



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

1  
2 ej

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"ARAGON"

Aplicación del P.L.C. a la  
Automatización Industrial

TESIS  
Que para obtener el Título de:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Presenta:  
NOE ACEVEDO IXTEPAN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

San Juan de Aragón Edo. de Méx 1993



## **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 está 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.

# APLICACION DEL P.L.C. A LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

## Introducción

### I Conceptos fundamentales de teoría de control

- I.1.- Aspectos generales
- I.2.- Sistemas
- I.3.- Clasificación de sistemas
- I.4.- Sistemas lineales
- I.5.- Diagramas de bloques

### II Circuitos de control

- II.1.- Sistemas de control L.A.
- II.2.- Sistema de control L.C.
- II.3.- Retroalimentación
- II.4.- Componentes de un sistema de control retroalimentado

### III Controladores automaticos

- III.1.- Clasificación de los controladores automaticos
- III.2.- Control de dos posiciones
- III.3.- Control de acción proporcional
- III.4.- Control de acción integral
- III.5.- Control de acción derivativo
- III.6.- Control de acción proporcional derivativo
- III.7.- Control de acción proporcional integral derivativo

### IV Control lógico programable

- IV.1.- Introducción
- IV.2.- Configuración
- IV.3.- Estructura
- IV.4.- Programación

### V Aplicación del Control Lógico Programable

- V.1.- Descripción de la aplicación  
(Transportación , Almacenamiento de Materia Prima)
- V.2.- Diagrama de Flujo de la Aplicación  
(Transportación , Almacenamiento de Materia prima)
- V.3.- Diagrama eléctrico de la aplicación  
(Transportación , Almacenamiento de Materia Prima)
- V.4.- Diagrama de escalera de la aplicación  
(Transportación , Almacenamiento de Materia Prima)

Conclusiones.

Bibliografía.

## INTRODUCCION

El uso de las computadoras ha tenido un crecimiento explósivo conforme evoluciona y se difunde el uso de esta herramienta , las computadoras tienen un eficiente procesador de datos utilizados en todos los campos relacionados con el almacenamiento , procesamiento y recuperacion de datos y los procesos industriales no son la excepción

La era de las computadoras proporciona ahora otro tipo de control automático, el CONTROL LOGICO PROGRAMABLE "P.L.C."

El "P.L.C."es en realidad una computadora , es precisamente la aplicación del desarrollo computacional a la ingeniería de control , donde una computadora esta diseñada especialmente para un usuario ( ese usuario es una máquina )

Cuando hablamos de una computadora normal , pensamos en un teclado y una pantalla que nos permite comunicarnos con la computadora , donde el teclado es la entrada de información y la pantalla es la salida de información .

En comparación con un Control Logico Programable ( P.L.C.) el teclado y la pantalla no existen , esto quiere decir , que una maquina ó un proceso no puede enviar información a la computadora por el teclado e interpretarlos de una pantalla .

Para poder comunicarnos con un P.L.C. utilizamos los elementos de campo , Esto significa que los elementos de campo son capaces de enviar información desde el exterior hacia la computadora , a través de los puertos de entrada I.2

Por otra parte la computadora procesa información y envía los resultados a través de los puertos de salida hacia los elementos de trabajo .

Por lo tanto . Las computadoras normales van encaminadas a convertirse en un procesador de conocimientos y los P.L.C. llevan la tendencia en la industria hacia un control distribuido , donde los P.L.C.s se comunican , comparten y almacenan información y monitorean la secuencia de la máquina ó proceso en tiempo real .

## CAPITULO I

I.1.- ASPECTOS GENERALES

I.2.- SISTEMAS

I.3.- CLASIFICACION DE SISTEMAS

I.4.- SISTEMAS LINEALES

I.5.- DIAGRAMAS DE BLOQUES

RELACION DE DIBUJOS Y DIAGRAMAS DEL  
CAPITULO I

FIG.1.1.- REPRESENTA EL DIAGRAMA A BLOQUES

FIG.1.2.- REPRESENTA EL DIAGRAMA DEL PUNTO  
SUMA

FIG.1.3.- REPRESENTA EL DIAGRAMA A BLOQUES  
DE LA GANANCIA

## I CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE TEORIA DE CONTROL

### I.1- ASPECTOS GENERALES

La evolución y necesidades del hombre condujo a desarrollar teorías para explicar el funcionamiento de los fenómenos naturales . En los inicios de la era industrial el control de procesos se llevó a cabo mediante tanteos basados en la intuición y en la experiencia acumulada , fue en el siglo III A.C. cuando se contruyó un reloj de agua , se conocio como reloj de Tibios de Alejandria .Este sistema controlaba una variable ( flujo de agua ) en una forma preestablecida

Varios autores están de acuerdo que la aparición del gobernador centrífugo de James Watt en 1788 ,

Cuya función era controlar la velocidad de una máquina de vapor , dio como resultado el inicio a la edad de control automatico a nivel industrial .

