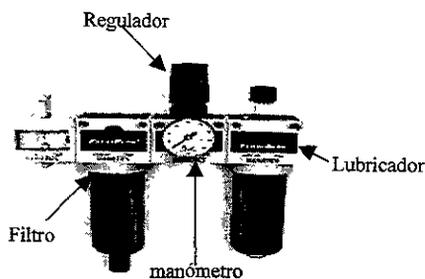
- Válvulas solenoides

Sistema F.R.L. serie 22 marca Numatics.

El buen acondicionamiento del aire comprimido es la premisa que debe cumplirse para el funcionamiento seguro y duradero de las instalaciones neumáticas.

El sistema que alimenta en este caso a las válvulas solenoides, es conocido como F.R.L (Filtro-Regulador-Lubricador) y se encuentra dividido en tres diferentes etapas -figura (3)-.

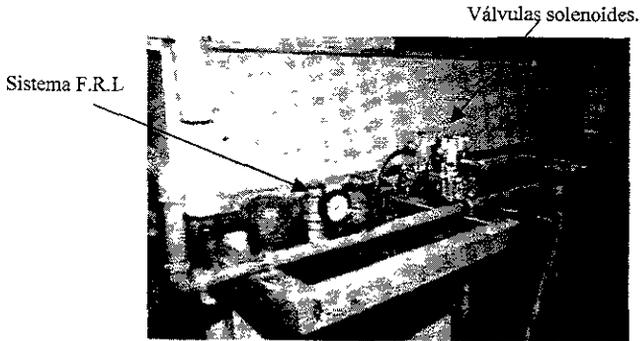
Figura (3)



- Filtro: Es un envase que está diseñado para purificar el aire y remover el líquido condensado así como de contaminantes de micro tamaño.
- Regulador: Permite regular la presión suministrada a las válvulas. Se tiene la posibilidad de monitorear dicha presión a través de un manómetro que tiene un rango de medición de 0 - 100 Psi. La presión requerida de estas válvulas para que trabajen normalmente es de entre 60 - 80 Psi.
- Lubricador: Aparato en el que se enriquece el aire con un pequeño flujo de aceite para la lubricación de los elementos de trabajo.

La figura (3) ilustra un sistema F.R.L con sus respectivas válvulas solenoides.

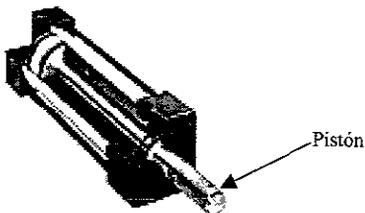
Figura(3). F R L.



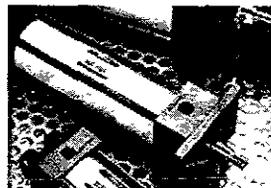
2.1.2. Cilindro neumático serie A5 estándar marca Hidro-line.

Éste tipo de cilindro electroneumático (combinación de la electricidad con el aire comprimido para su funcionamiento) es de doble efecto (con vástago simple), es decir, la presión suministrada tiene efecto en ambos sentidos, a voluntad (avance y retroceso).

La siguiente figura esquematiza un cilindro neumático serie A5 de doble acción.



- cilindro sin cubierta



- cilindro con cubierta protectora

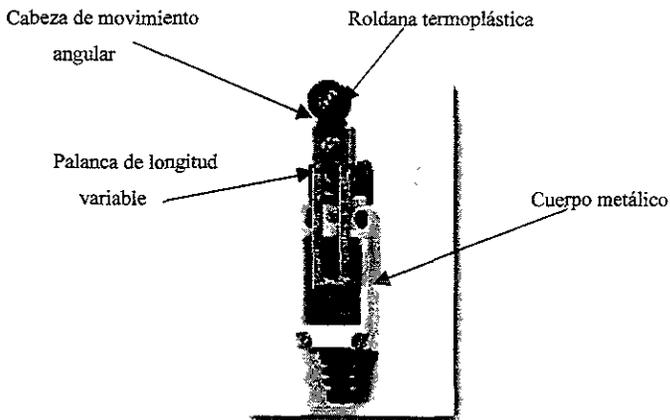
2.2. INTERRUPTORES DE POSICIÓN TIPO XCK-J Y XC2-J.

Los interruptores de posición (switch limit) tipo XCK-J y XC2-J, son unos dispositivos electromecánicos (elementos mecánicos que requiere de electricidad para operar) con las siguientes características:

Interruptor de posición XCK-J.

- Contacto bipolar NA-NC (normalmente abierto - normalmente cerrado) de ruptura brusca.
- Compuesto de un cuerpo metálico fijo.
- Tiene 1 sola entrada de cable.
- Con cabeza de movimiento angular, ya sea a la izquierda o a la derecha.
- Palanca de longitud variable.
- Roldana termoplástica.
- Temperatura de funcionamiento entre los - 25.....+ 70 °C.
- Su peso es de 620 gramos.

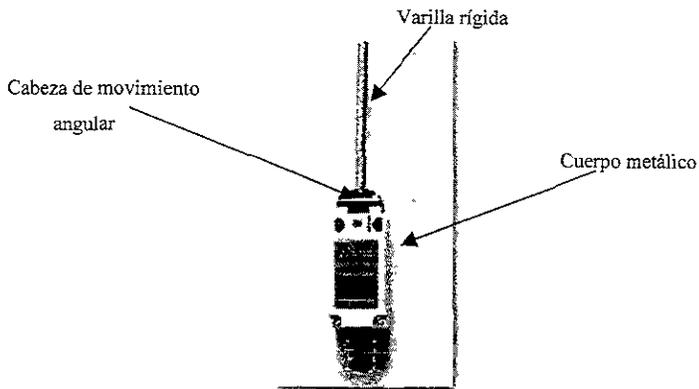
La siguiente figura muestra un interruptor de posición tipo XCK-J.



Interruptor de Posición XC2-J.

- Contacto bipolar NA-NC (normalmente abierto - normalmente cerrado) de ruptura brusca.
- Compuesto de un cuerpo metálico fijo.
- Tiene 1 sola entrada de cable.
- Con cabeza de movimiento angular, ya sea a la izquierda o a la derecha.
- Varilla rígida de acero de 3mm de grosor.
- Temperatura de funcionamiento entre los - 25.....+ 70 °C
- Su peso es de 605 gramos.

La siguiente figura muestra un interruptor de posición tipo XC2-J

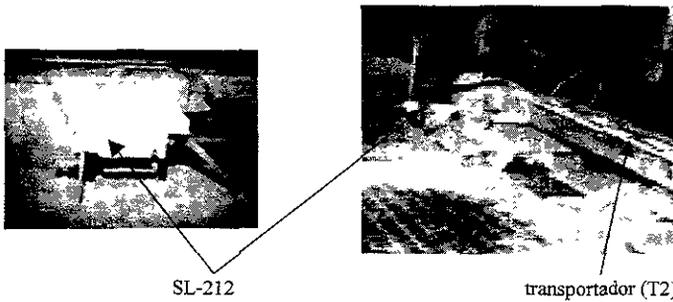


2.3. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN TIPO XC2-J (SWITCH LIMIT - 212).

Ubicado a dos (2) metros antes de llegar a la Estación de Levante, se encuentra situado el interruptor de posición (SL-212). Ver figura (4).

Figura(4).

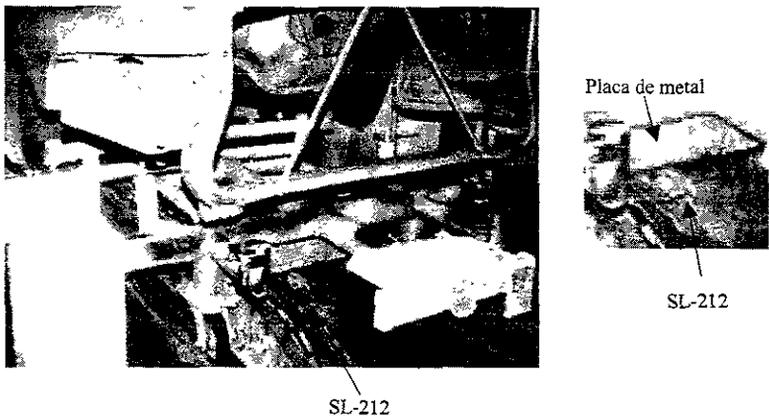
Interruptor de posición XC2-J.



En la parte inferior del dolly, por medio de una placa de metal, ésta hace girar la varilla rígida, la cual a su vez acciona los contactos integrados del interruptor de posición. Ver figura (5).

Figura (5).

Interruptor de posición XC2-J (SL -212) al instante de ser accionado por el dolly.



Dicho dispositivo a través de su mecanismo electromagnético, envía la señal al PLC-5, el cual realiza las dos funciones siguientes:

1. Detener el transportador de unidades (T-2), en caso de que el elevador DL1 no se encuentre en su posición inferior ó por estar ocupada la línea, ya que de no hacerlo, la carrocería chocaría con otra ó caería ésta hacia una fosa, la cual sirve para acumular los residuos de agua que escurren de las mismas. Ver figura(6).
2. Activar a los dispositivos, *bloqueador y empujador*.

Este interruptor de posición cuenta con un número de dirección asignado, el cual es usado por el PLC-5.

Figura(6)

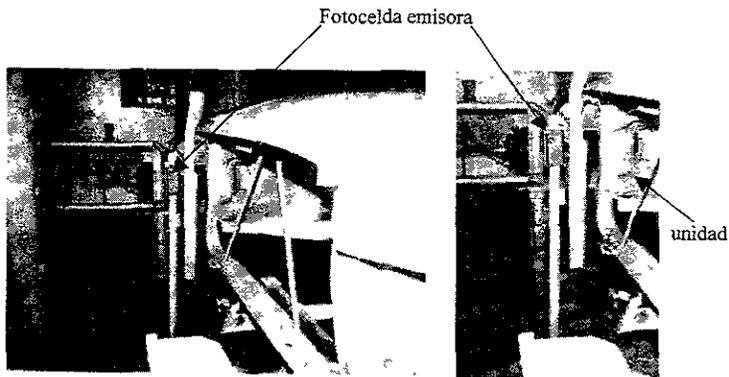
Unidad y dolly detenidos. dado que no se encuentra en su posición inicial ó inferior la Estación de Levante.



2.3.1. SISTEMA DE FOTOCELIDAS

En la parte inicial de la Estación de Levante, se cuenta con un sistema de fotoceldas de identificación; es de señalar que dicho sistema de seguridad se instaló en caso de falla en el interruptor de posición XC2-J (SL-212) ó de que el elevador de unidades DL1 no se encuentre en su posición inferior (SL-240), ya que si una carrocería interrumpe el rayo de la fotocelda, su tarea será la de enviar una señal al PLC-5 de que una unidad está entrando al área del elevador de ascenso (DL1) y que por lo tanto debe parar el transportador (T2) por continuar funcionando anormalmente y así evitar la caída de las unidades (hacia la fosa antes mencionada).

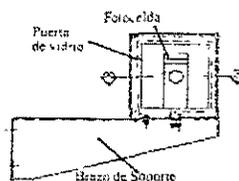
La siguiente figura, muestra el sistema de fotoceldas instalado en la parte inicial de la Estación de Levante.



El sistema de fotoceldas cuenta con los siguientes componentes:

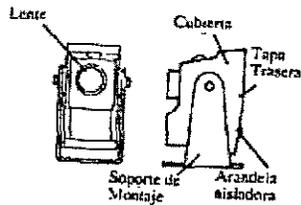
- Cajas de montaje , la cual protegen a las fotoceldas de pintura, solvente y de quedar desajustadas a causa de golpes.

La siguiente figura muestra como se encuentra montada una fotocelda.



- Fococelda emisora. ésta se encarga de enviar un rayo infrarrojo a la fococelda receptora; el rango máximo de alcance es de 10 mts
- Fococelda receptora: ésta acepta solamente la frecuencia de la luz enviada por el emisor. El receptor es simplemente un fototransistor sensor de luz. El receptor rechaza cualquier otra señal de luz con frecuencia diferente.
- Módulo de control. Tiene la función de suministrar tanto al emisor como al receptor el voltaje para su operación (el voltaje de alimentación es de 10 volts. CD); el módulo de control cuenta con una fuente de alimentación, un receptor de la señal y un dispositivo de interrupción. El receptor de la señal cuenta con un LED que indica cuando se ha recibido la señal y el dispositivo de interrupción tiene la labor de indicar al PLC-5 que el rayo infrarrojo a sido interrumpido.

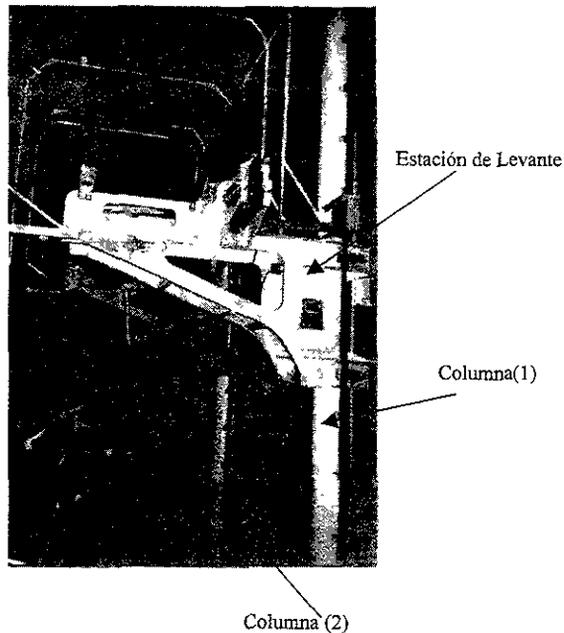
La siguiente figura muestra cómo es una fococelda.



El sistema de fococeldas cuenta con un número de dirección asignado, el cual es utilizado por el PLC-5.

**2.3.2. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J
(Switch Limit - 240) → DL1 EN POSICIÓN INFERIOR.**

El SL-240, se ubica en la parte inferior de la columna (1); las columnas (1) y (2) como se muestra en la siguiente figura, permiten que la plataforma de levante pueda deslizarse ya sea para realizar el proceso de subir o bajar.



Al momento de localizarse el elevador de unidades DL1 en la zona inferior, mantiene accionado al interruptor de posición (SL-240) el cual emite una señal al PLC-5 indicándole que el DL1 se encuentra en tal posición y por consiguiente puede continuar la secuencia de recorrido del dolly con dirección hacia la Estación de Levante.

2.4. EMPUJADOR (AF-2).

El empujador AF-2 es llamado así a un mecanismo compuesto por un cilindro neumático serie A5 -cubierto dentro de un riel- con una carrera de aproximadamente 1.50 mts. -ver figura (7A)- y un dispositivo anexo a su pistón con el cual empuja al dolly, mismos que se localizan en un costado al final del túnel de fosfato así como del propio transportador (T2). Ver figuras (7B) y (7C).

El dispositivo llamado empujador AF-2 comienza con su operación en el momento que el dolly acciona el interruptor de posición XCK-J (SL-212).

Figura (7A).

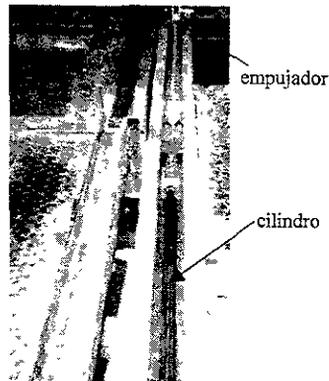
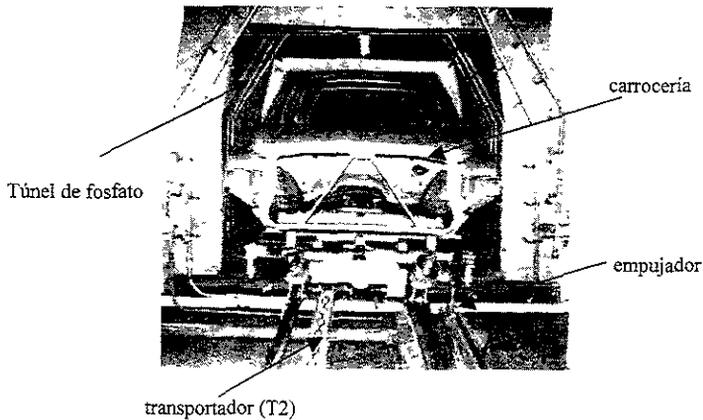
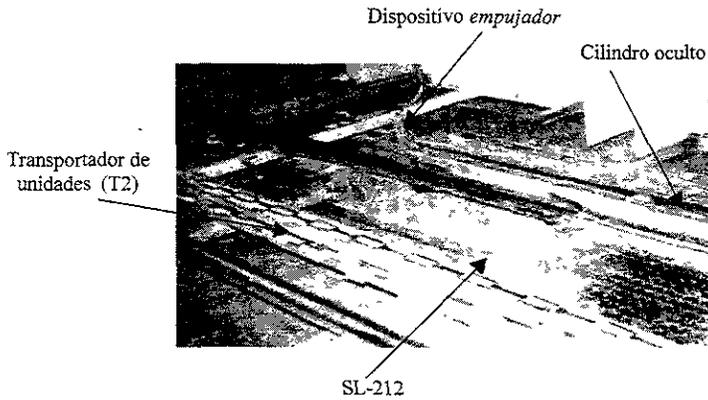


Figura (7B).



Figura(7C).



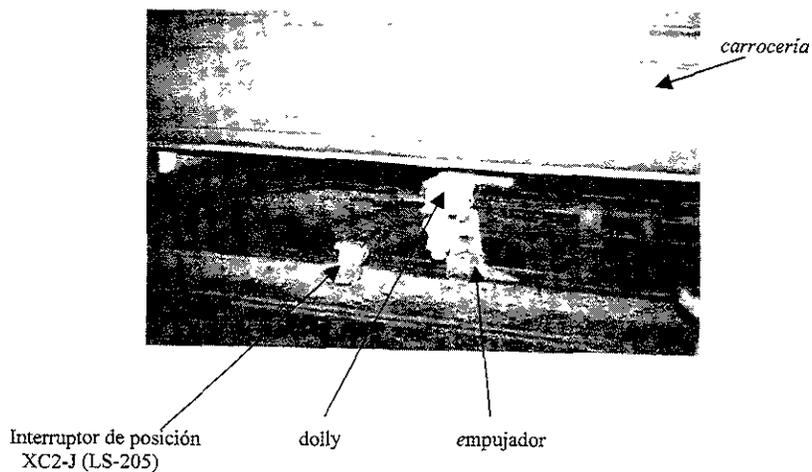
Dicho cilindro electroneumático, opera a través de cierta presión suministrada por su propio sistema F.R.L y válvulas solenoides -figura (8)-.

Figura(8).



y con ello, a su vez, acciona el pistón del cilindro *arrastrando al dolly* -figura (9)-,

Figura(9).



hasta situarlo (dolly) dentro de la parte inicial de la Estación de Levante (figura 10), esperando a que opere el transportador auxiliar para que la unidad sea introducida en su totalidad y esté lista para ascender.

Figura (10).



- Unidad situada en la parte inicial de la estación de Levante

2.4.1. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XC2-J (SWITCH LIMIT-205).

Al llegar al final de su carrera (pistón), el empujador, acciona el interruptor de posición XC2-J (SL-205). Figuras (11A) y (11B).

La tarea de dicho interruptor, a través de su mecanismo electromecánico, es la de enviar una señal al PLC-5 indicándole que el dolly se encuentra en esa área (dentro) y que del mismo modo mande activar al transportador auxiliar que se localiza en la estación de ascenso DL1 (estación de levante) para que ese mismo mecanismo se encargue de introducir en su totalidad al dolly, colocándolo en la posición correcta para subir.

El interruptor de posición (SL-205) cuenta con un número de dirección asignado, el cual es utilizado por el PLC-5

Figura (11A). Vista frontal

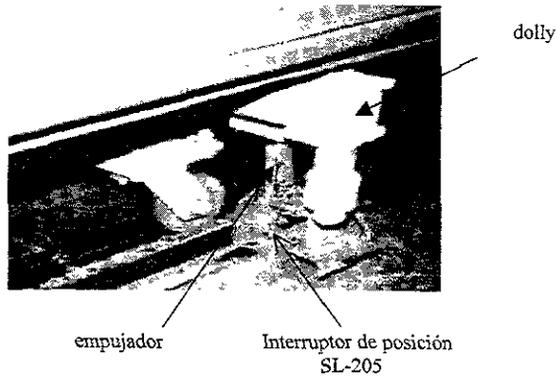


Figura (11B). Vista dorsal



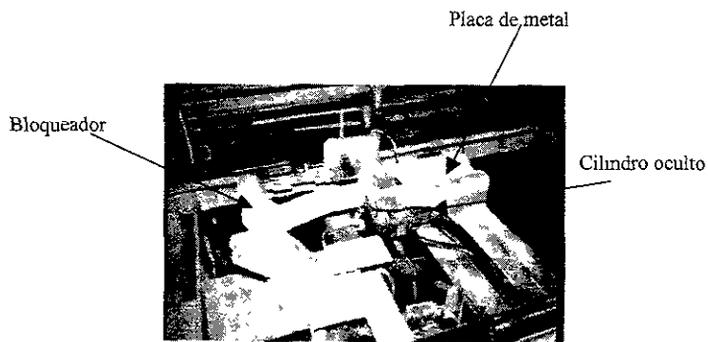
2.5. BLOQUEADOR AF-3

El mecanismo llamado bloqueador AF-3 se acciona en el instante que el dolly mueve el interruptor de posición XCK-J (SL-212) cuando se lo encuentra a su paso, como se analizó en el capítulo (2.4).