La teoría del control empieza a ser integrada a partir de los trabajos de Laplace y Fourier sobre transformaciones ortogonales , Cauchy sobre variable compleja . Pero hasta 1876 el ruso Wischnegradsky realizó un trabajo más profundo sobre el mismo tema . En 1922. Minorsk desarrolló un estudio teorico sobre la aplicación de elementos no lineales en Sistemas Automaticos.

Apartir de 1930 aparecen una serie de trabajos : Black 1939 ; Nyquist 1932 ; Bode 1945 ; Hall 1946 y Evans 1948 . que son la base fundamental de la Teoría Clasica del Control

### C.1.2.

Paralelamente a las aportaciones intelectuales surgen necesidades industriales , mismas que se resuelven con el control automatico y se convierte en vital para el avance de la vida moderna , terminada la guerra mundial y con la experiencia adquirida , no tardo en aplicar la tecnologia bélica a la vida industrial y doméstica . Más tarde el desarrollo de la electrónica , la física , las comunicaciones la instrumentación y la computación aplicada a la ingenieria de control apoyaron a los avances de los procesos industriales .

Antes de describir la manera en que las computadoras han evolucionado hasta nuestros días , se describirá el proceso que dió origen a todo ello . Ahora sabemos que el proceso ha estado presente ya en las culturas más antiguas que se conocen .

Se puede asegurar que en las primeras culturas que se desarrollaron sobre la tierra ya aparecen representaciones y sistemas numéricos, conceptos avanzados e instrumentos contables que al paso de los siglos, vienen a construir la base de la matemática y de las máquinas más avanzadas de nuestro tiempo. En cuanto el primer homo sapiens tuvo la necesidad de contar y agrupar elementos que constituan su ambiente, surgieron entonces las nociones más elementales de la aritmética.

Caldeos, babilonios y egipcios utilizaron cotidianamente números, cuentas y representaciones aritméticas, los mayas , los más avanzados científicos del pasado americano, descubrieron y utilizaron el concepto del cero, con lo que pudieron construir un poderoso sistema numérico que les permitió abordar problemas matemáticos y astronómicos.

Los árabes introdujeron el sistema decimal, dieron luz al álgebra, de donde pudieron desarrollar la trigonometría, el cálculo diferencial e integral, y otras muchas materias , que han servido a los hombres de todas las épocas posteriores para enfrentar los problemas de sus días.

De forma natural fueron surgiendo las máquinas que, podían auxiliarlo a poner en práctica sus ideas. Así surgió primeramente el ábaco árabe y las tablas que contenían los resultados de las operaciones que cada sociedad usaba más comúnmente.

Uno de los secretos mejor guardados durante la Segunda Guerra Mundial fue el desarrollo de una máquina construida en la Universidad de Pensilvania en E.U. ; que utilizaba válvulas electrónicas (bulbos) y conexiones de alambre semejantes a cualquier televisor .

Se trataba de una calculadora electrónica construida con 18 mil bulbos y cerca de medio millón de piezas

#### C.1.4.

diferentes , ocupaba una superficie de 200 metros cuadrados y era un dispositivo electrónico muy grande y complicado jamás construido .

Esta generación de computadoras se caracterizó por el uso de tubos de vacío ( bulbos ) como componentes básicos de sus circuitos internos; por ello eran demasiado voluminosos ( en realidad gigantescas ), consumían mucha energía y producían tanto calor que fue preciso establecer rígidos controles en cuanto al aire acondicionado y temperatura. No eran tan confiables como se había esperado, eran rápidos pero no lo suficiente, y tenían la capacidad de almacenamiento interno muy limitada

Sin embargo , la característica que verdaderamente distinguió a estas máquinas , de cualquier máquina construida anteriormente, fue la capacidad de tomar decisiones lógicas ( fue la primera generación de computadoras ).