El bloqueador AF-3 es un aparato de seguridad colocado dentro de la Estación de Levante, el cual está conformado por un cilindro neumático serie A5 -protegido por una placa de metal- con una carrera de aproximadamente 15 cm. y un dispositivo instalado a su pistón con el cual evita que el dolly se pase de su posición establecida -figura (12)-.

Figura(12)

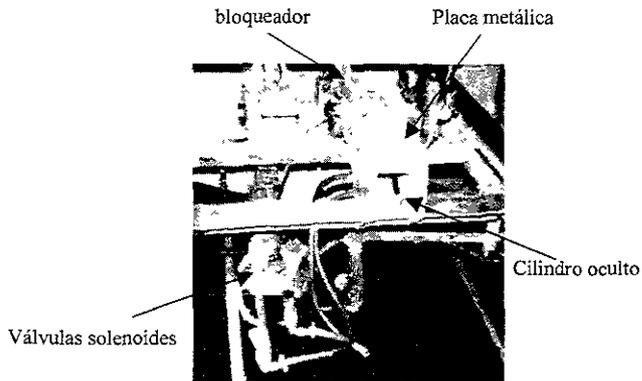
La siguiente figura muestra al mecanismo conocido como *bloqueador*



Dicho cilindro electropneumático, opera a través de cierta presión suministrada por su propio sistema F.R.L y válvulas solenoides. Ver figura (13).

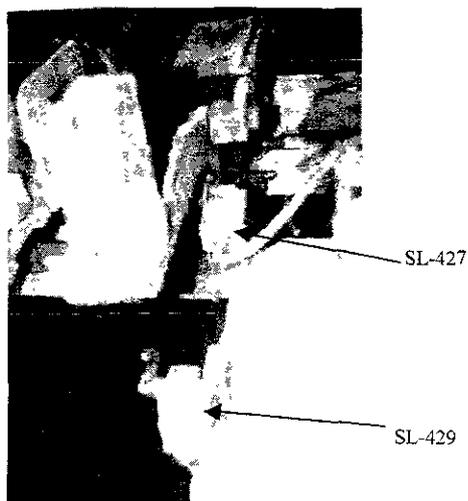
Figura (13).

Ilustración del sistema de válvulas solenoides que alimenta y controla al *bloqueador*.



Dentro de la operación del bloqueador intervienen dos interruptores de posición, los cuales nos indican el estado que guarda dicho dispositivo:

- Bloqueador AF-3 - bloqueando interruptor de posición XC2-J (SL-427)
- Bloqueador AF-3 - desbloqueando interruptor de posición XC2-J (SL-429)



**2.6.1. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J
(Switch Limit - 427) BLOQUEADOR-BLOQUEANDO.**

Estando la estación de ascenso de unidades (DL1) en posición baja o inferior, es cuando el bloqueador sólo se puede mover ó trasladarse a la posición bloqueador-bloqueando, en ese momento acciona al SL-427 indicándole al PLC-5 que el bloqueador está en dicho estado y que por lo tanto el dolly puede continuar con su avance hacia la plataforma de ascenso.

La figura (A) muestra al bloqueador en posición *bloqueando*; en la figura (B) se observa al SL-427 desactivado.

Figura (A)



bloqueador - bloqueando SL-427 accionado

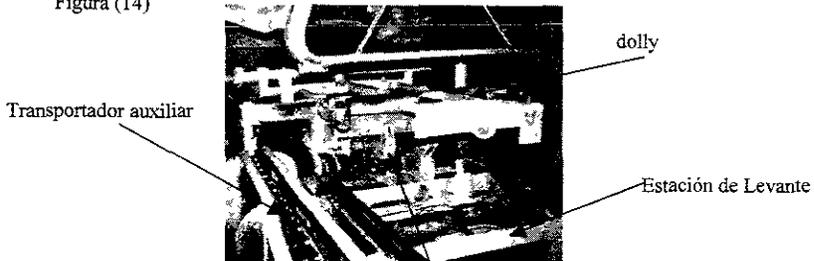
Figura (B)



bloqueador SL-427 desactivado

La siguiente figura muestra el dolly dentro del DL1 en su posición final (unidad lista para subir) con el bloqueador en *posición superior* ó *bloqueador-bloqueando*. Figura (14).

Figura (14)



Transportador auxiliar

dolly

Estación de Levante

Bloqueador - bloqueando.

El interruptor de posición (SL-427) cuenta con un número de dirección asignado, el cual es utilizado por el PLC-5.

2.6.2. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (Switch Limit - 429) BLOQUEADOR-DESBLOQUEANDO.

Cuando la Estación de Levante esta en *posición superior*, el bloqueador se libera -regresa a su estado inicial- acciona en ese instante al SL-429, el cual emite la señal al PLC-5 de que ya está en posición desbloqueando, y que por consiguiente el dolly puede salir del DL1.

La figuras (15) ilustra al SL-429 habilitado, así como al *bloqueador-bloqueando*; la figura (15') muestra al DL1 en posición superior, y con él bloqueador-desbloqueando, para que el dolly inicie con su recorrido de salida.

Figura (15).

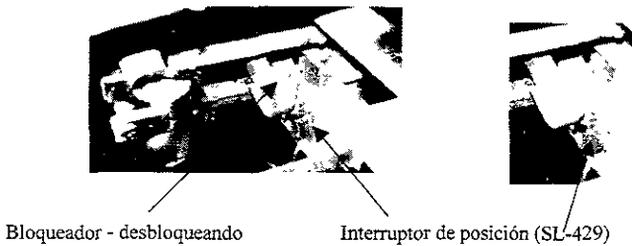
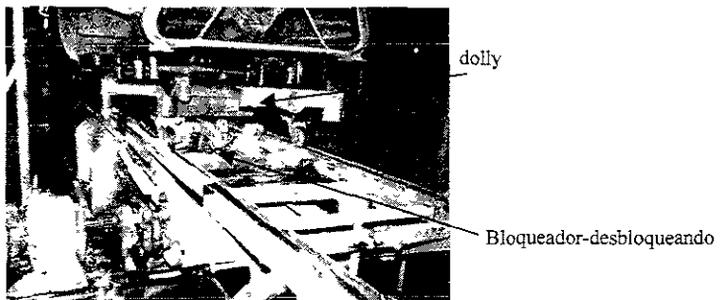


Figura (15').



El SL-429 mantiene activada una señal en el PLC-5, con la que cuenta con un número de dirección asignada.

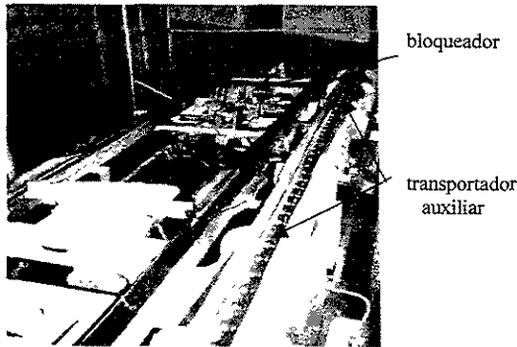
2.7. TRANSPORTADOR AUXILIAR.

El transportador auxiliar forma parte de la Estación de Levante, el cual, se encuentra instalado en un costado de dicho elevador de ascenso. Observar figura (16).

El interruptor de posición XC2-J (SL-205) - accionado por el empujador AF-2 - es el que se encarga de enviar la señal correspondiente para que el transportador auxiliar comience con su operación.

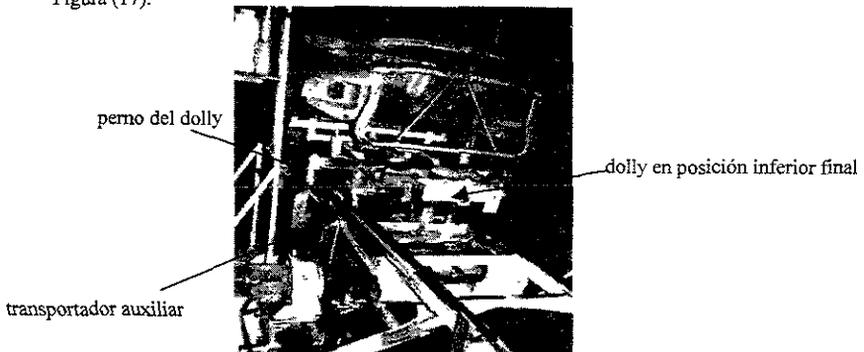
Figura (16).

Esta figura ilustra al elevador de carrocerías (DL1).



La parte inferior del dolly, cuenta con unos pernos, los cuales sirven para que la cadena del transportador termine de arrastrarlo ó empujarlo, hasta ubicarlo dentro del DL1 y de esta manera situarlo en su posición final y quedar listo para iniciar el proceso de elevación. Ver figura (17).

Figura (17).



2.7.1. PARTES MECÁNICAS POR LAS QUE ESTA FORMADO EL TRANSPORTADOR AUXILIAR.

El transportador auxiliar está formado por una cadena, la cual está compuesta por eslabones, placas, "sapos" (término mecánico), pernos, y chavetas (para poder sujetar los anteriores componentes), así como también de su respectivas unidades: motriz y tensora (ajuste de cadena).

La figura (18) muestra la cadena (con sus componentes) que arrastra al dolly dentro del DL1; la figura (18') ilustra al riel por donde gira la cadena.

Figura (18)

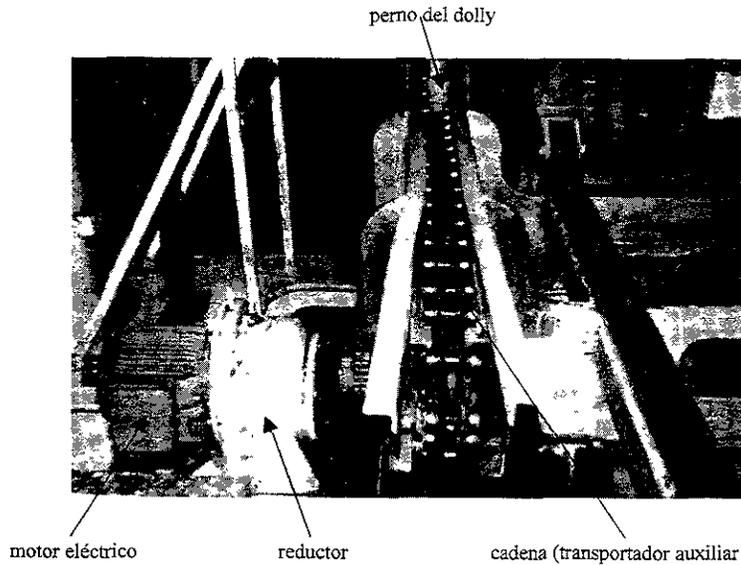


Figura (18').

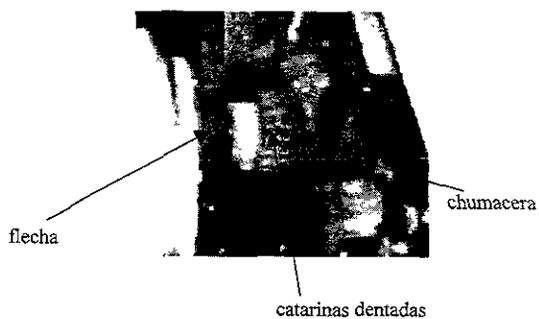
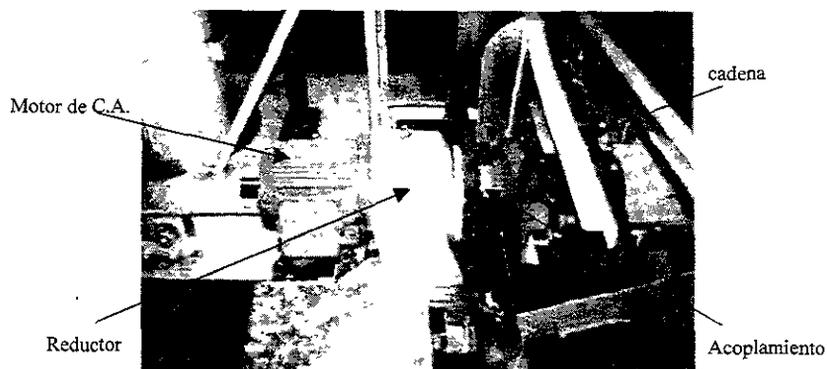


Unidad motriz.

El giro de dicha cadena (transportador auxiliar) se logra a través de su propia unidad motriz la cual consta de los dos siguientes equipos:

- Un motor eléctrico trifásico de Corriente Alterna de 1 H.P conectado a 440 Volts, de 1740 R.P.M.
- Un reductor de 38 R.M.P. de salida.

Para el funcionamiento de estos equipos es necesario que el motor y el reductor tengan un acoplamiento el cual se obtiene por medio de unas catarinas dentadas, flecha y chumaceras. Observar figuras siguientes.



Unidad tensora.

Las partes mecánicas que integran dicha unidad y que respectivamente nos permite tensar y destensar la cadena de acuerdo a las condiciones requeridas, son las siguientes: catarina, flecha, chumaceras y vástagos tensores.

La figura (19) ilustra tanto la cadena como a los vástagos tensores; la figura (19') esquemmatiza el complemento de la unidad tensora.

Figura (18).

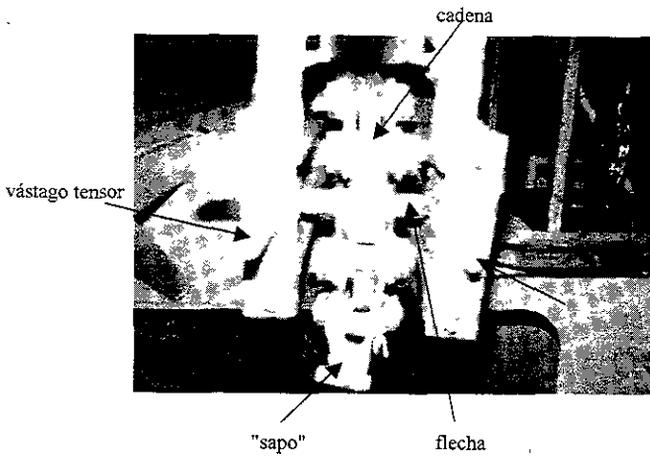
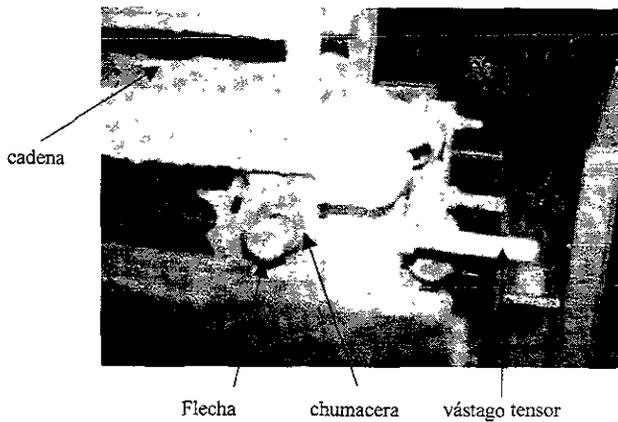


Figura (19')



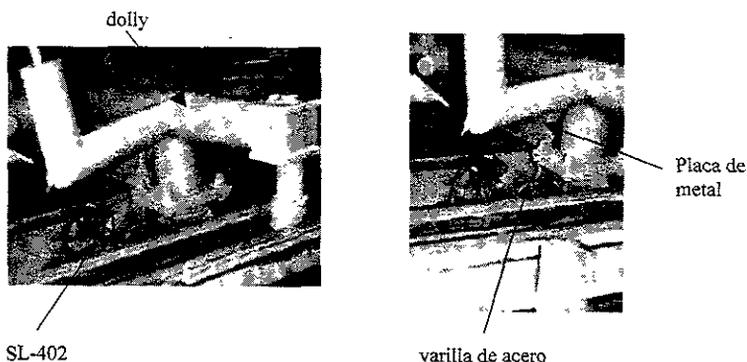
2.8. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICION XCK-J (Switch Limit - 402).

El interruptor de posición XCK-J (Switch Limit - 402) se encuentra ubicado dentro de la Estación de Levante al final del recorrido del dolly.

En la parte inferior del dolly por medio de una placa de metal, se hace girar una varilla de acero, la cual a su vez acciona los contactos integrados del interruptor de posición, mandando la indicación al PLC-5 que se encuentra en posición final y que por lo tanto la plataforma puede comenzar a subir. Ver figura (18).

Figura (18).

La siguiente figura muestra como la placa de metal instalada en el dolly hace girar la varilla de acero que a su vez acciona al SL-402.



La tarea de tal microswitch es la de emitir una señal al PLC-5 para que éste mande la señal correspondiente a las bobinas del arrancador y de la balata, para que con ello haga funcionar el *motor eléctrico* y libere el disco del *freno (balata) electromagnético* y así poder iniciar el proceso de elevación de la plataforma.

Es de mencionar que el elevador de unidades inicia su operación dos (2) segundos después de que se activa dicho interruptor de posición, llevándose a cabo esta operación por medio de un relevador de tiempo; dicho relevador de tiempo programado es para esperar a que el SL-402 regrese a su posición inicial.

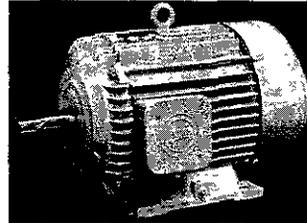
El interruptor de posición (SL-402) y el relevador de tiempo cuentan con su propia dirección asignada, la cual es utilizada por el PLC-5.

2.8.1. EQUIPOS QUE INTERVIENEN PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE LEVANTE.

Las características de los equipos que permiten el funcionamiento de la Estación de Levante para que se pueda realizar el proceso de subir así como de bajar, son los siguientes:

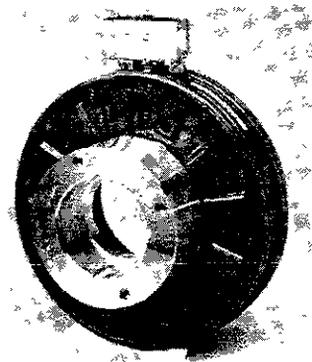
• **Motor eléctrico.**

- Motor trifásico de C.A.
- 15 caballos de fuerza (H.P.).
- Conectado a 440 volts.
- 1740 revoluciones por minuto (R.P.M.).



• **Freno electromagnético.**

- Marca WARNER ELECTRIC.
- Tipo ER-825
- Opera de 50 a 90 volts. de C.D.
- Soporta hasta 3600 R.P.M..
- Su peso total es de 7.076 Kg. (15.6 lbs).



• **Reductor.**

- Marca FALK.
- Soporta hasta 15 caballos de fuerza (H.P.).
- 870 revoluciones por minuto (R.P.M.) de salida.

A continuación se describe las condiciones mecánicas para lograr la operación de los equipos antes mencionados.

Primeramente es necesario tener el acoplamiento del motor eléctrico, a través de un par de coples dentados con su respectiva cadena que los une; dos chumaceras, una flecha, una polea, así como de sus correspondientes bandas.

La figura (18-A) muestra la primera parte del acoplamiento, entre el motor eléctrico y el freno electromagnético; la figura (18-B) ilustra la parte final del acoplamiento de dichos equipos.

Figura (18-A).

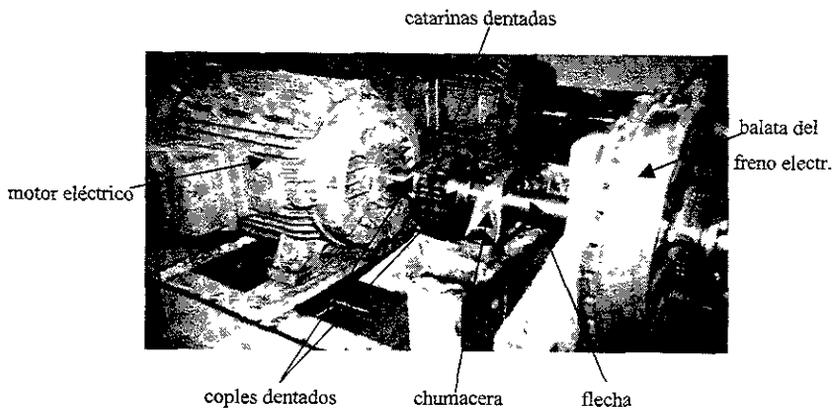
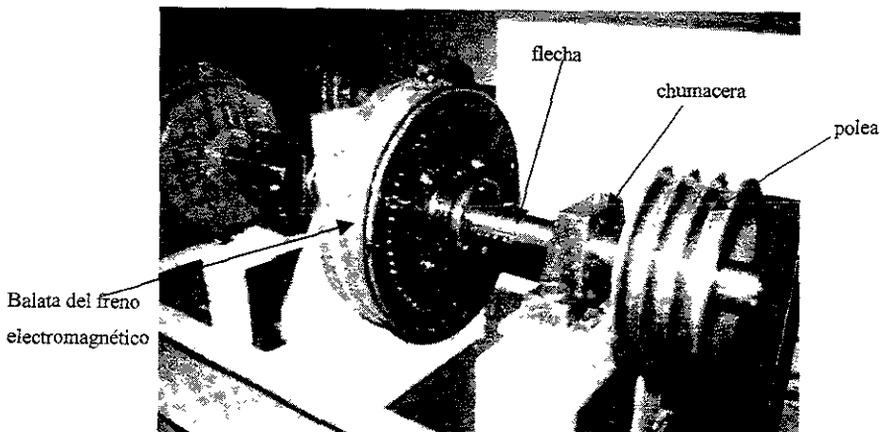
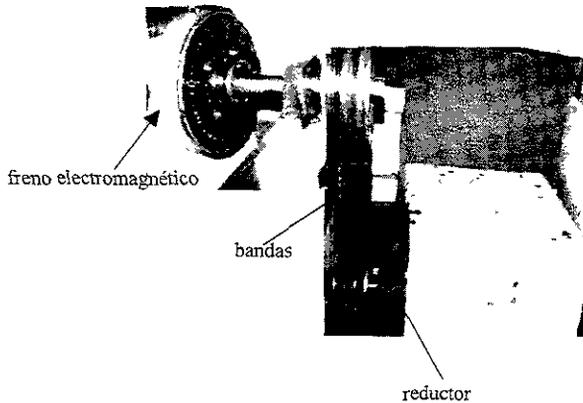


Figura (18-B).



Para la operación del reductor, se requiere que las bandas que se instalan en la polea del freno electromagnético, se unan a la polea de dicho equipo.

La siguiente figura muestra la unión del freno electromagnético con el reductor a través de sus respectivas bandas.



Los equipos y acoplamientos mencionados anteriormente, aunado a las cadenas y a otra(s), flecha, chumaceras, y catarinas, son las que terminan de conformar la unidad motriz a su vez, nos dan la condición de poder realizar finalmente el proceso de subir y bajar la Estación de Levante.

La figura que a continuación se muestra, esquematiza la unidad motriz de la Estación de Levante.



2.9. ESTACIÓN DE LEVANTE EN POSICIÓN INTERMEDIA.

Dentro de esta etapa denominada posición intermedia en la que se localiza el elevador de unidades, interactúan los siguientes interruptores de posición.

- Interruptor de posición XCK-J (SL - 238) Estación DL1 en Posición Intermedia Subiendo.
- Interruptor de posición XCK-J (SL - 234) Estación DL1 en Zona Superior.
- Interruptor de posición XCK-J (SL - 231) Estación DL1 en Posición Superior
- Interruptor de posición XCK-J (SL - 236) Estación DL1 en Posición Intermedia Bajando.
- Interruptor de posición XCK-J (SL - 240) Estación DL1 en Posición Inferior.
- Interruptores de posición XCK-J (SL-314, SL-315) D L1 Sobrecarrera.
- Interruptores de posición XCK-J (SL-319, SL-320) D L1, Cadena Rota.

Nota el interruptor de posición XCK-J (SL - 240) fue analizado en el capítulo 2.4.2

2.9.1 SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL - 238) Estación DL1 en Posición Intermedia Subiendo.

El SL - 238 esta situado en la columna (1) a unos 2.50 mts. de la zona inferior.

Al activar el elevador de carrocerías a este interruptor, enviará la señal correspondiente al PLC-5 de que está en *Posición Intermedia Subiendo* y que además deberá de seguir su funcionamiento dependiendo de las siguientes dos condiciones:

1. Si en el tablero de control de la Estación de Levante, el selector de velocidades se encuentra en posición *lenta*, entonces el motor y por consiguiente el elevador seguirán operando en su condición normal.
2. Si el selector de velocidad está posicionado en velocidad alta, entonces el motor hará el cambio respectivo para funcionar de dicha forma.

2.9.2. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL - 234) Estación DL1 en Zona Superior.

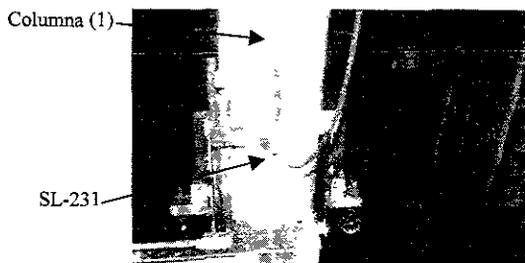
El SL - 234 esta localizado en la misma columna (1) con una separación hacia arriba del interruptor (SL-238) de alrededor de 2.50 mts

Al accionar la plataforma de unidades este microswitch, emitirá la señal respectiva al PLC-5 de que está en Zona Superior y que continuará con su funcionamiento dependiendo de las siguientes dos condiciones:

1. Si en el tablero de control de la Estación de Levante, se encuentra el selector de velocidad en alta, entonces tanto el motor como el elevador cambiarán su operación a su velocidad normal.
2. Si el selector de velocidades se localiza en velocidad *lenta*, entonces, el motor y elevador seguirán desempeñándose en su condición normal.

2.9.3 SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL - 231) ESTACIÓN DL1 EN POSICIÓN SUPERIOR.

El SL-231 se ubica en la parte final del recorrido que realiza la Estación de Levante sobre la columna (1), aproximadamente a 2.50 mts. del interruptor (SL-234). Ver figura siguiente.



Este microswitch, tiene la tarea de transmitir al PLC-5, para que envíe la señal respectiva de interrumpir el funcionamiento del motor eléctrico así como de cerrar la balata del freno

electromagnético, para detener al elevador DL1 por encontrarse en *Posición Superior* (recorrido final).

De la misma manera, en ese mismo instante activa los siguientes mecanismos:

- El **bloqueador (AF-3)** toma la posición de *desbloquear* el dolly,
- Los pernos de las **guías** se colocan en la posición de: meter, asegurando la plataforma.
- El **transportador auxiliar** inicia su operación para sacar al dolly (junto con la unidad) de la Estación de Levante

2.9.4. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL - 236) → ESTACIÓN DL1 EN POSICIÓN INTERMEDIA BAJANDO.

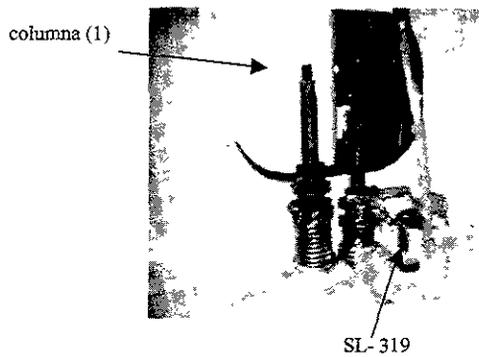
Al realizar el proceso de descenso la plataforma de levante, se topa a su paso con el SL-236, el cual tiene solamente la finalidad de mandar la señal al PLC-5 advirtiendo de que el elevador esta bajando y que se localiza en el área de *Posición Intermedia Bajando*, es decir, entre los interruptores SL-234 y SL-231.

2.9.5. SECUENCIA DE OPERACIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN XCK-J (SL-314, SL-315) → DL1 Sobrecarrera.

Ambos interruptores de posición se ubican en las partes inferiores de las columnas (1) y (2); éstos tienen el propósito únicamente de brindar un sistema de protección, por lo que impedirán el funcionamiento del motor eléctrico así como del freno electromagnético, esto en razón de que al momento de descender la Estación de Levante, ésta, por falla en algún dispositivo ya sea mecánico u eléctrico se llegue a pasar (*Sobrecarrera*) de su posición prediseñada.

2.9.6. SECUENCIA DE OPERACIÓN DE LOS INTERRUPTORES DE POSICIÓN XCK-J (SL-319, SL-320) → DL1, Cadena Rota.

Dichos mecanismos de igual forma se localizan en las partes inferiores (debajo de los SL-314,315) de las columnas (1) y (2). La misión de estos dispositivos es tan solo la de otorgar también una protección extra de seguridad, ya que interrumpirán tanto la operación del motor eléctrico como del freno electromagnético, al instante de que la cadena (que hace elevar y descender a la plataforma de carrocerías) se llegue a reventar.



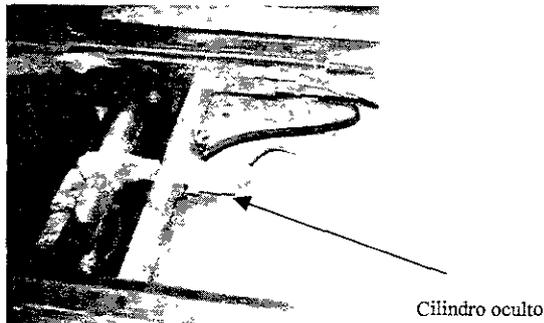
2.10. ALINEADOR DE GUIAS.

El mecanismo que a continuación analizaremos, inicia su accionar al momento que el DL1 hace mover al SL-231.

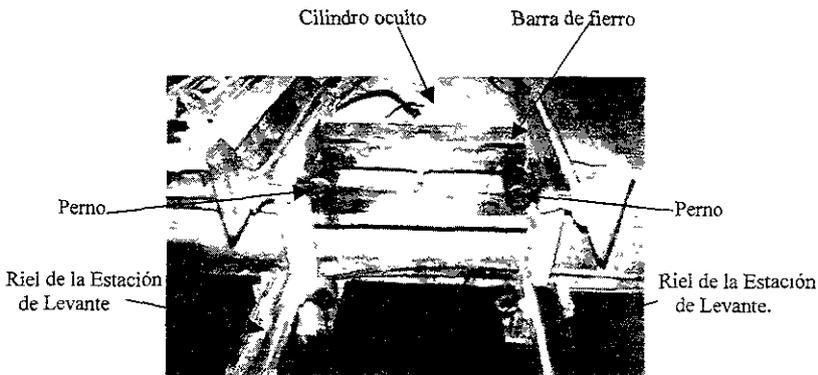
El *alineador de guías* es un dispositivo ubicado en la planta alta del recorrido de la Estación de Levante, el cual está conformado por un cilindro neumático serie A5 (protegido por un cuerpo metálico) con una carrera de alrededor de 25 cm.

Este cilindro electroneumático, opera a través de cierta presión suministrada por su propio sistema F.R.L así como de sus válvulas solenoides

La siguiente figura muestra al cilindro oculto así como la carrera que realiza.

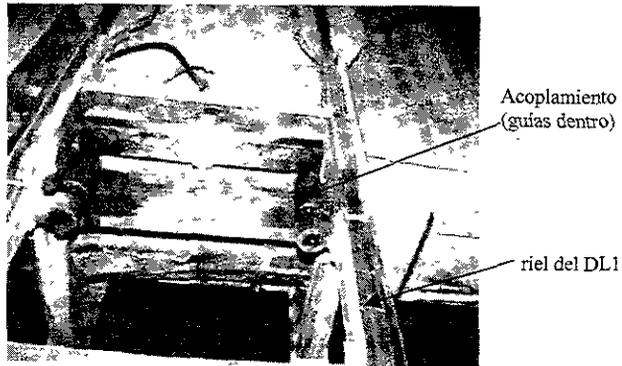


Además, en su pistón se encuentra anexada una barra de hierro, en donde se tiene instalado un perno en cada extremo de dicha barra. La siguiente figura muestra al alineador de guías en posición *fuera*, esperando a que la Estación de Levante active al SL-231, para así realizar el acoplamiento correspondiente.



Dichos pernos son los que permiten el acoplamiento con la plataforma, pero solamente cuando ésta se localiza en posición superior, asegurándose la misma y así permitir la salida del Dolly sin correr el riesgo de que por cualquier circunstancia o motivo el elevador se baje de su posición final.

La siguiente figura muestra el acoplamiento de los pernos con el elevador de unidades.



2.11. SECUENCIA DE OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE POSICIÓN XC2-J (SL-504 → GUIAS DENTRO y GUIAS FUERA).

El SL-504 se sitúa en la parte donde realiza el funcionamiento el alineador de guías.

Una de las condiciones para que la Estación de Levante pueda realizar su proceso tanto de ascenso y descenso, es que dicho SL-504 envíe una señal al PLC-5 de que se encuentra liberado (desactivado), es decir, que el alineador de guías esté en posición de *fuera* (guías fuera)

La figura (A) ilustra al *alineador de guías* en posición de *fuera* así como al SL-504; la figura (B) esquematiza a la Estación de Levante en su recorrido hacia la planta alta, por cumplirse la condición antes mencionada.

Figura (A)

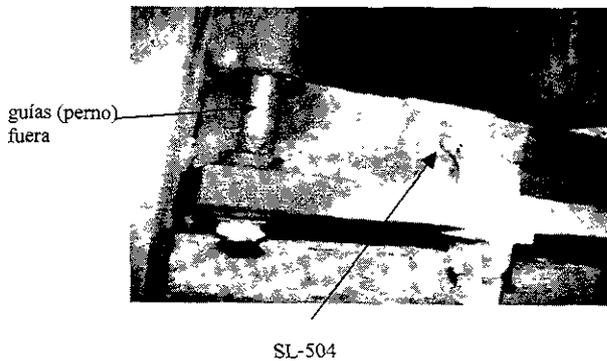
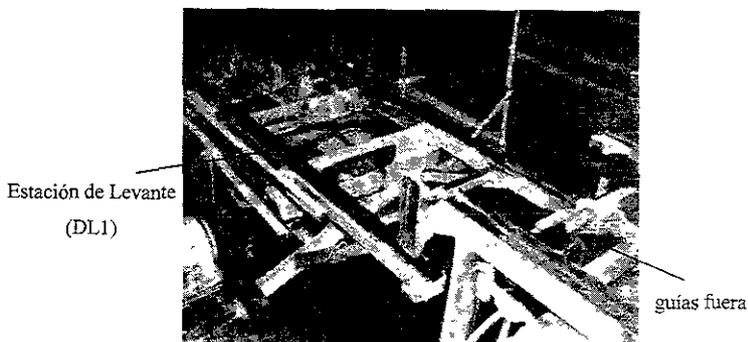


Figura (B)



Al realizar el *alineador de guías* su procedimiento de avance (pistón), mueve al SL-504, emitiendo una señal al PLC-5 de que los pernos se han acoplado a la plataforma de levante, por lo que han tomado la posición de *meter* (guías dentro) así que el dolly puede salir de dicho elevador.

La figura (A') esquematiza el concepto de *guías dentro*; la figura (B') muestra al elevador de carrocerías (DL1) acoplado con el alineador de guías, así como al dolly listo para iniciar con su proceso de salida.

Figura (A')

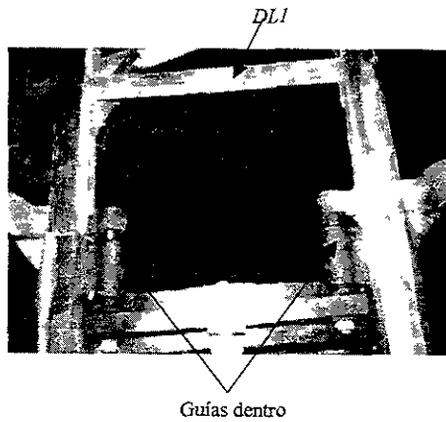
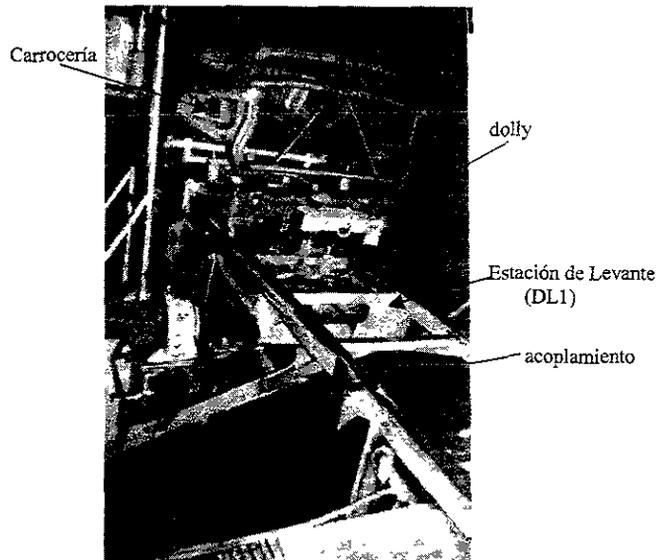


Figura (B')



2.12. SECUENCIA DE SALIDA DEL DOLLY Y UNIDAD.

Para poder iniciar con la fase de salida del dolly -como se había mencionado- es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- el bloqueado tome la posición de desbloqueando, y
- el alineador de guías esté acoplado con La Estación de Levante.

Una vez hecho esto, el transportador auxiliar comienza con su operación, arrastrando el dolly hasta sacarlo completamente de la Estación de Levante

La figura (1) muestra que la unidad está lista para salir; en la figura (2) se observa el inicio de la secuencia de salida del dolly del DL1.

Figura (1).

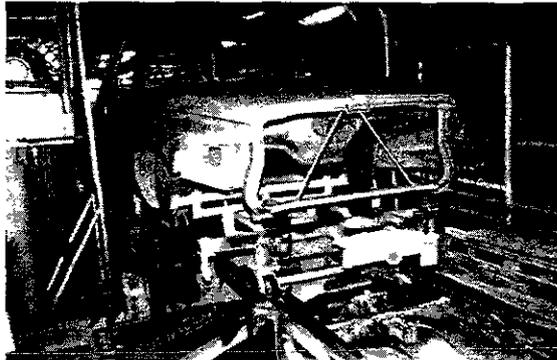


Figura (2)



2.13. INTERRUPTOR DE POSICIÓN XCK-J (SL-538) → Bajar Estación de Levante (DL1).

Al terminar de salir en su totalidad el dolly y la carrocería del DL1, se encuentra en su recorrido al interruptor de posición (SL-538). Ver figura (19).

Figura(19).

Interruptor de posición XCK-J (SL-538)



En la parte inferior del dolly, por medio de la placa de metal, ésta, hace girar una varilla de acero, la cual a su vez acciona los contactos integrados del interruptor de posición. Ver figuras (20) y (21).

Figura (20).

Vista lateral. Interruptor de posición XCK-J (S L -212) accionado.

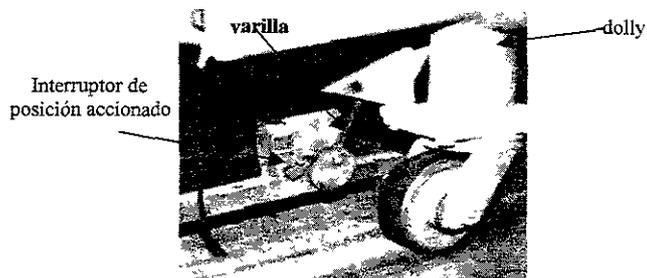
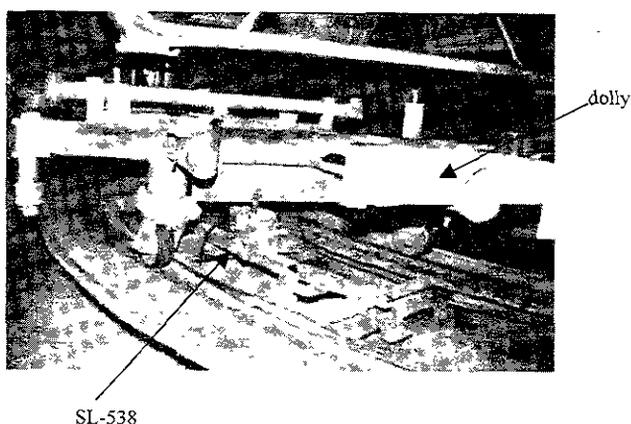


Figura (21) Vista frontal.



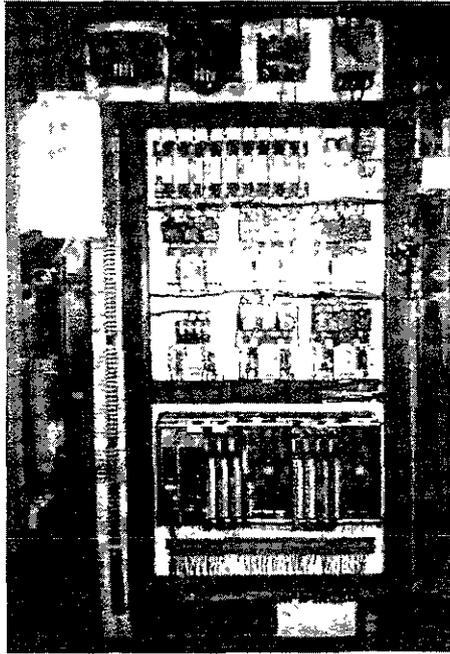
La finalidad de tal microswitch es la de emitir la señal correspondiente para que a través del PLC-5, este energice a las bobinas del arrancador y de la balata, y que con ello haga funcionar al motor eléctrico además de que también libere el disco del freno (balata) electromagnético y así poder iniciar con el proceso de descenso de la Estación de Levante.