Los transistores sustituyeron a los bulbos, reduciéndose las deficiencias de las máquinas anteriores, surgiendo las memorias de ferrita y permitieron reducir el tamaño , aparecieron así la segunda generación de computadoras.

En 1964 apareció en el mercado la tercera generación de computadoras con circuitos integrados monolíticos, gracias a los cuales aumentó considerablemente su velocidad de operación, incrementando a su vez la confiabilidad y dismi\_

nuyendo su costo y su tamaño una de las características fundamentales de estos nuevos equipos fue la gran compatibilidad de sus componentes, permitiendo que hubiera una gran flexibilidad en la modificación o expansión de los sistemas de cómputo sin alterar los sistemas básicos es importante señalar que las computadoras de esta generación se utilizaron tanto para fines científicos como comerciales, sin embargo eran caras y sólo podían ser manejadas por personal especializado .

A principios de la década de los setenta la manufactura de los circuitos integrados llega a ser tan avanzadas que se logran incorporar miles de componentes electrónicos en un espacio de fracción de pulgada, a esto se le llama integración a gran escala de circuitos ( L.S.I. " Large Scale Integration " )

En estos nuevos circuitos están integrados los sistemas anteriores y a partir de este tipo de componentes surgen los microprocesadores que son dispositivos electrónicos ( L.S.I.) que realizan las funciones de la unidad central de proceso ( C.P.U. ) entendiase como el cerebro de una gran computadora

Los microprocesadores por ejemplo son la base de las sofisticadas calculadoras programables de bolsillo, así como las pequeñas y poderosas computadoras personales ( cuarta generación )

## I.2. SISTEMAS

Cuando se estudia un tema en particular , es conveniente uniformizar la terminología con objeto de que las mismas definiciones correspondan a los mismos conceptos . A continuación se mencionan algunos conceptos del sistema de control

**SISTEMA** .- es un conjunto o colección de objetos , entidades o conceptos relacionados de tal manera que forman un todo ó actúan como una unidad compleja , por los diferentes elementos y conceptos que intervienen

**Proceso**.- Es una secuencia de operaciones naturales o artificiales , desarrolladas progresivamente , en forma continua o discreta , caracterizada por una serie de cambios graduales que suceden en forma fija o con una cierta estructura estadística .

## I.3. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS

Los sistemas y sus procesos se pueden clasificar en varios tipos , en función de la relación que existe entre variables de salida y variables de entrada .

**SISTEMAS DETERMINISTICOS** . Son aquellas entradas iguales aplicadas al sistema en diferentes tiempos que produciendo siempre salidas de forma similar

### C.1.7.

SISTEMAS ALEATORIOS.- Son aquellos donde las entradas son iguales pero aplicadas en diferentes tiempos y producen salida diferentes cada una con cierta probabilidad de ocurrencia .

SISTEMAS CONCENTRADOS .- Cuando las propiedades físico , químicas de los elementos que conforman al sistema se concentran en un punto , se dice que dicho sistema es concentrado

SISTEMAS DISTRIBUIDOS .- Son aquellos cuyas propiedades de los elementos que los conforman se distribuyen a través de todo el elemento .

SISTEMAS EN FUNCION DEL TIEMPO .-Un sistema es de este tipo , cuando las variables que lo integran son funciones del tiempo es decir  $x = f ( t )$  . dentro de esta clasificacion caen la mayoría de los sistemas

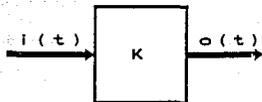
SISTEMAS INVARIABLES EN EL TIEMPO .-Son aquellos cuyas variables no son función del tiempo .

SISTEMAS DISCRETOS .- Estos sistemas se tienen cuando las entradas dan origen a salidas que solo se producen en periodos discretos de tiempo .

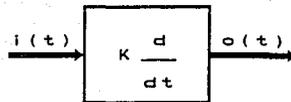
#### I.4. SISTEMAS LINEALES

Se dice que un sistema es lineal, cuando cumple con los principios de superposición y proporcionalidad.