La resolución de este segundo capítulo, descrito y complementado con fotografías, intenta dar una clarificación y exposición lo más objetivo posible de la secuencia de operación de la Estación de Levante así como las condiciones y partes del equipo sobre el cual está basado su funcionamiento, buscando de esta manera el entendimiento de esta sección desarrollada.

Con la explicación y el análisis de los capítulos primero y segundo en los que se busca la comprensión de este trabajo, ésta tercera sección delinea los cambios que se efectuaron en el diseño eléctrico original -que controlaba al DLI- al lenguaje de programación del PLC-5 (lenguaje de escalera), señalando del mismo modo las modificaciones realizadas al tablero de control una vez que se instaló e implemento el PLC-5/10.

CAPÍTULO 3

Modificación en el sistema de control de la Estación de Levante.



INTRODUCCIÓN.

La importancia de este último capítulo es él de dar una explicación lo más completa posible del cómo y del por qué de la instalación e implementación del *controlador lógico programable* que se realizó a la Estación de Levante.

Se mostrará el diseño eléctrico original del sistema de control del elevador de carrocerías, así como también la modificación que se realizó de dicho sistema al lenguaje de programación del PLC-5/10 (programación de escalera).

Se señalarán los cambios que se hicieron al tablero de control al instalar el controlador lógico programable, así como también se detallarán los controles (estaciones de botones) de las cajas de operación, las cuales permiten seleccionar la forma en que operará dicho proceso, ya sea en forma manual o automático.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL.

La descripción de la secuencia de operación que lleva la Estación de Levante (proceso industrial) al cual se le implementó el PLC-5/10, se describió lo más detallado posible en el capítulo anterior.

Es de mencionar que todo el control de operación del sistema está centralizado en un *tablero de control*, en donde éste, se encarga de emitir los voltajes y las señales requeridas para el funcionamiento del DLI.

A partir de este tablero de control se derivan un par de cajas de operación (consolas, botoneras), las cuales se encuentran instaladas tanto en la planta baja como en la planta alta, dichas botoneras permiten tener la facilidad de poder controlar a este elevador de unidades ya sea en forma manual ó automática.

En párrafos posteriores se indicarán los aparatos eléctricos que conforman al tablero de control antes y después de la implementación del PLC-5, así como también, la función que desempeñan las consolas del operador.

3.2. CONTROL ELÉCTRICO DE LA SECUENCIA DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE LEVANTE.

De acuerdo a su diseño original el control eléctrico de operación de la Estación de Levante se venía haciendo de forma cableada por medio de relevadores (relés) de control.

Enfocándonos directamente en el funcionamiento del elevador de unidades (DL1), por lo repetitivo que es este proceso, se presentaban continuas y diversas fallas en estos dispositivos eléctricos, lo que originaba que fuera más tardía la detección y la solución de las mismas, debido a estos problemas, se derivaba en constantes paros del equipo, afectando directamente a las líneas de producción. Es así que al personal que se encontraba a cargo de este tipo de instalación, se le exigía tener altos conocimientos teóricos-prácticos para poder realizarla y posteriormente mantenerla.

Los relés, son dispositivos eléctricos con partes en movimiento (contactos). Esto hace que después de cierto tiempo se les tiene que dar mantenimiento y/o reemplazar. Por otro lado se les puede considerar como una fuente potencial de falla, de tal forma que el ajuste requerido se realiza con mayor frecuencia.

Para tener un panorama más amplio de la problemática de trabajar con los relevadores, a continuación se describen las fallas más comunes que se presentan en estos elementos eléctricos.

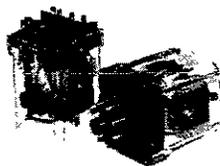
3.2.1. RELEVADORES (relés).

Los relevadores se emplean en el equipo eléctrico para desempeñar las funciones siguientes: interconectar otros circuitos, cerrar circuitos de fuerza y para protección contra sobrecargas y bajo voltaje. Se usan también con frecuencia relevadores de tiempo (timers) y los del tipo electrónico para programar la secuencia de circuitos o para sostener periodos de operación o precalentamiento en algunos aparatos.

Los relevadores necesitan recibir atención de mantenimiento periódica que incluye trabajos de ajuste y limpieza, para asegurar su trabajo correcto y su confiabilidad de operación. A los contactos se les tiene que dedicar una atención especial. Los relés abren y cierran dispositivos de contacto cuando trabajan y, si fallan, se desprenden, se pegan los contactos o se queman las bobinas, provocando en algunas ocasiones cortos circuitos.

Por lo general la causa más frecuente de falla en los relés abiertos y cerrados la constituyen los contactos sucios y, más aún, en aquellos casos en los que los relevadores reaccionan después de haber estado inactivos durante varios días y actúan interconectando circuitos de baja potencia.

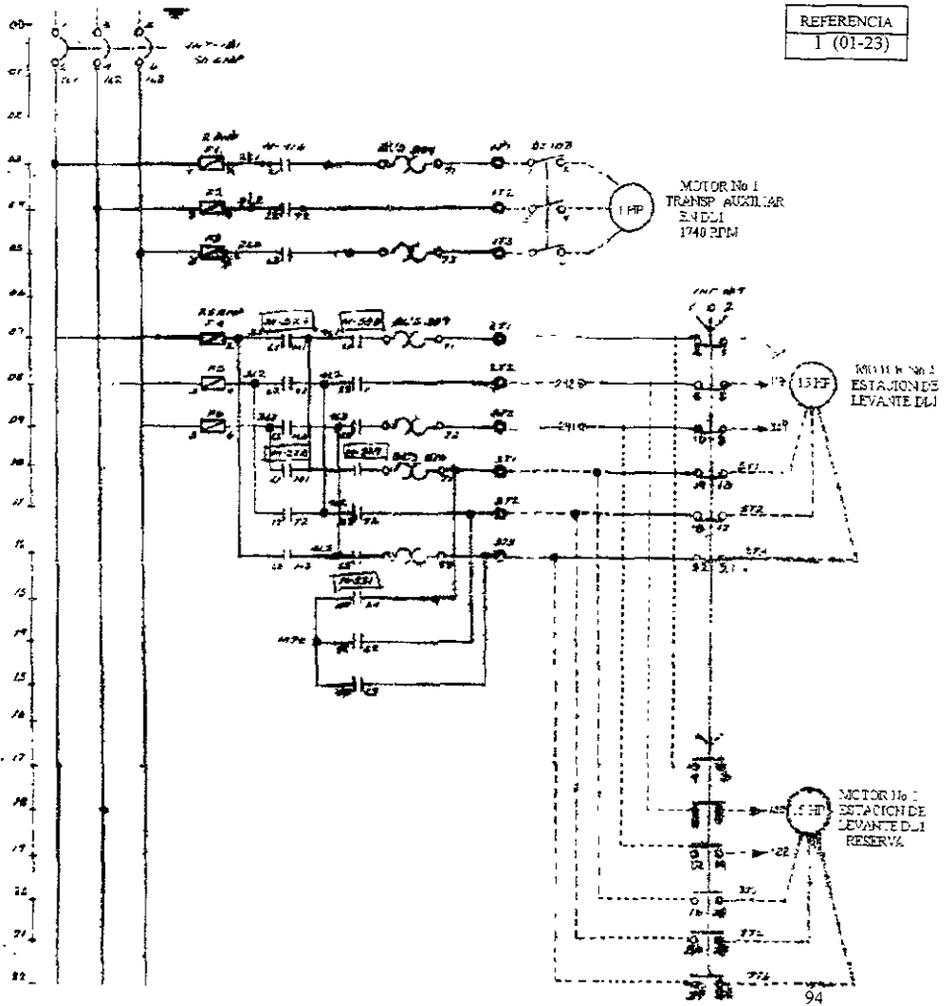
La figura siguiente muestra un tipo de relevadores industriales.



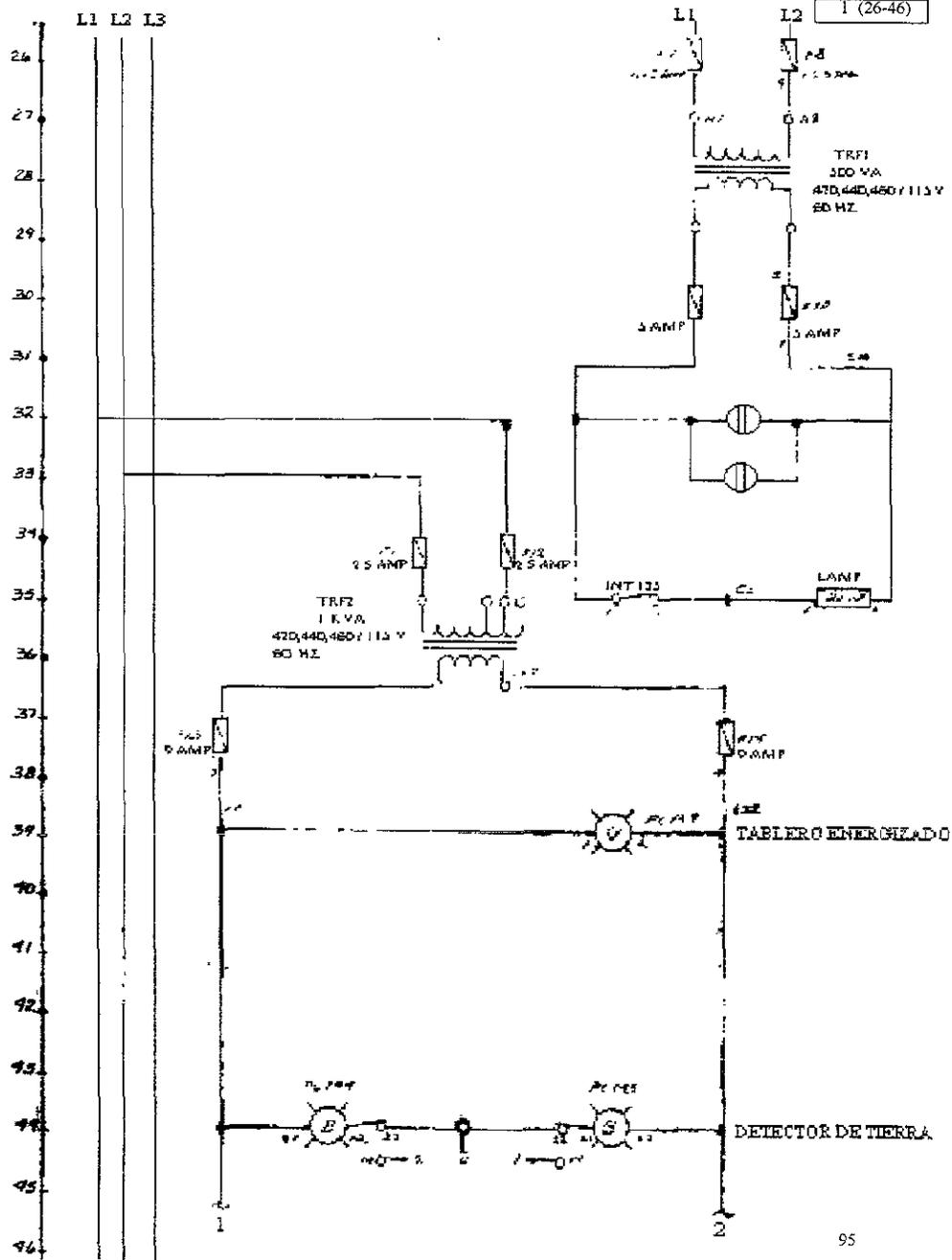
Gran parte de los problemas mencionados anteriormente fueron los que llevaron a tomar la decisión de reemplazar todo el conjunto de relevadores y cableado eléctrico por un controlador lógico programable (PLC).

3.3. DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LA ESTACIÓN DE LEVANTE.

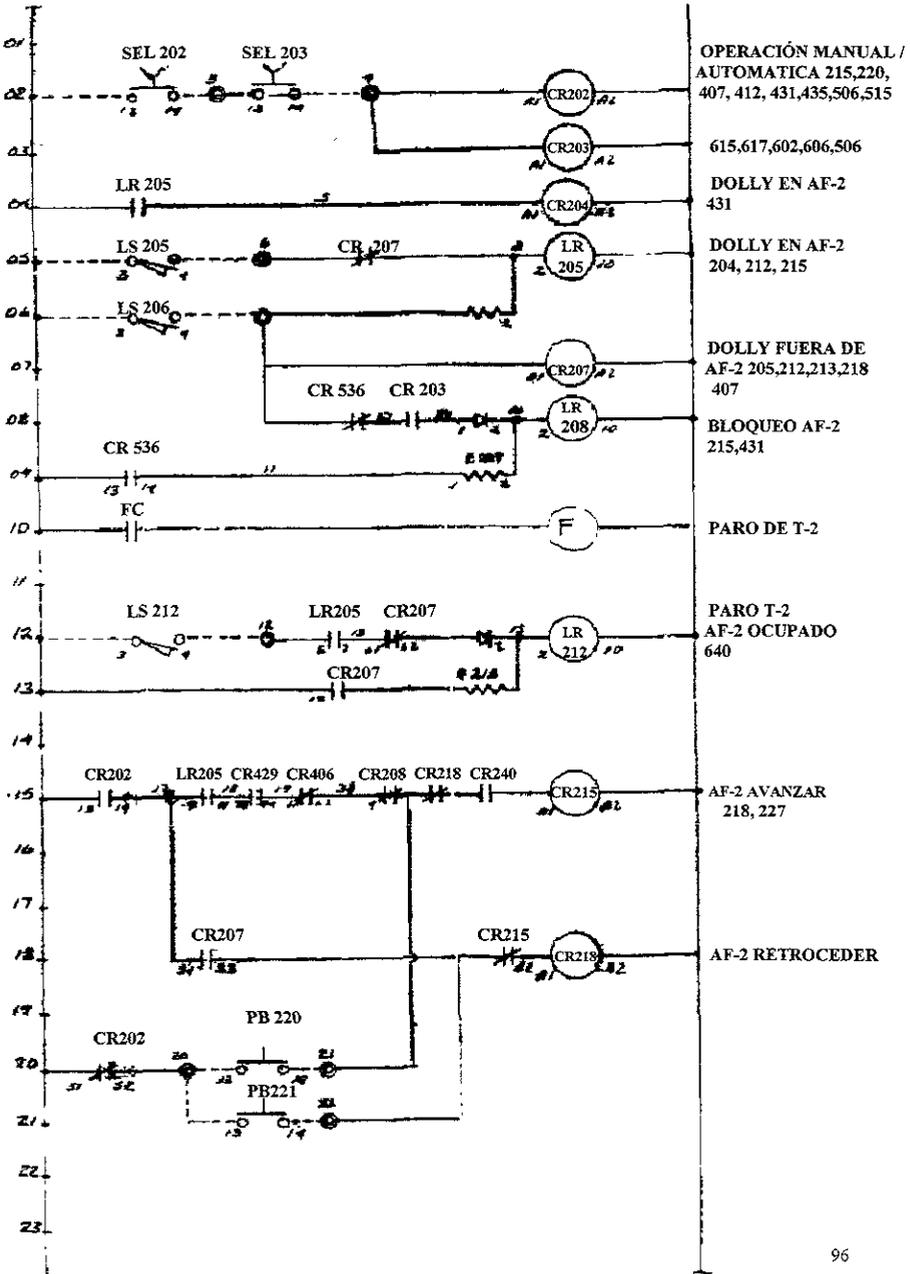
A continuación se mostrará el diagrama eléctrico de fuerza y control de la secuencia de operación que permitiría el funcionamiento del elevador de unidades (DL1). Cabe mencionar que en el costado derecho de los planos se indicará con una leyenda la acción que realiza cada renglón eléctrico.



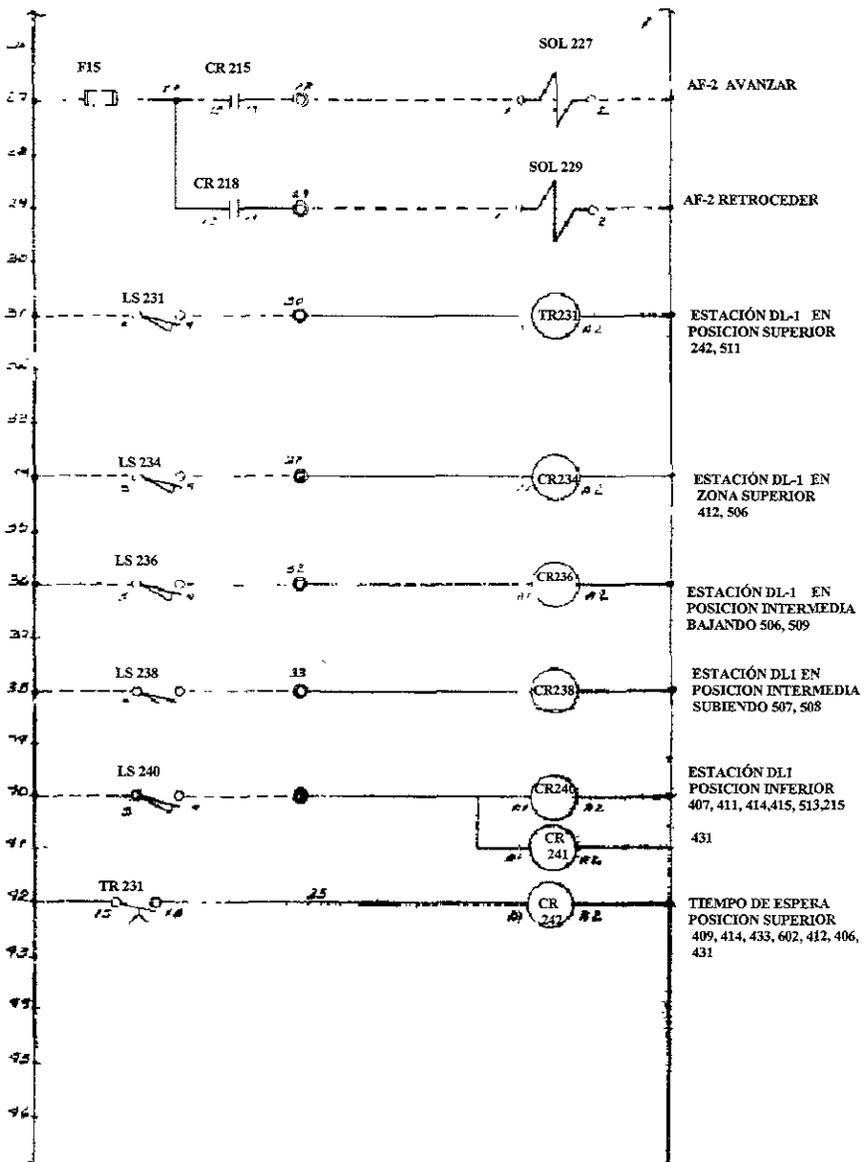
REFERENCIA
I (26-46)

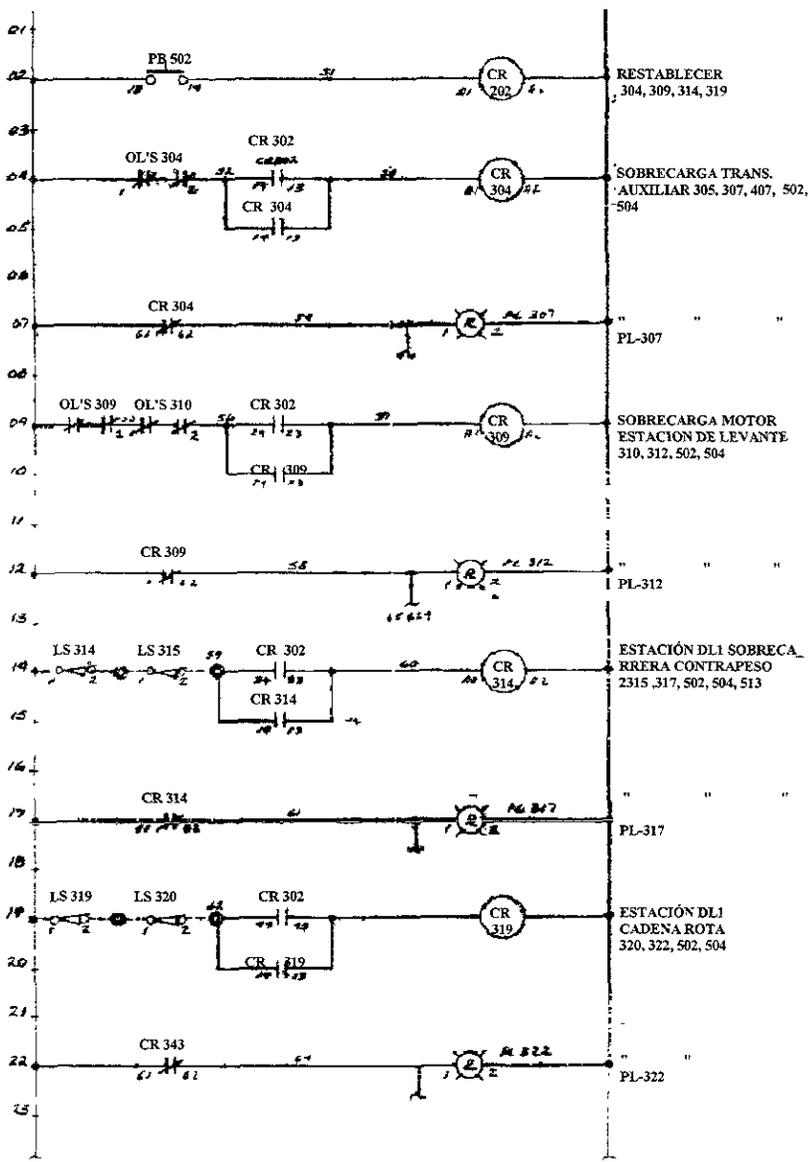


REFERENCIA
2 (01-23)

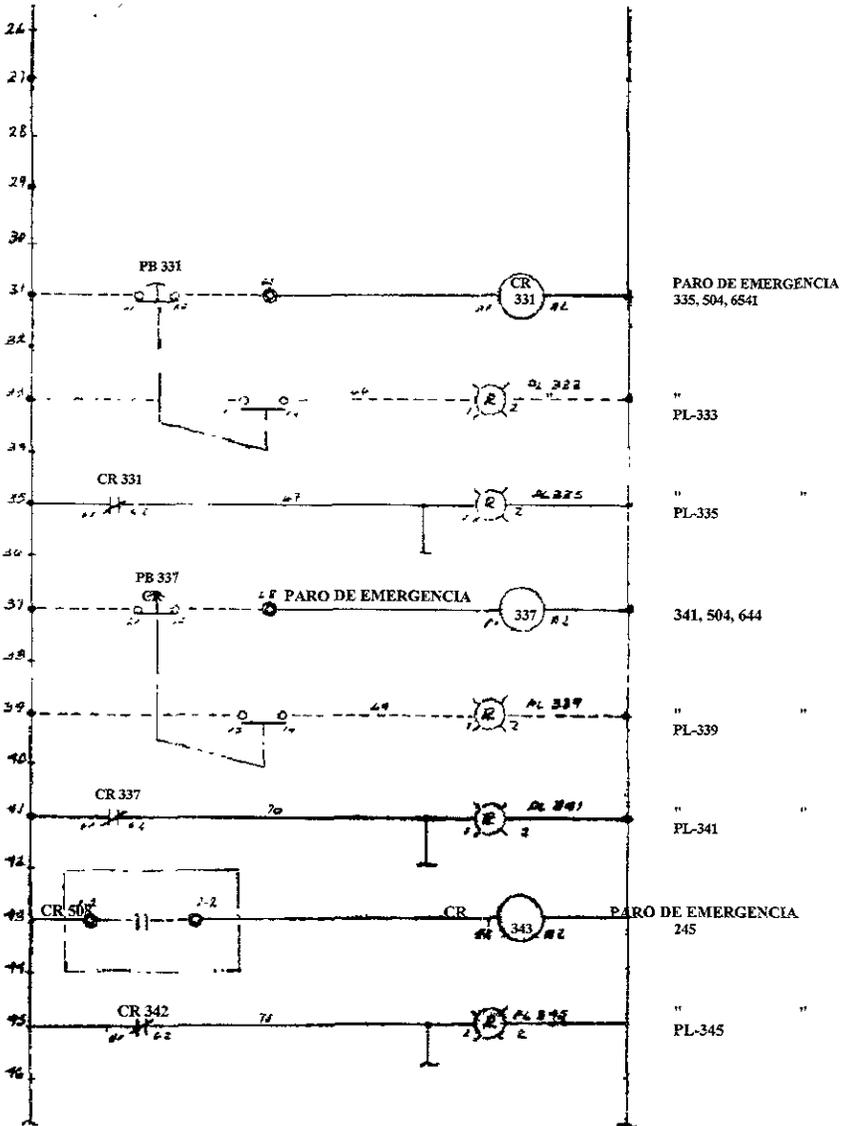


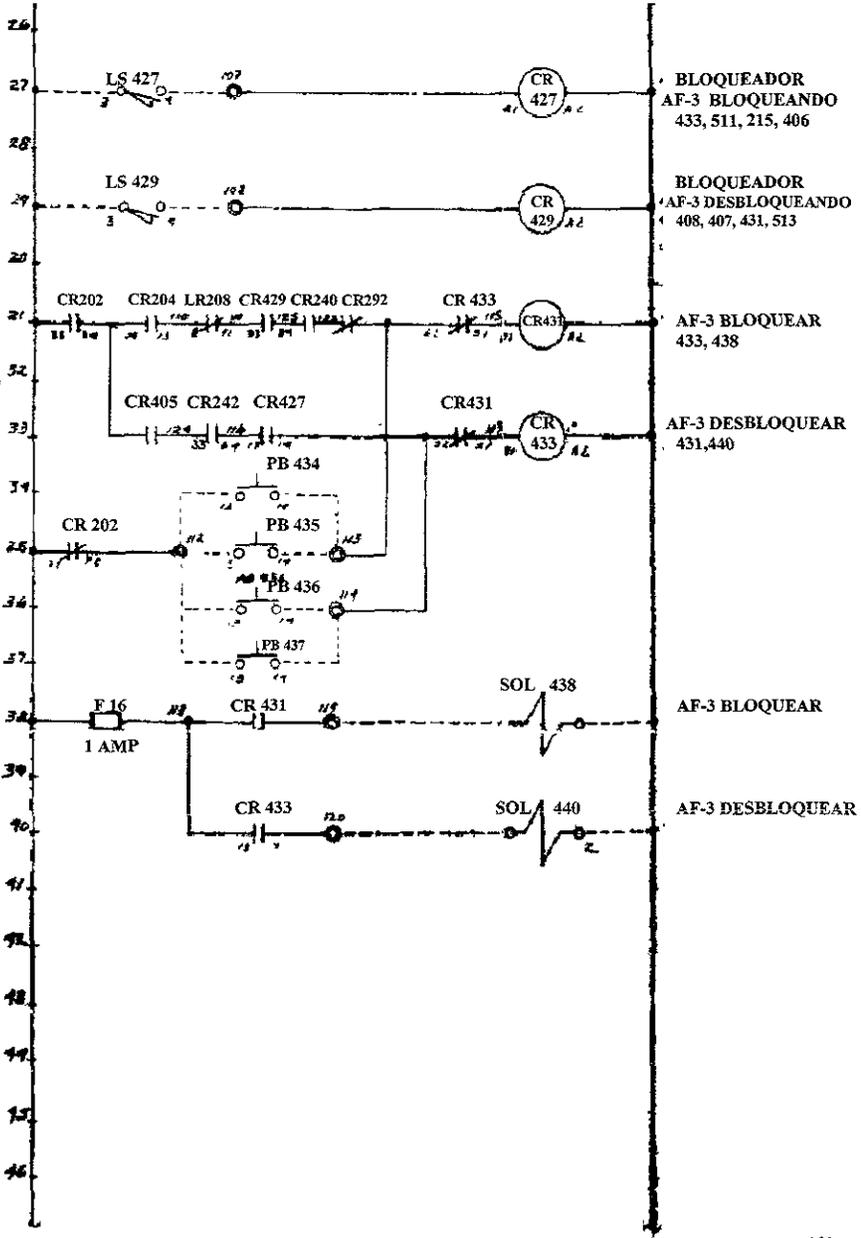
REFERENCIA
2 (26-46)



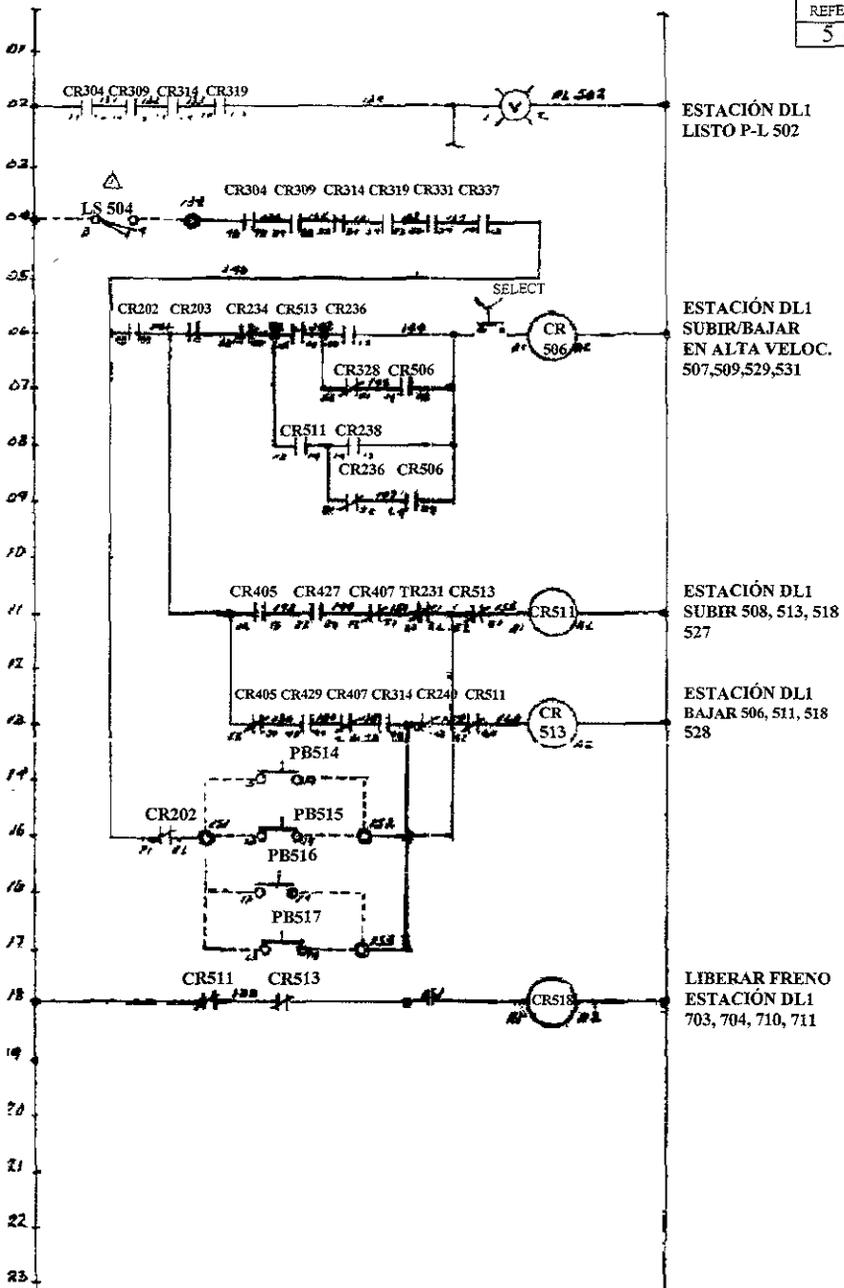


REFERENCIA
3 (26-46)

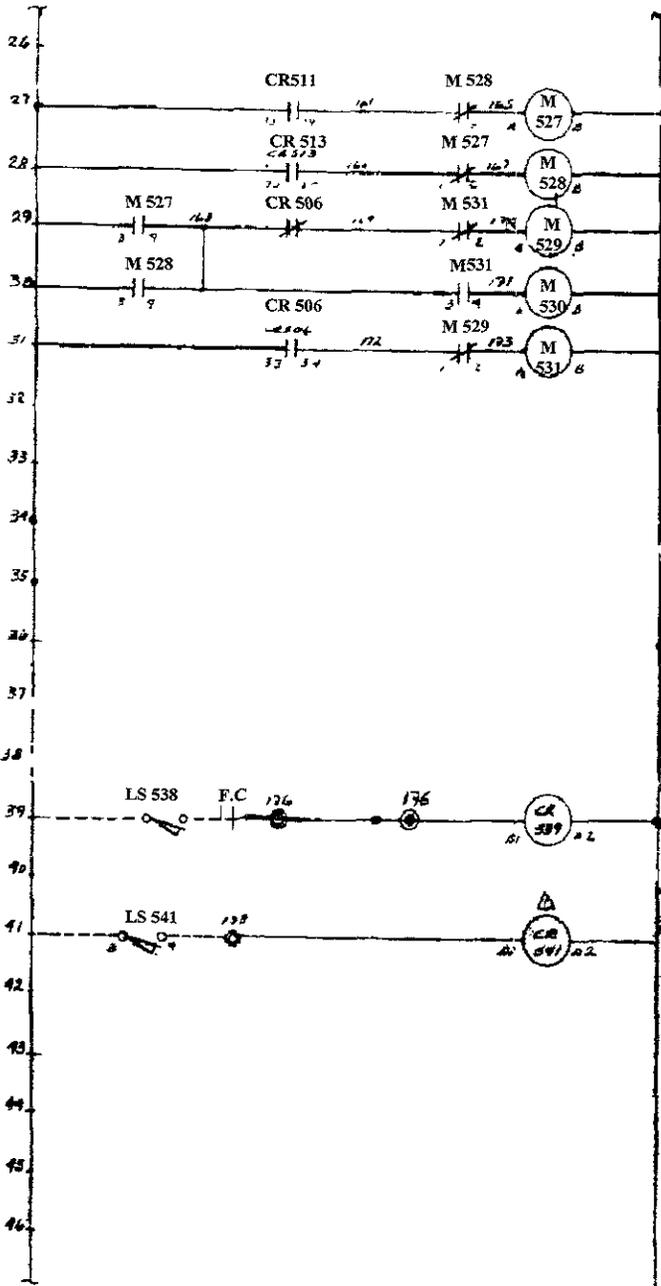




REFERENCIA
5 (01-23)



REFERENCIA
5 (26-46)



DL1 SUBIR
107, 108, 109, 529

DL1 BAJAR
110, 11, 112, 530
527

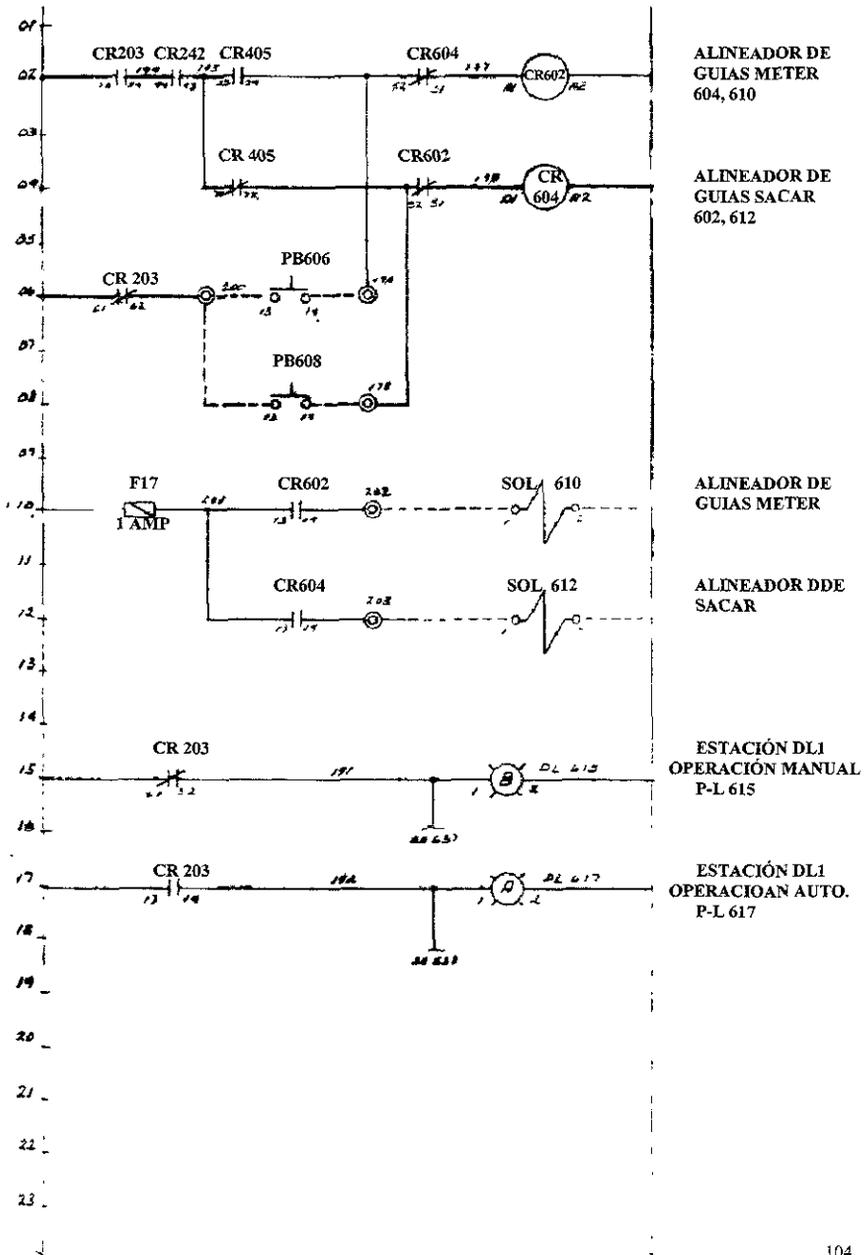
DL1 BAJA VELOC.
110, 111, 112, 531

DL1 ALTA VELOC.
107, 108, 109

" " "
113, 114, 115, 529
530

DOLLY FUERA DE
LA ZONA DE ESTAC.
DE LEVANTE 538,402
403

ALINEADOR DE
GULAS DENTRO
409



ALINEADOR DE
GUIAS METER
604, 610

ALINEADOR DE
GUIAS SACAR
602, 612

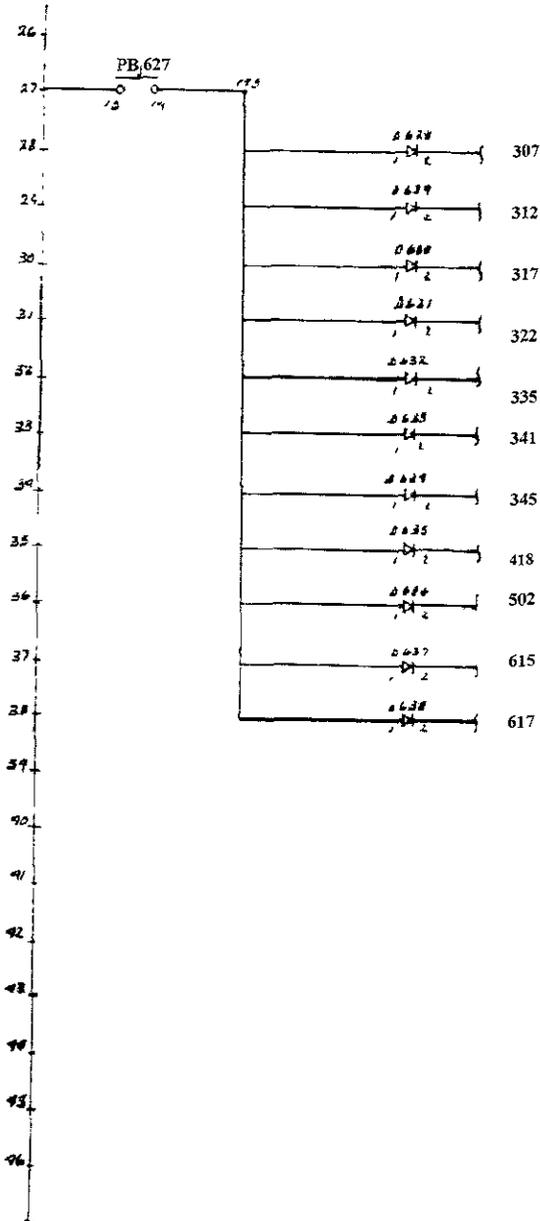
ALINEADOR DE
GUIAS METER

ALINEADOR DDE
SACAR

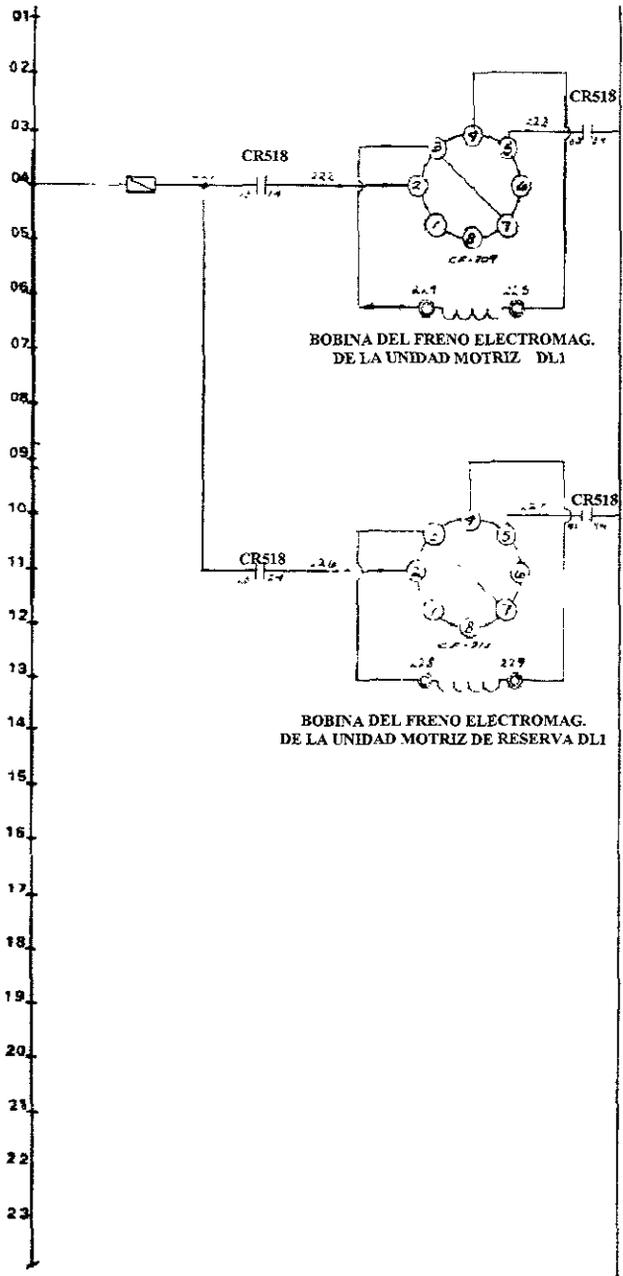
ESTACIÓN DL1
OPERACIÓN MANUAL
P-L 615

ESTACIÓN DL1
OPERACION AUTO.
P-L 617

PRUEBA DE LAMPARAS



REFERENCIA
7 (01-22)