Principio de la proporcionalidad .- se dice que un sistema cumple con este principio cuando a una entrada  $i(t)$  corresponde una salida  $o(t)$  proporcional a tal entrada

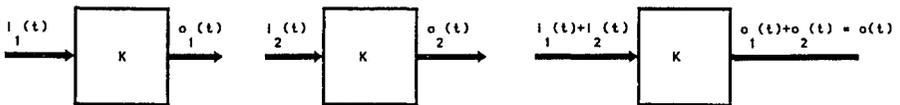


$$o(t) = Ki(t)$$



$$o(t) = K \frac{di(t)}{dt}$$

Principio de la superposición .- un sistema cumple con este principio si su respuesta a una entrada formada por la suma de varias entradas individuales, es igual a la suma de las respuestas debidas a cada entrada aplicada separadamente.



$$o(t) = o_1(t) + o_2(t) = K \begin{bmatrix} i_1(t) + i_2(t) \end{bmatrix}$$

Un sistema que cumple con los principios anteriores es un sistema lineal. los sistemas lineales se pueden repre \_

c.1.9.

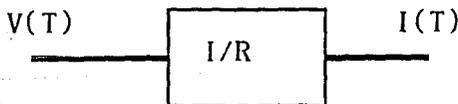
sentar matematicamente por ecuaciones algebraicas lineales

### I.5. DIAGRAMAS DE BLOQUES.

Con el objeto de poder describir graficamente a un sistema , es posible representár a éste o a sus subsistemas por medio de un rectangulo , al cual se le asocian lineas con flechas .

BLOQUE .- el rectangulo representa cualitativamente al sistema , y las lineas repretan señales de entrada y salida dependiendo de la dirección de las flechas . al conjunto rectangulo-flechas se conoce como bloque .

El diagrama de bloques debe mostrar la variable de salida , la variable de entrada y como se encuentran relacionadas entre si por los parámetros del sistema ,Por ejemplo en la fig.1.1



$$I(T) = 1/R V(T)$$

fig.1.1.

C.1.10.

PUNTO SUMA .- un pequeño círculo con líneas y flechas asociadas se emplean para representar a un comparador o a un punto suma . Si las flechas van hacia el círculo son entradas , y si salen de el representan señales de salida . No debe olvidarse que es una suma algebraica , Por lo tanto . Se recomienda poner ( + , - ) con el objeto de definir con precisión la operación del punto suma . Por ejemplo , en la fig.1.2.

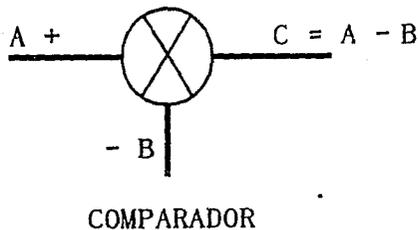
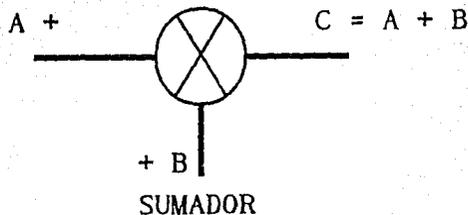


fig.1.2.

En un comparador  $A - B = C$  se le denomina señal de error .

nota: La función de transferencia es la relación de la salida  $o(t)$  a la entrada  $i(t)$  es un caso particular de este concepto es la ganancia .

GANANCIA : Se denomina ganancia de un sistema a la relación de salida  $o(t)$  con respecto a la entrada  $i(t)$  siendo ambas variables funciones del tiempo . Como se muestra en la fig.1.3.

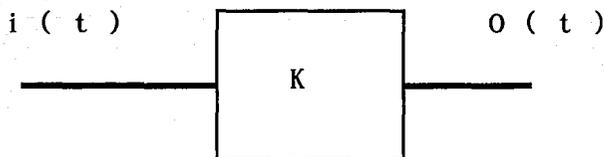


fig.1.3

$o(t)$

———— = K ganancia

$i(t)$

## CAPITULO II

### CIRCUITOS DE CONTROL

II. 1 - SISTEMA DE CONTROL C.A.

II. 2.- SISTEMA DE CONTROL C.C.

II. 3.- RETROALIMENTACION

II. 4.- COMPONENTES DE UN SISTEMA  
DE CONTROL RETROALIMENTADO

RELACION DE DIBUJOS Y DIAGRAMAS DEL  
CAPITULO II

FIG.2.1.- REPRESENTA UN CALENTADOR DE AGUA  
CON SU CIRCUITO DE CONTROL ABIERTO

FIG.2.2.- REPRESENTA UN CALENTADOR DE AGUA  
CON SU DIAGRAMA A BLOQUES EN CIRCUITO  
ABIERTO

FIG.2.3.- REPRESENTA UN CALENTADOR DE AGUA  
CON SU CIRCUITO DE CONTROL CERRADO

FIG.2.4.- REPRESENTA UN CALENTADOR DE AGUA  
CON SU DIAGRAMA A BLOQUES EN CIRCUITO  
CERRADO

FIG.2.5.- REPRESENTA UN DIAGRAMA A BLOQUES DE  
UN CONTROL RETROALIMENTADO

FIG.2.6.- REPRESENTA UN DIAGRAMA ELECTRICO DE  
UN CONTROL RETROALIMENTADO

## II.- CIRCUITOS DE CONTROL

Recordando , Un sistema de control es un conjunto de elementos , entidades o conceptos , relacionados de tal manera que son capaces de gobernar , regular ó dirigir , de acuerdo a un cierto criterio de referencia .

Los circuitos de control se clasifican en dos categorías sistema de control en circuito abierto y sistema de control en circuito cerrado .

### II.1.- SISTEMAS DE CONTROL EN CIRCUITO ABIERTO

En los circuitos de control abierto la acción de control es independiente de la señal de salida , la señal de salida puede cambiar su valor en función de la variación externas .

A continuación se muestra en la fig. 2.1 un sistema de control abierto aplicado a un calentador de agua

Con el control manual (HC) , se fija un determinado gasto de combustible , el cual es estimado en base a la experiencia del operador para obtener una determinada temperatura de salida .

la temperatura de salida puede cambiar por la variación de la entrada (CARGA) , presión y temperatura del combustible .

En la fig.- 2.1 se representa un circuito abierto de un calentador de agua .

En la fig.- 2.2 se representa un diagrama a bloques de un calentador de agua .