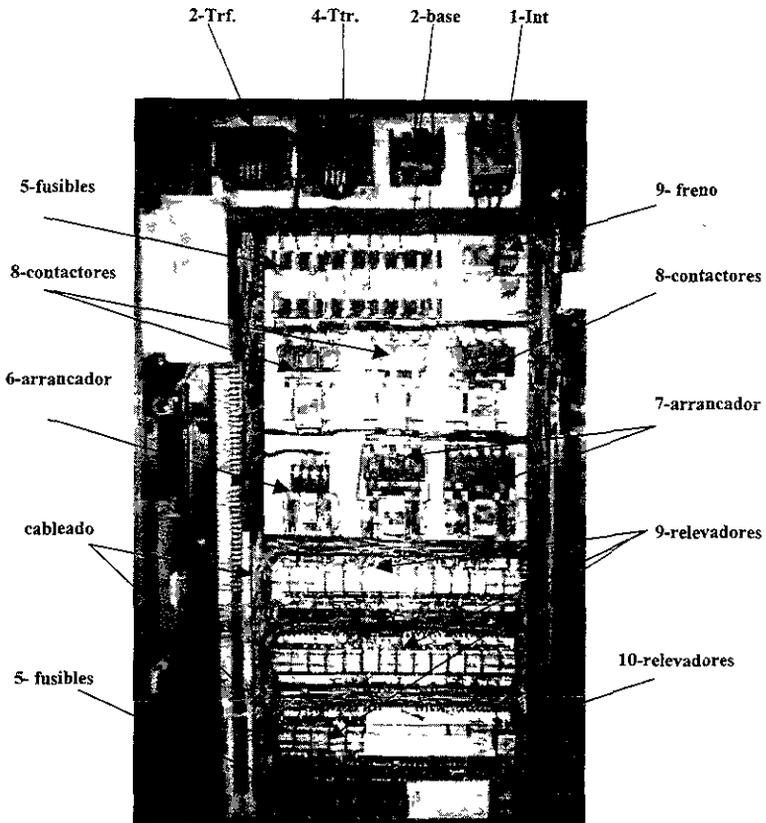
3.4. TABLERO DE CONTROL DEL DL1.

Todo el dominio de la Estación de Levante está centralizada en un tablero de control eléctrico, en donde éste se encarga de enviar los voltajes y las señales correspondientes para lograr la operación del DL1. Este tablero se localiza a unos metros del DL1.

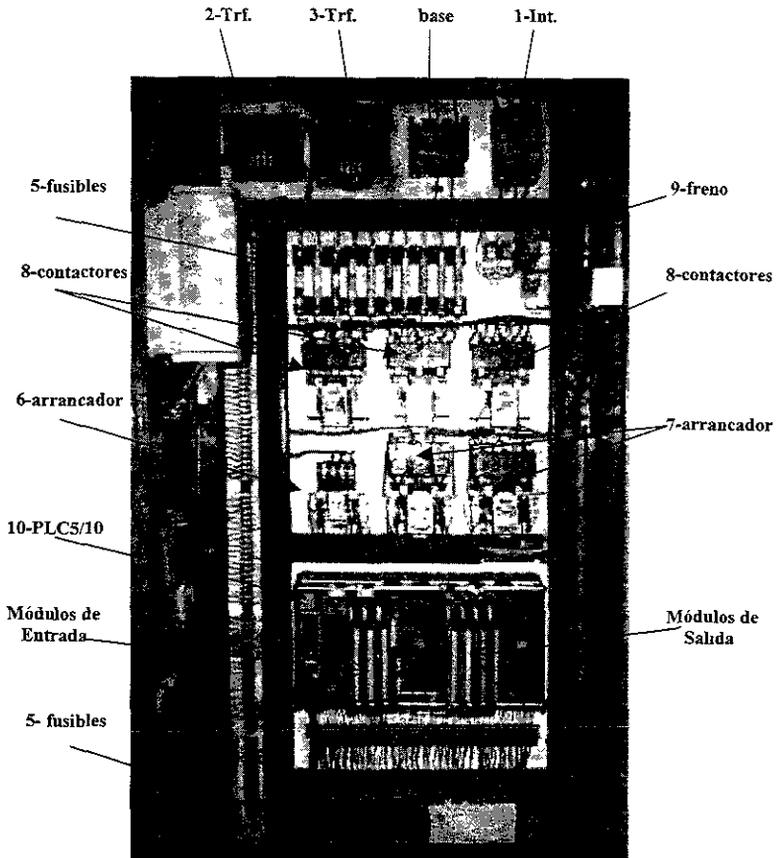
Los dispositivos que conformaban el control (relevadores) fueron eliminados en su totalidad, supliéndose con la instalación e implementación del controlador lógico programable PLC-5/10, en cambio, los aparatos eléctricos que se tienen instalados en relación de fuerza no sufrieron ninguna alteración. A continuación se hace una descripción tanto de los elementos de fuerza como de control que intervienen actualmente en el tablero del DL1.

No.	MARCA	DESCRIPCIÓN
1	Square D	Interruptor termomagnético de 3 polos, 600 V. C.A. de 50 Amp
2	Federal P.	Base de línea 30 Amps.
3	Tort	Transformador de control industrial de servicio pesado, monofásico de 500 VA, 420,440,460 / 115 V, 60 Hz. * Para el alumbrado del tablero.
4	Tort	Transformador de control industrial de servicio pesado, monofásico de 1 KVA, 420,440,460 / 115 V, 60 Hz. * Suministro general del control.
5	Federal Pacific	Fusibles tipo cartucho, de 1, 1.25, 2, 2.5, 9, 25 Amp / 600 Volts
6	Square D	Arrancador magnético a tensión plena, clase 8536, de 3 polos, tipo abierto, tamaño 0, tipo LBO-2. Juego de elementos térmicos. * Para el funcionamiento del transportador auxiliar.
7	Square D	Arrancador magnético a tensión plena, clase 8536, de 3 polos, tipo abierto, tamaño 2, tipo LDO-2. Juego de elementos térmicos. * Para el proceso de subir/bajar estación de levante.
8	Square D	Contactador magnético de C.A., de 3 polos, tipo abierto, tamaño 2, tipo LDO-2.
9	Eaton	Control para freno modelo 15-20-5, 115 volts 60Hz alim. AC y salida de 90 volts CD, 0.6 Amp.
10	Allen - Bradley	Controlador Lógico Programable PLC-5/10 * Elemento de control.

La siguiente figura muestra, la distribución que tenían los elementos eléctricos de fuerza -analizados anteriormente- así como toda la red de relevadores que se encarga del control del DL1 antes de implementar el PLC-5/10

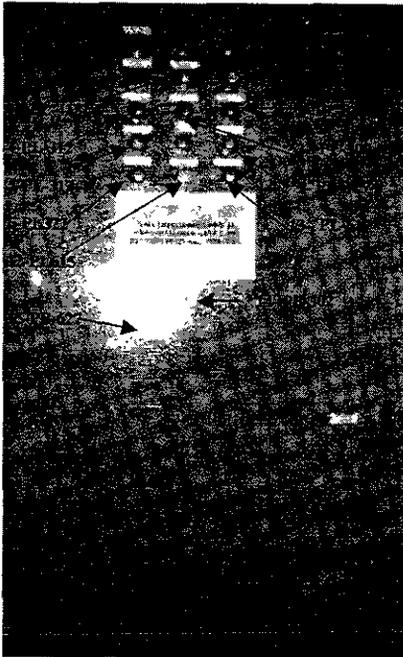


La siguiente figura muestra, la distribución que tienen actualmente los elementos tanto de fuerza como de control (PLC-5/10).



Podemos observar que con la instalación e implementación del controlador lógico programable (PLC-5/10) se eliminó en su totalidad al conjunto de relevadores que se encargaba del control de la Estación de Levante además de una reducción notoria de cableado.

A continuación se muestra la señalización que se tiene en la puerta del tablero de control del DL1, a través de focos (luz-piloto), las cuales reflejan las condiciones de operación siguientes:



No	LEYENDA/ETIQUETA
1	TABLERO ENERGIZADO
2	DETECTOR DE TIERRA
3	SOBRECARGA TRANSP.AUXILIAR
4	SOBRECARGA MOTOR DL1-1
5	SOBRECARRERA
6	CADENA ROTA
7	PARO DE EMERGENCIA
8	PARO DE EMERGENCIA SUPERIOR
9	PARO DE EMERGENCIA INFERIOR
10	TRANSP.AUXILIAR OPERANDO
11	ESTACIÓN DL1 LISTO
12	ESTACIÓN DL1 / MANUAL
13	ESTACIÓN DL1 / AUTOMÁTICO
14	RESTABLECER
15	PRUEBA DE LAMPARAS

Es de mencionar que la señalización del equipo de control en la puerta del tablero, no se alteró con la implementación del PLC-5/10.

3.5. CAJAS DE OPERACIONES.

Las cajas de operaciones o también conocidas como consolas del operador (botoneras) contienen la información necesaria para el entendimiento, operación y funcionamiento de las mismas.

Las consolas del operador son unos paneles de control ubicados céntricamente al proceso, las cuales nos permiten controlar las condiciones que se requieren para el funcionamiento de la Estación de Levante, ya sea en forma automático o manual. La botonera de la planta baja está situada en un área externa cercana al tablero de control.

La configuración y el plano de las cajas de operaciones, varían un poco con respecto a cada instalación. La ubicación específica de algunos controles diferirá de acuerdo con el diseño de las botoneras, sin embargo, el modo de operación será el mismo.

Al realizarse la implementación del PLC-5/10, no se alteró ningún control de las cajas de operación.

Cada elemento eléctrico de las consolas cuenta con un número de dirección asignada, el cual es utilizado por el controlador lógico programable (PLC-5/10).

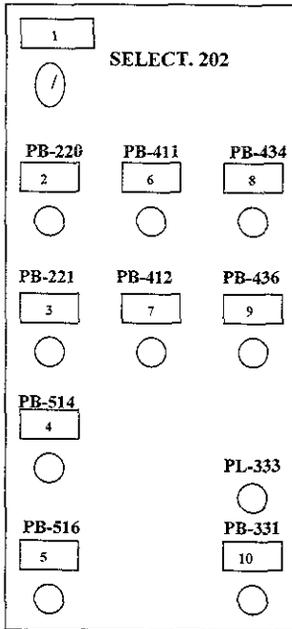
3.5.1. SELECTOR DE MODO DE OPERACIÓN.

El selector de modo de operación de los paneles de control, brinda al operador la facilidad de poder elegir la forma en que se desee o se necesite trabajar, así que para ello se cuenta con dos posiciones a escoger: manual ó automático.

- 1) **Manual.-** En este modo de operación, la botonera se encuentra lista para ser utilizada y así poder realizar la secuencia de trabajo que se requiera.
- 2) **Automático.-** En este modo de operación, el PLC-5 es el que se encarga de ejecutar el programa que reside en su memoria, para efectuar todo el proceso que lleva a cabo la Estación de Levante, quedando de esta forma deshabilitada la consola del operador.

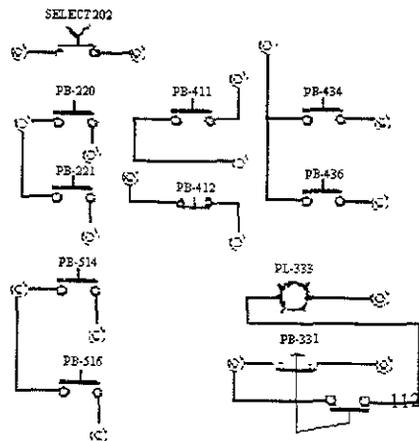
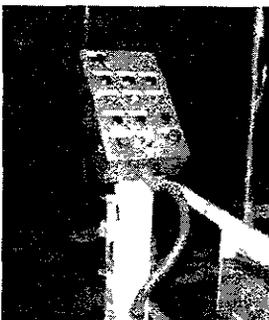
3.5.2. CAJA DE OPERACIONES, ZONA INFERIOR.

La consola del operador de la planta baja, se localiza en un área externa cercana al tablero de control. A continuación se mostrará como se encuentran distribuidos físicamente los controles (estaciones de botones) así como sus conexiones eléctricas respectivas.



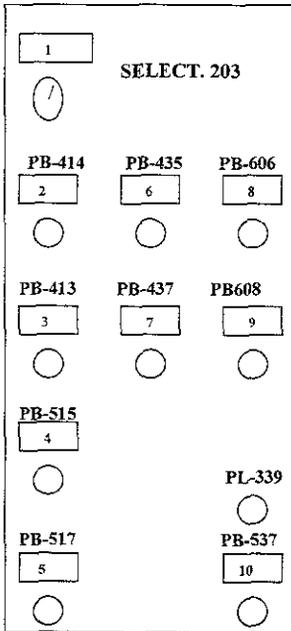
No	LEYENDA/ETIQUETA
1	SELECTOR OPERACIÓN MAN / AUTO
2	AF-2 AVANZAR
3	AF-2 RETROCEDER
4	ESTACIÓN DL1 SUBIR
5	ESTACIÓN DL1 BAJAR
6	TRANSP.AUXILIAR - ARRANCAR
7	TRANSP. AUXILIAR - PARAR
8	BLOQUEADOR AF-3 BLOQUEAR
9	BLOQUEADOR AF-3 DESBLOQUEAR
10	PARO DE EMERGENCIA

- Conexiones eléctricas dentro de la consola del operador, planta baja.



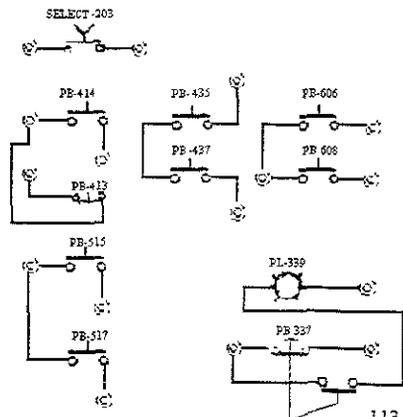
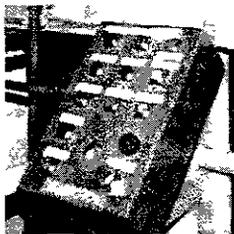
3.5.3. CAJA DE OPERACIONES, ZONA SUPERIOR.

A continuación se indicará como están distribuidos físicamente los controles así como sus conexiones eléctricas respectivas de la consola del operador de la planta alta.



No	LEYENDA/ETIQUETA
1	OPERACIÓN MAN / AUTO
2	TRANSP. AUXILIAR - ARRANCAR
3	TRANSP. AUXILIAR - PARAR
4	ESTACIÓN DL1 - SUBIR
5	ESTACIÓN DL1 BAJAR
6	BLOQUEADOR AF-3 BLOQUEAR
7	BLOQUEADOR AF-3 DESBLOQUEAR
8	ALINEADOR DE GUIAS - METER
9	ALINEADOR DE GUIAS - SACAR
10	PARO DE EMERGENCIA

- Conexiones eléctricas dentro de la caja de operaciones, planta alta.



3.6. SELECCIÓN DEL PLC.

Es muy importante que se tome en cuenta la marca del (los) PLC (s) que se tienen instalados en la fábrica y de preferencia continuar con esa misma línea; esto no significa que no sea posible cambiar de fabricante, sino que habrá considerables ahorros si se estandariza con la misma marca.

Es fundamental también tomar en consideración las opiniones del departamento, en este caso el de mantenimiento del área de pintura, porque al final de cuentas, la gente de estas áreas, por encontrarse en horas de operación, serán las que deberán de resolver la falla en caso de que se llegue a presentar, y si esto no se hace se reflejarán problemas a futuro.

La marca del controlador lógico programable (PLC) que se implementó, como se mencionó con anterioridad, es del fabricante ALLEN-BRADLEY, tipo PLC-5/10

3.6.1. VENTAJAS DE USAR UNA SOLA MARCA DE PLC.

Las ventajas que se logran al implementar un PLC de la misma marca en la planta son las siguientes.

1) Disminución en el stock de refacciones.

Muchos PLC's de una misma línea, comparten los mismos módulos de Entrada/Salida, suministros de energía, etc.

Imaginemos que en nuestra planta, se tienen instalados 10 PLC-5 que controlan distintos procesos; cada uno de estos PLC's utilizan módulos de Entradas/Salidas de 127 volts. de C.A.; supongamos que cada uno de estos PLC-5 tienen instalados en su anaquel (rack) tanto cuatro (4) módulos de entrada como de salida.

Con sólo tener uno o dos módulos de entrada o de salida de repuesto, nosotros tendremos cubierto nuestro stock de refacciones en lo que a módulos se refiere.

- 2) Facilitan la labor del departamento de mantenimiento del área de pintura, al reducirse los conocimientos requeridos para reparar un equipo/máquina.

Es más fácil aprender un conjunto de instrucciones de una misma marca, que varios conjuntos de diferentes fabricantes. Así que retomando el ejemplo del punto anterior, si se conocen el conjunto de instrucciones del PLC-5, se atenderá con mayor facilidad y rapidez los 10 equipos, puesto que todos usan el mismo juego de instrucciones.

- 3) Disminución en los costos al adquirir y/o modificar algún equipo.

Para ser más explícitos en esta ventaja, pongamos como ejemplo el del punto (1); si nosotros adquirimos el software de programación para PLC-5, este software se necesita comprar una sola vez y además podrá ser utilizado en las 10 máquinas que tenemos instaladas en la planta.

El ahorro económico es considerable.

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA DEL PLC-5.

Para el equipo (Estación de Levante) al que se le implementó el PLC-5/10, el programa del controlador lógico programable cumple con las siguientes características:

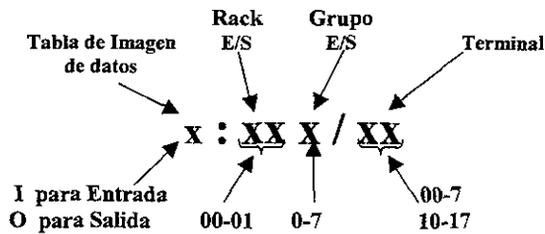
- a) La estructura de programación es similar a la de los arreglos de relevadores del diagrama eléctrico, para facilitar el entendimiento por los operarios.
- b) Fácil monitoreo.
- c) El sistema está diseñado de tal forma que es posible simular (forzar) la secuencia del DL1, conectando la terminal de programación al PLC-5/10.

3.8. NOMENCLATURA PARA ENTRADAS Y SALIDAS.

En el caso del PLC-5, como se hizo notar en el capítulo 1, se utiliza el sistema octal, esto significa que los bits van del 00-07 y del 00-17.

Como se analizó en el capítulo (1) existen tres tipos de configuraciones de anaqueles (racks), eligiéndose por emplear a 1 ranura (slot), ya que además de que se adecua a nuestro proyecto, nos permite combinar módulos de 8, 16 o 32 terminales, así como también tener una identificación visual y lógica de entradas y salidas en sus respectivos anaqueles (racks).

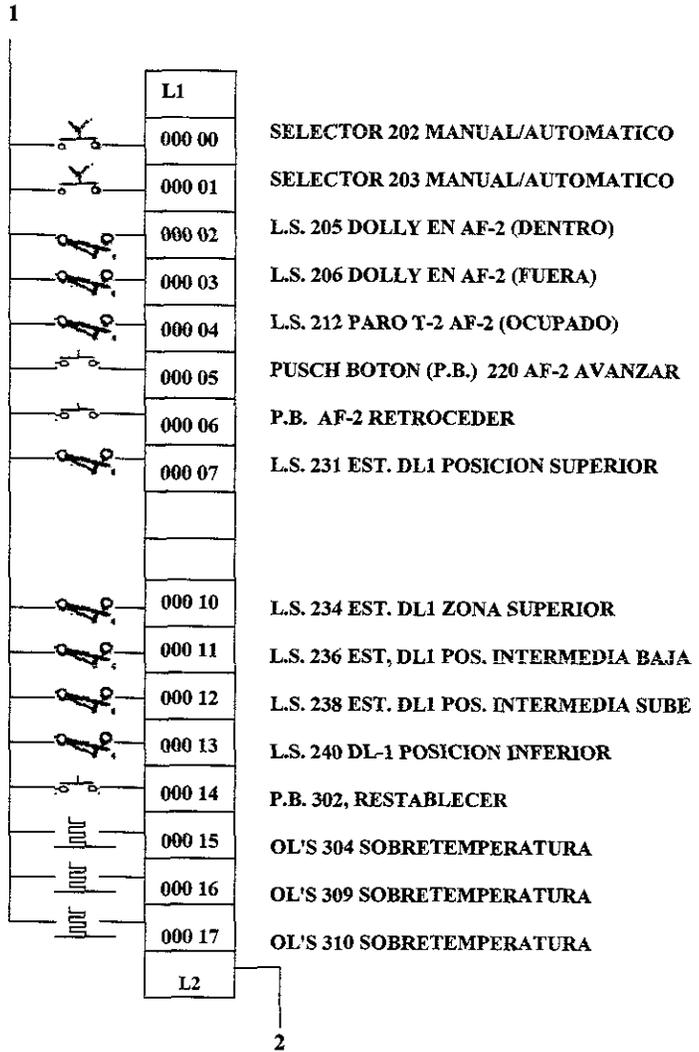
Para el caso del PLC-5/10 configurado a 1 ranura (slot), se emplean 6 caracteres, que definen lo siguiente:



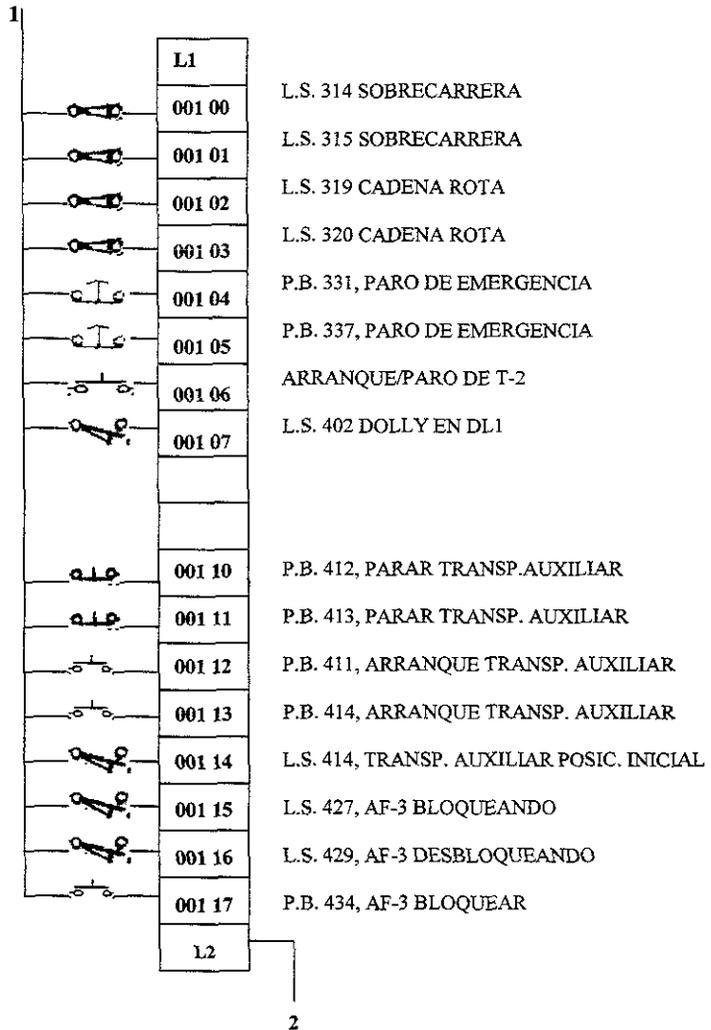
3.9. ASIGNACION DE ENTRADAS.

A continuación se mostrarán la manera en como quedan alambradas en forma física las condiciones de entradas en sus respectivos módulos así como la asignación de direcciones correspondientes. Se emplearon 3 módulos de 16 terminales y un módulo de 8 terminales.

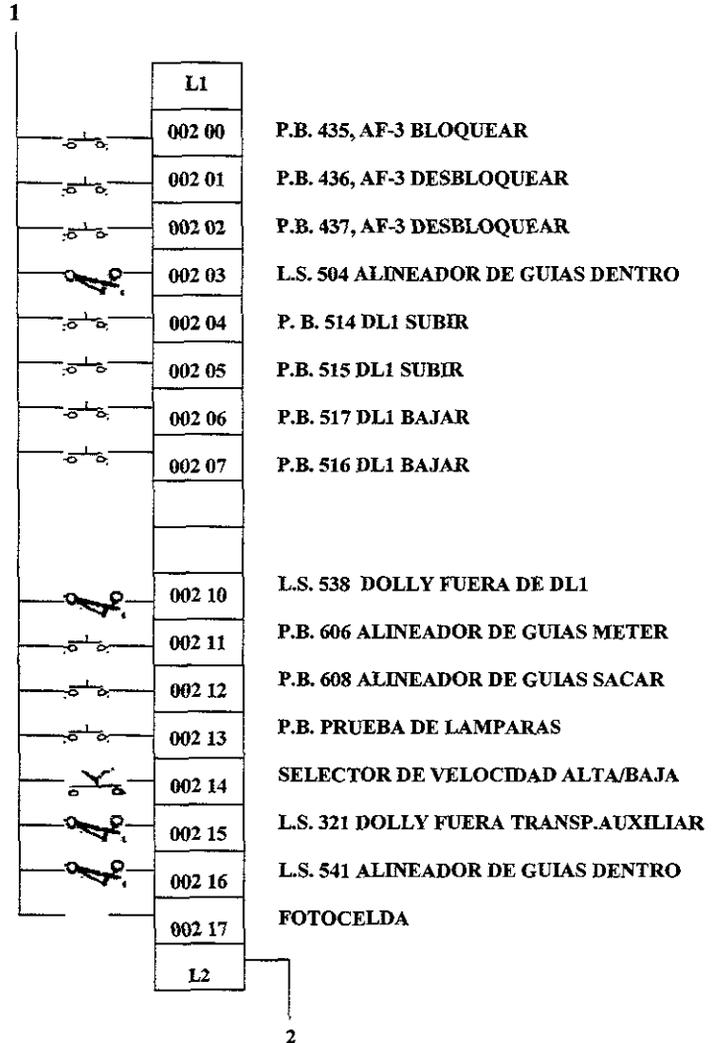
GRUPO MODULAR DE ENTRADA # 0



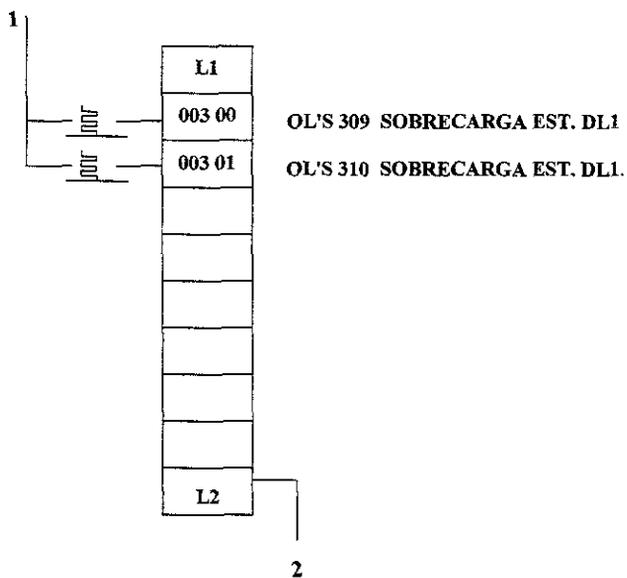
GRUPO MODULAR DE ENTRADA # 1



GRUPO MODULAR DE ENTRADA # 2



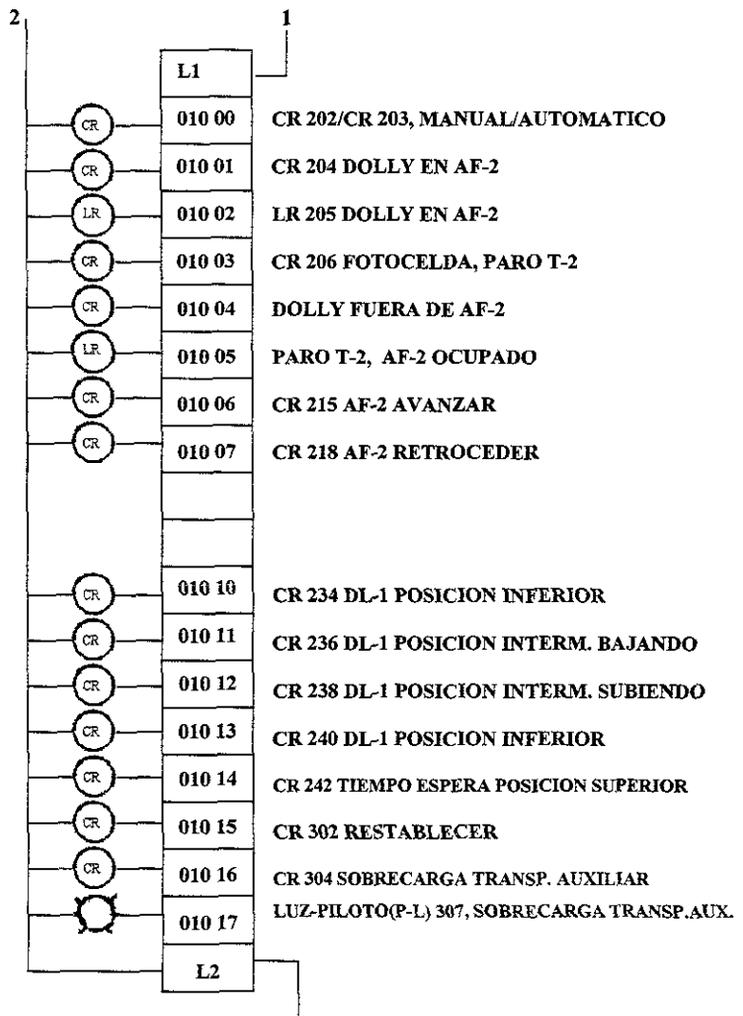
GRUPO MODULAR DE ENTRADA # 3



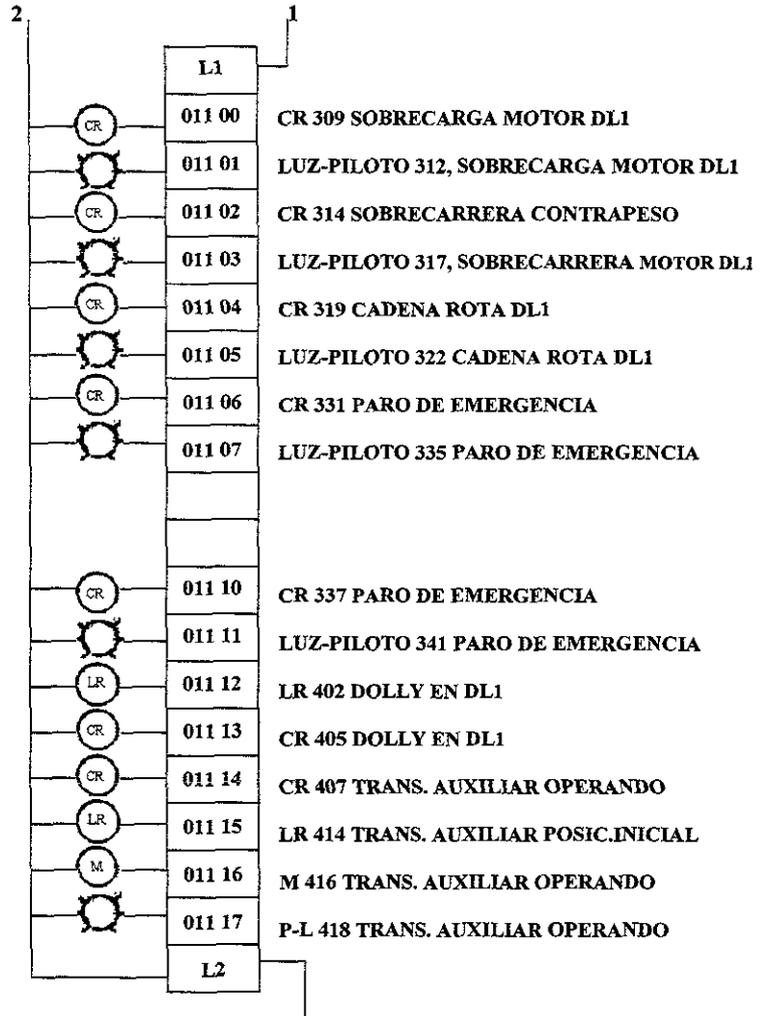
3.10 ASIGNACIÓN DE SALIDAS.

Con la asignación de salidas que a continuación se mostrará, queda completo el mundo real del proceso, es decir, no queda ninguna entrada ni salida por programar y conectar al sistema. Para la asignación de salidas se utilizaron 4 módulos de salida de 16 terminales.

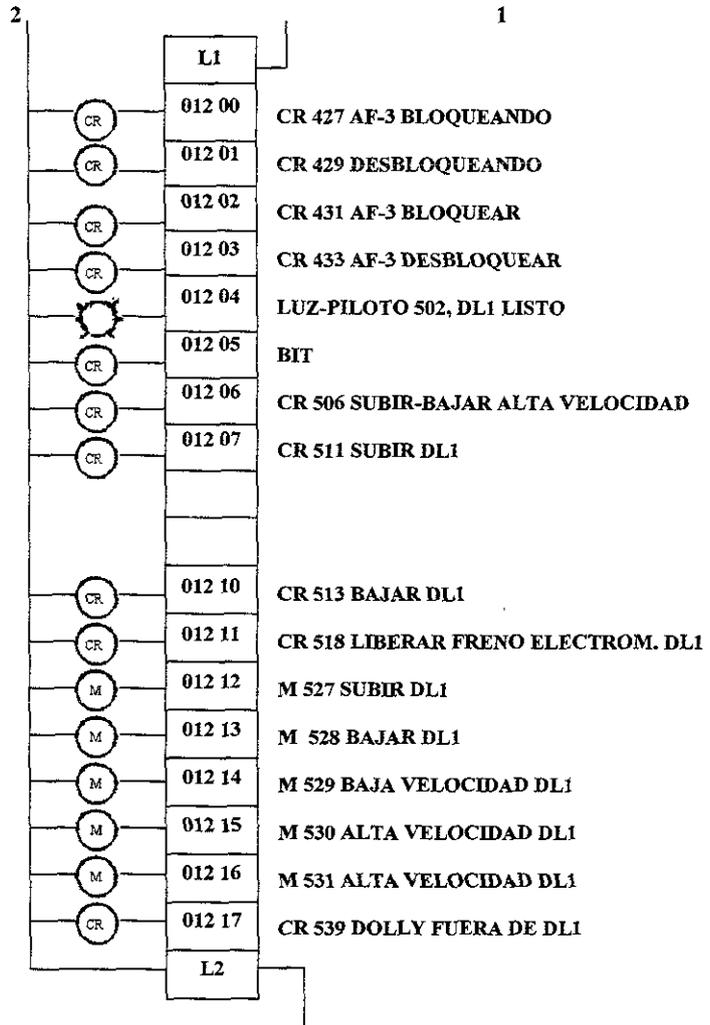
GRUPO MODULAR DE SALIDA # 0



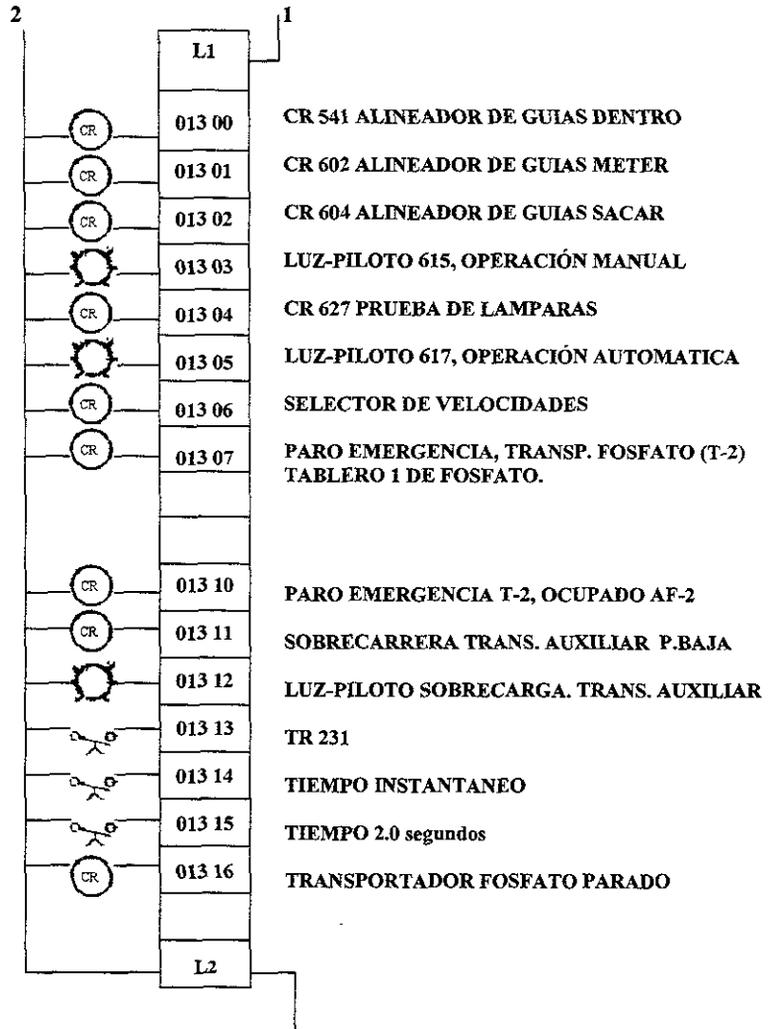
GRUPO MODULAR DE SALIDA # 1



GRUPO MODULAR DE SALIDA # 2



GRUPO MODULAR DE SALIDA # 3



3.11. PROGRAMA DE ESCALERA DEL DL1.

En las páginas subsecuentes se mostrará la elaboración del programa de escalera que reside en la memoria del controlador lógico programable (PLC-5), el cual se encarga de realizar y controlar la secuencia de operación de la Estación de Levante; dicho programa, se desarrolló en el software de programación PLC-5 Series 6200, Ver. 5.21.