# CALENTADOR CON CIRCUITOS DE CONTROL ABIERTO

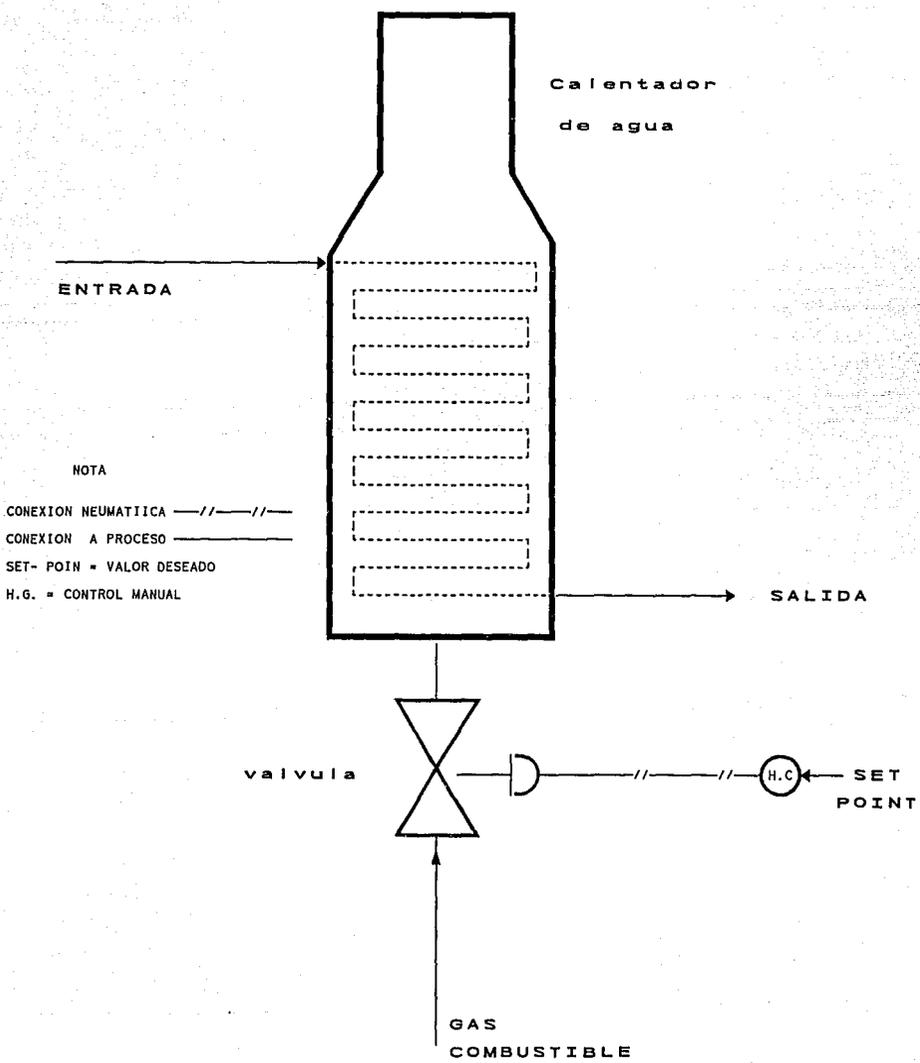


fig.- 2.1

# CALENTADOR DE AGUA Y SU DIAGRAMA A BLOQUES

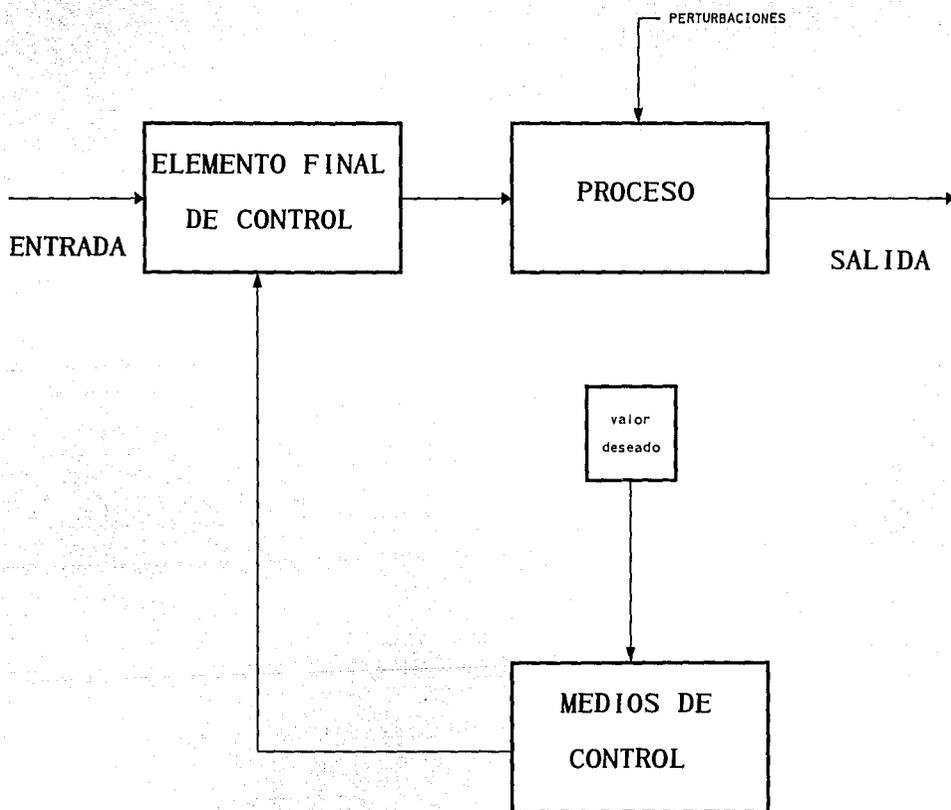


fig.- 2.2

## II.2- SISTEMAS DE CONTROL EN CIRCUITO CERRADO

los sistemas de control en circuito cerrado son aquellos en los cuales , la acción de control es en cierto modo dependiente de salida, la principal diferencia entre los circuitos de control abierto y cerrado radica en que los últimos traen implícita alguna forma de RETROALIMENTACION .

## II.3.- RETROALIMENTACION .

El sistema de control retroalimentado es aquel que tiende a mantener la relación preestablecida entre la salida y la entrada de referencia , comparando ambas y utilizando la diferencia como parametro de control .

Existen dos tipos básicos de retroalimentación en circuito de control cerrado : POSITIVO Y NEGATIVO

La retroalimentación positiva , es una operación que aumenta el desbalance , es decir, impide la estabilidad del sistema .

por ejemplo : si se quiere controlar la temperatura de una área , con retroalimentación positiva , aumentará el calor cuando la temperatura estuviera arriba del punto de ajuste ( valor deseado ) y se apagaría cuando estuviera abajo

### C.2.3.

la retroalimentación negativa: hace que los sistemas de circuito cerrado sean relativamente insensibles a las perturbaciones extremas .

por otro lado , la continua tendencia a corregir errores puede producir oscilaciones de amplitud constante o variable por lo que hace necesario aplicar los análisis de estabilidad .

recordando el ejemplo del controlador de temperatura donde su objetivo era controlar la temperatura de una area aplicando la retroalimentación negativa , lo que realiza es una función de balance . si la temperatura es muy alta ,

El calor es reducido , la acción tomada se manipula negativamente .