PROGRAMA DE ESCALERA

Estación de Levante DL1

Rockwell Software Company
6200 Series Software
PLC-5 Programming Terminal Software
Release 5.21
Program Listing Report

ESTACION DE LEVANTE DL1
Thu Jan 14, 1999 - 1:40:52 pm

File: C:\IPDS\AFCH\PLC5\TESIS1

REPORT OPTIONS

Page width:	50
Page Length:	66
Graph as Capabilities:	NO
Right Power Rail:	YES
Address Display:	SYMBOL
Address Comments:	YES
Rung Comments:	YES
Output Cross Reference:	NO
Ladder Cross Reference:	NONE
Starting Rung:	210
Ending Rung:	597,00767
Formatting Commands:	ACTIVE

Rung 2:0

PROGRAMACION DE ESTACION DE LEVANTE DL1,
 TANTO EN FORMA MANUAL COMO AUTOMATICA.

```

: SELECTOR ;SELECTOR ;
: 202 ;207 ;
: ; ;
: ; ; MAN/AUT ;
: I:000 I:000 O:010 ;
:-----] [----- ( ) -----
: 00 01 00

```

Rung 2:1

```

: LR 205 ; DOLLY EN ;
: ; AF-2 ;
: O:000 ; O:010 ;
:-----] [----- ( ) -----
: 02 01

```

Rung 2:2

```

: L.S. 205 ;CR401 AF-2;CF 507 DO_ ;DOLLY EN ;CR040 DL1 ; DOLLY EN ;
: DOLLY EN ;BLOQUEAR ;LLY FUERA ; AF-2 ;POS.INFER. ; AF-2 ;
: AF-2 ; DE AF-2 ; ; ; ;
: I:000 O:010 O:010 O:010 O:010 O:010 ;
:-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] (L) -----
: 02 02 04 02 02 02 ;
: ;PARO T-2 ; ;L.S. 206 ;
: ;FOTOCELDA ; ;DOLLY EN ;
: O:010 ; ;AF-2 ;
: +---] [-----+ ; I:000 ;
: ; 02 ;
: ; ;PARO T-1 ;
: ; ;FOTOCELDA ;
: O:010 ;
: +---] [-----+ ;
: ; 02 ;

```

Rung 2:3

```

: OR 207 DO_ ; DOLLY EN ;
: LLY FUERA ; AF-2 ;
: DE AF-2 ;
: O:010 ; O:010 ;
:-----] [----- (U) -----
: 04 02 ;

```

```

Rung 2:4
: FOTOCELDA4                                PARO T-2
:                                             FOTOCELDA4
:                                             0:010
:-----] [-----] [-----] [-----]
: | | 17                                     00
: | | CR240 DL1
: | | POS.INFER.
: | |
: | | 0:010
: | | +---] [-----]
: | | 17
  
```

```

Rung 2:5
: L.S.204                                CR 207 DO_
: DOLLY                                  LLY FUERA
: FUERA AF-2                             DE AF-2
: 1:000                                  0:010
:-----] [-----] [-----] [-----]
: | | 01                                     04
  
```

```

Rung 2:6
: L.S.212 DOLLY EN CR 207 DO_           PARO T-2
: PARO T-2 AF-2 LLY FUERA              AF-2
: AF-2 OCUPADO DE AF-2                OCUPADO
: 1:000 0:010 0:010 0:010           0:010
:-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: | | 04 02 04 05
  
```

```

Rung 2:7
: CR 207 DO_                             PARO T-2
: LLY FUERA                              AF-2
: DE AF-2                                OCUPADO
: 0:010                                  0:010
:-----] [-----] [-----] [-----]
: | | 04 05
  
```

```

Rung 2:8
: DOLLY EN CR401 AF-3 DOLLY EN AF-3 CR240 DL1
: AF-2 BLOQUEAR DL1 RETROCEDER POS.INFER.
: MAN/AUT
: 0:010 0:010 0:012 0:011 0:010 0:010
:-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: | | 00 02 00 10 07 11
: | | P.B. 220 CR 201 CR 207
: | | AF-2 PARO DE PARO DE
: | | MAN/AUT AVANZAR EMERGENCIA EMERGENCIA
: | | 0:010 1:000 0:011 0:011
: | | +---] [-----] [-----] [-----]
: | | 00 05 06 10
  
```



```

Rung 2:12
L.S. 036                                DL1 POSIC. |
| DL1 POSIC.                            INTER. BA. |
| INTER.SACA                             JANDO      |
|                                         |
| I:000                                  O:010      |
+----] [-----] [-----] [-----] ( )
|      11                                11         |

```

```

Rung 2:13
L.S. 208                                DL1 POSIC. |
| DL1 POSIC.                            INTER. SU. |
| INTER.SACA                             BIENDE     |
|                                         |
| I:000                                  O:010      |
+----] [-----] [-----] [-----] ( )
|      12                                12         |

```

```

Rung 2:14
L.S. 040                                CR240 DL1  |
| DL1 POSIC.                            POS.INFER. |
| INFERIOR                               |
| I:000                                  O:010      |
+----] [-----] [-----] [-----] ( )
|      13                                13         |

```

```

Rung 2:15
TIEMPO                                    TIEMPO     |
2 SEGUNDOS                              ESP. POSIC |
|                                         SUPERIOR   |
| I:000                                  O:010      |
+----] [-----] [-----] [-----] ( )
|      14                                14         |
DN

```

```

Rung 2:16
P.B. 002                                RESTABLECE |
RESTABLECE                              |
I:000                                    O:010      |
+----] [-----] [-----] [-----] ( )
|      14                                15         |

```

```

Rung 2:17
OLS 004 .RESTABLECE                     SOBRECARGA |
|                                         TRANSP.AUX |
| I:000      O:010                       O:010      |
+----] [-----] [-----] [-----] ( )
|      15      15                          16         |
|      SOBRECARGA                          |
|      TRANSP.AUX                          |
|      I:000      O:010                    |
|      +----] [-----] [-----] [-----] ( )
|      16

```



```
Rung 2:23
: L.S. 319 (L.S. 303) RESTABLECE          DL1 CADENA
: DL1 CADENA:DL1 CADENA:                  ROTA
: ROTA :ROTA
: I:001      I:001      O:010              O:011
-----|-----|-----|-----|
: 02      07      15              04
:          (DL1 CADENA)
:          ROTA
:          O:011
:          -----|-----
:          04
```

```
Rung 2:24
: DL1 CADENA                               LUZ-PILOTO
: ROTA                                     CADENA
:                                         ROTA
: O:011                                   O:011
-----|-----|-----|-----|
: 04                                     05
```

```
Rung 2:25
: P.B. 331                                 CR 331
: PARO DE EMERGENCIA                       PARO DE
:                                         EMERGENCIA
: I:001                                     O:011
-----|-----|-----|-----|
: 04                                     06
```

```
Rung 2:26
: CR 331                                   LUZ-PILOTO
: PARO DE EMERGENCIA                       335
: O:011                                   O:011
-----|-----|-----|-----|
: 06                                     07
```

```
Rung 2:27
: P.B. 337                                 CR 337
: PARO DE EMERGENCIA                       PARO DE
:                                         EMERGENCIA
: I:001                                     O:011
-----|-----|-----|-----|
: 05                                     10
```

```
Rung 2:28
: CR 337                                   LUZ-PILOTO
: PARO DE EMERGENCIA                       331
: O:011                                   O:011
-----|-----|-----|-----|
: 10                                     11
```

```

Rung 2:29
: ARRAN/PARO                                T-2 PARADO :
: T-2                                         O:012     :
: I:001                                       ( )        :
-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: 06                                           16       :
  
```

```

Rung 2:30
: T-2 PARADO                                LUZ-PILOTO :
:                                             T-2 PARADO :
: O:012                                       O:012     :
-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: 16                                           17       :
  
```

```

Rung 2:31
: L.S. 402 DOLLY                             DOLLY      :
: DOLLY EN FUERA DL1                        EN DL1     :
: DL1                                         :
: I:001 O:012                               O:011     :
+-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: 07 17                                       12       :
  
```

```

Rung 2:32
: DOLLY                                       DOLLY      :
: FUERA DL1                                  EN DL1     :
: O:012                                       O:011     :
+-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: 17                                       12       :
  
```

```

Rung 2:33
: DOLLY                                       DOLLY EN  :
: EN DL1                                     DL1       :
: O:011                                       O:011     :
+-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: 12                                       13       :
  
```

```

Rung 2:34
: P.B. 412 P.B. 413 P.B. 414 TIEMPO 'DL1 ZONA
: PARO PARO ARRANQUE ESP. PUBLIC SUPERIOR
: MAN/AUT TRANSF.AUX TRANSF.AUX TRANSF.ALX SUPERIOR
: O:010 I:001 I:001 I:001 O:010 O:010
+-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: 00 10 11 12 13 14 15
: P.B. 414 'OP240 LLL
: 'ARRANQUE 'POS.INFER.
: 'TRANSF.AUX
: I:001 O:010
+-----] [-----] [-----] [-----]
: 17 17
  
```

```

00Z-PILOTO TRANSFLAUX
    EQC      OPERANDO
00Z-PILOTO
0:010      0:011
----(L)----
    04      14
    
```

Run# 0:25

```

COR 00Z 00ZON240 DLI AF-T TRANSFLAUX
    LY FUERA POS.INFER. BU.QUEANDO OPERANDO
MAN/AUT IDE AF-2
0:010      0:010      0:010      0:011      0:011
---B/T---  3 [-----] [---]  3 [-----] +---L---
    00      04      11      01      14
TI MPE      ZONA      CR407 AF-0 TRANSFLAUX SUIAS
    SUP. FOCOS SUPERIOR DESBIBU. POS CLINIC. DEVIRO
    SUPERIOR
0:010      0:011      0:012      0:011      0:011
---B/T---  3 [-----] [-----] [-----] [-----]
    14      10      01      13      06
    
```

```

Rung 2:06
L.S. 112
PAPD
: TRANSF.AUX:MAN/ALT
: I:001      O:011
:-----] [-----] [-----]
:      12      00
L.S. 113
PAPD
: TRANSF.AUX:MAN/ALT
: I:001      O:010
:-----] [-----] [-----]
:      1      00
:CR 201
:PAPD DE
:EMERGENCIA
: O:011
:-----] [-----] [-----]
:      00
:CR 207
:PAPD DE
:EMERGENCIA
: O:011
:-----] [-----] [-----]
:      10
:CR240 DLI 1 DOLLY
:POS.INFER. EN DLI
: O:010      O:011
:-----] [-----] [-----]
:      13      12
L.S. 114 :CR240 DLI 1 DLI ZONA
:TRANSF.AUX:POS.INFER.:SUPERIOR
:POSIC.INTC:
: I:001      O:010      O:010
:-----] [-----] [-----]
:      14      13      10
:CR240 DLI 1 DLI ZONA
:POS.INFER.:SUPERIOR
: O:010      O:010
:-----] [-----] [-----]
:      13      10
:SOBEREDA_
:REFERA
:TRANS.AUX
: O:010
:-----] [-----] [-----]
:      11
  
```


Pung 2:43

MAN/AUT	LDLLY EN AF-2	CR240 DL1 (POS. INFER. DESBLO.)	CR409 AF-3 (DESBLG.)	AF-3	CR401 AF-3	AF-3 BLOQUEAR
0:010	0:010	0:010	0:010	0:010	0:010	0:010
00	01	10	01	03		10
	P.B. 434	CR 301	CR 307			
MAN/AUT	AF-3 BLOQUEAR	PARO DE EMERGENCIA	PARO DE EMERGENCIA			
0:010	1:001	0:011	0:011			
00	17	06	10			
	P.B. 435	CR 301	CR 307			
MAN/AUT	AF-3 BLOQUEAR	PARO DE EMERGENCIA	PARO DE EMERGENCIA			
0:010	1:002	0:011	0:011			
00	00	06	10			

Pung 2:44

MAN/AUT	LDLLY EN DL1	TIEMPO ESP. POSIC. CONECTOR	AF-3 BLOQUEANDO	CR401 AF-3 BLOQUEAR	AF-3 DESBLG.
0:010	0:011	0:010	0:012	0:012	0:012
00	17	14	00	01	03
	P.B. 436	CR 301	CR 307		
MAN/AUT	AF-3 DES BLOQUEAR	PARO DE EMERGENCIA	PARO DE EMERGENCIA		
0:010	1:002	0:011	0:011		
00	01	06	10		
	P.B. 437	CR 301	CR 307		
MAN/AUT	AF-3 DES BLOQUEAR	PARO DE EMERGENCIA	PARO DE EMERGENCIA		
0:010	1:002	0:011	0:011		
00	02	06	10		

Rung 2:45

```

SOBRECARGA SOBRECARGA SOBRECARGA SOBRECARGA DL1 CADENA SOBRECARGA
TRANSF. AUX. MOTOR DL1 DL1 ROTAS PREPARA
0:010 0:011 0:011 0:011 0:011 0:011
-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
15 20 02 04 11 04

```

Rung 2:46

```

L.S. 514
GUIAS
DENTRO
1:00
-----] [-----]
07 00

```

Rung 2:47

```

GUIAS SOBRECARGA SOBRECARGA SOBRECARGA SOBRECARGA DL1 CADENA OR 011 OR 017
DENTRO TRANSF. AUX. MOTOR DL1 DL1 ROTAS PARO DE PARO DE
EMERGENCIA EMERGENCIA
0:010 0:010 0:011 0:011 0:011 0:011 0:011 0:011
-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
00 18 04 02 04 06 10

```

```

GUIA-PILOTE BIT
500
DL1 LISTO
0:012 0:012
-----] [-----]
04 05

```

Rung 2:48

```

BIT DL1 ZONA BAJAR DL1 DL1 FUEIO SELECTOR SUBE/BAJA
SUPERIOR INTER. EA DE ALTA VEL.
MAN/AUT
0:012 0:010 0:010 0:012 0:010 0:010 0:012
-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
05 00 10 10 11 02 06

```

Rung 2:49

```

BIT SUBIR DL1 DL1 FUEIO SELECTOR SUBE/BAJA
INTER. 30 DE ALTA VEL.
MAN/AUT BIENDE VELOCIDAD
0:012 0:010 0:012 0:011 0:010 0:012
-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
05 00 07 10 06 06

```

Rung 2:50

```

SUBIR DL1 BAJAR DL1
:
: 0:012 0:012
:-----] [-----] [-----]
: 07 10
: DL1 POSIC. DL1 POSIC.
: INTER. BA. INTER. SU.
: JANDO BIENDE
:
: 0:010 0:010
:-----] [-----]
: 11 12
  
```

```

SUBE/BAJA :
ALTA/VEL. :
0:012 :
(O) :
06 :
  
```

Rung 2:51

```

BIT : DOLLY EN : AF-3 : TRANSP. AUX : BAJAR DL1
: DL1 : BLOQUEANDO : OPERANDO
:
: MAN/AUT
: 0:012 0:010 0:011 0:012 0:011 T4:0 0:012
:-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----] [-----]
: 05 00 13 00 14 EN 10
:
: P.E. 514
: DL1 SUBIR
:
: MAN/AUT
: 0:010 0:002
:-----] [-----]
: 00 04
:
: P.E. 515
: DL1 SUBIR
:
: MAN/AUT
: 0:010 0:002
:-----] [-----]
: 00 05
  
```

SUBIR DL1

```

0:012
( )
07
  
```


Rung 1:61

MAN/AUT	TIEMPO	DOLLY EN	ALINEADOR DE GUIAS	ALINEADOR DE GUIAS
0:010	0:010	0:011	0:010	0:010
00	14	10	00	01
MAN/AUT	F.P. 616	CR 001	CR 007	
0:010	ALINEADOR DE GUIAS	PARO DE EMERGENCIA	PARO DE EMERGENCIA	
0:010	1:002	0:011	0:011	
00	11	06	10	

Rung 1:62

MAN/AUT	TIEMPO	DOLLY EN	ALINEADOR DE GUIAS	ALINEADOR DE GUIAS
0:010	0:010	0:011	0:010	0:010
00	14	10	01	02
MAN/AUT	F.P. 608	CR 001	CR 007	
0:010	ALINEADOR DE GUIAS	PARO DE EMERGENCIA	PARO DE EMERGENCIA	
0:010	1:002	0:011	0:011	
00	12	06	10	

Rung 2:63

MAN/AUT	LUZ-PILOTO
0:010	015
00	03

Rung 2:64

MAN/AUT	LUZ-PILOTO
0:010	017
00	05

```

Func 2:65
: P.B.627
: PRUEBA DE PRUEBA DE
: LAMPARAS LAMPARAS
:
: 1:002 0:010
-----] [-----]
: 10 04
  
```

```

Func 2:66
: SELECTOR DE
: VELOCIDAD
: 1:000 0:010
-----] [-----]
: 14 06
  
```

```

Func 2:67
: ER 001 PARO T-2 PARO
: PARO DE FOTOCELDA EMERGENCIA
: EMERGENCIA T-2
: 0:011 0:010 0:010
-----] [-----]
: 06 07
: TORCAO DLI
: ACC. INFER.
:
: 0:010
+-----] [-----]
: 13
  
```

```

Func 2:68
: PARO T-2 PARO T-2
: AF-2 OCUPADO
: OCUPADO AF-2
: 0:010 0:010
-----] [-----]
: 05 10
  
```

```

Func 2:69
: L3.001 DO RESTABLECE SOBRECARGA
: LLY FUERA RRERA
: TRANSP. AUX TRANSP. AUX
: 1:002 0:010 0:010
-----] [-----]
: 15 15 11
: SOBRECARGA
: RRERA
: TRANSP. AUX
: 0:010
+-----] [-----]
: 11
  
```

```
Rung 2:70  
  COBESCA  
  FEFA  
  TRANS.DUM  
  C:013  
-----  
  10  
  12
```

Rung 2:71

```
-----END OF FILE-----  
-----
```

3.11. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

En los párrafos siguientes se describirán los pasos que se siguieron, para poder lograr que la Estación de Levante DL1 efectuará su secuencia de operación.

1. Se desarrolló el programa de escalera en el software de programación PLC-5 series 6200 Ver. 5.2, basándose en el diagrama eléctrico de control del DL1.
2. Se efectuó el cableado requerido de cada dispositivo en los racks (anaqueles), de acuerdo a la asignación de entradas y salidas -examinadas páginas atrás- en los módulos respectivos.
3. Se transfirió (cargó) el programa de escalera, de la terminal de programación (computadora) hacia el PLC-5, llevando a cabo, las subsiguientes acciones:
 - a. Enlace la terminal de programación con el PLC-5/10, a través del cable conector.
 - b. Sitúe el selector de modo de operación del PLC-5/10, en modo PROGRAM.
 - c. Para entrar al software de programación y realizar la transferencia del programa, teclee lo siguiente:
 - C: \ CD Ipds
 - C: \ Ipds\ Abmenu
 - Al acceder al software de programación del PLC-5, se pulsa:

1. **Online
Program
F1**

2. **Save /
Restore
F2**

3. **Restore
File
F4**

4. **Select
File
F3**

5. **Begin**
Oper
F1

6. **Verify File Restore**

Yes

F8

- d. Desconecte la terminal del PLC-5/10 y regrese el selector al modo de operación RUN.

Con la serie de pasos descrita anteriormente se ha finalizado con desarrollar el tercer capítulo, de tal forma que con la documentación expuesta en este trabajo de tesis de un problema de actualidad, se comprende las ventajas que se obtienen al implementar un controlador lógico programable a cualquier secuencia de operación -por variada y difícil que esta sea- de algún proceso que se desee automatizar

CONCLUSIONES

Mantener la competitividad en el mundo actual, es ahora más difícil que nunca. Existen más demandas y problemas; los problemas pueden ocasionar una gran pérdida de millones de pesos debido a tiempo y esfuerzos desperdiciados. La excesiva competencia de las diversas compañías tanto nacionales como transnacionales hace crucial que la calidad tanto en productos como en los servicios debe ser lo esencial.

Es por ello que en estos últimos años, el controlador lógico programable (PLC) -por su calidad tecnológica- está siendo más demandado en la industria de nuestro país, debido ha que sea comprobado su alta utilidad, exactitud, confiabilidad, seguridad y eficiencia, así como la capacidad de mantenerse en este medio productivo sin que se puedan calificar como obsoletos.

Es importante tomar en cuenta que al decidirse a automatizar un sistema se obtengan considerables ventajas sobre el diseño original con que operaba dicho proceso, el cual podría catalogarse como antiguo; es así que los beneficios alcanzados con la instalación e implementación del PLC-5/10 a la Estación de Levante son:

- Funcionamiento ininterrumpido y óptimo de la Estación de Levante (DL1) durante las horas de producción.
- Rapidez en la detección y eliminación de las fallas, ya sean eléctricas o mecánicas.
- Reducción tanto en los costos de producción como en los mantenimientos preventivo y correctivo.
- Reducción notable de cableado, en comparación al alambrado de relevadores que se tenía.
- Si se desea realizar modificación en la secuencia de operación, sólo es necesario desarrollar la programación requerida, añadir los módulos de entrada y salida correspondientes y llevar a cabo el alambrado de campo respectivo.

La rapidez con que avanza la tecnología nos brinda la posibilidad de construir nuevos diseños o modelos que podrán emplearse sin ningún problema en el siglo que se aproxima, logrando de esta manera entrar a un mercado de primer nivel mas competitivo, consiguiéndose con esto un aumento en la productividad y una mejor calidad uniforme del producto.

BIBLIOGRAFIA

Manual PLC-5
Programming.
Rockwell Software 1996.

Manual PLC-5
Allen-Bradley, PLC-5 Programable Controllers,
Instruction Set Referense.
Rockwell Software 1996.

Manual PLC-5
Software Configuration and Maintenanse.
Rockwell Software 1996.

Manual PLC-5
I/O Configuration Utility.
Rockwell Software 1996.

Manual PLC-5
1785 PLC-5 Hardware Installation.
Rockwell Software 1996.

Manual PLC-5
1785 PLC-5 Programmable Controllers Design Manual.
Rockwell Software 1996.

Manual PLC-5
1785 PLC-5 Programmable Controllers Design Worksheets.
Rockwell Software 1996.

Allen-Bradley
Automation Systems.
Rockwell International Corporation 1997.

Todos los Automatismos y su Solución.
Telemecanique, Groupe Schneider 1997.

Mantenimiento Industrial.

Ediciones Monitor, S.A., Tomo III

Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México.

Automatizar con Neumática.

FESTO PNEUMATIC

Eqnet 1997, Primera Edición.

Catalogo de Equipo Eléctrico.

Federal Pacific Electric de México, S.A. de C.V.

México 17, D.F.

Air Preparation Products.

Numatics 1990.

Sistemas de Combustion y Válvulas.

CICSA

Combustion Industrial y Control S.A. de C.V.

R5 / A5 Series Cylinders

Hidro-Line, Inc.

Tratado de Electricidad II. Corriente Alterna.

Chester L. Dawes

Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, España.

Control de Motores Eléctricos.

Walter N. Alerich.

Editorial Diana, México 1985.

Ingeniería de Control Moderna.

Katsuhiko Ogata

Editorial Prentice Hall, México, 1990.

Controladores Lógicos y Automatas Programables III.

E. Mandado, S.M. Acevedo, A. Pérez López

Bilbao España 1992.

Programmable Controllers. Theory and Implementation.

L.A. Bryan, E.A. Bryan.

USA Industrial Text 1988.