Por lo tanto. El sistema de control retroalimentado aplica la retroalimentación negativa .

En la fig.- 2.3 se representa el calentador de agua con el circuito de control cerrado y la fig.- 2.4 representa el diagrama a bloques del mismo circuito .

# CALENTADOR DE AGUA CON CIRCUITO DE CONTROL CERRADO

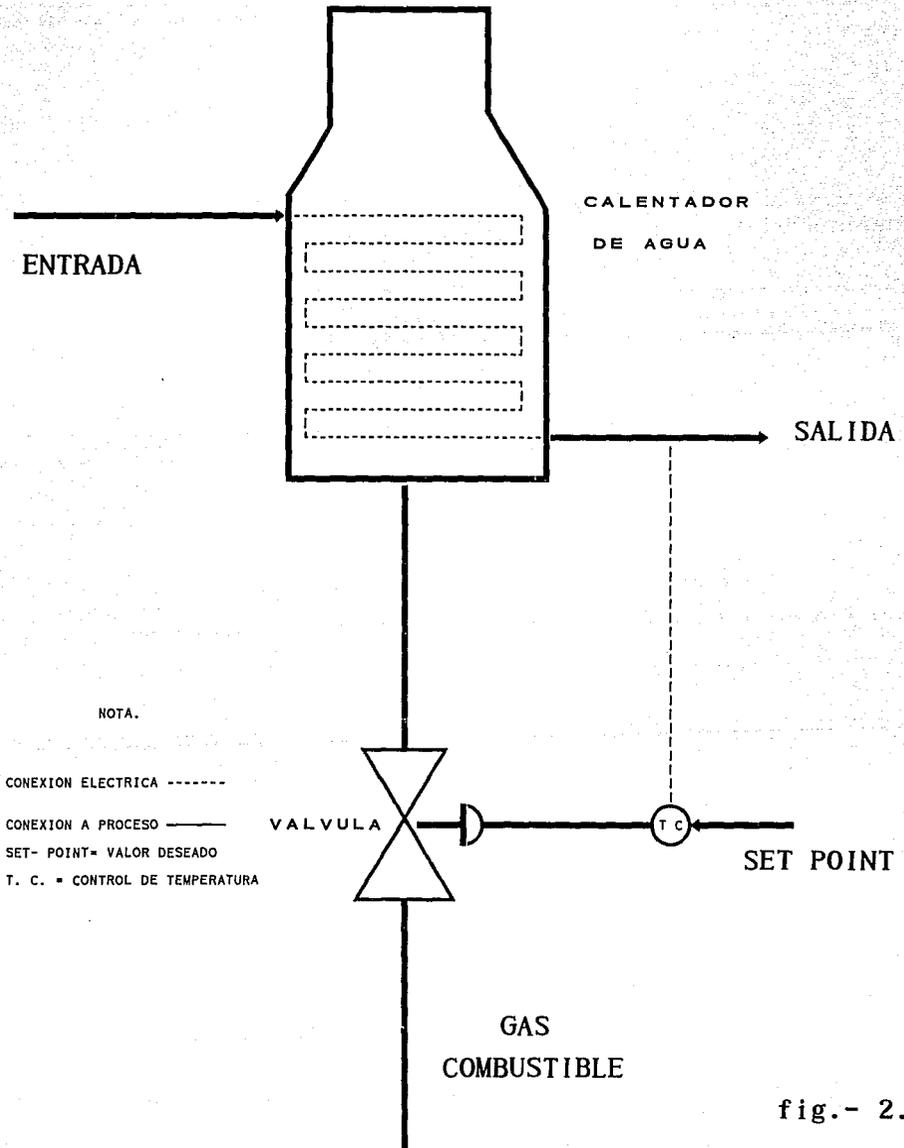


fig.- 2.3

## CALENTADOR CON CIRCUITO DE CONTROL

## CERRADO Y SU DIAGRAMA A BLOQUE

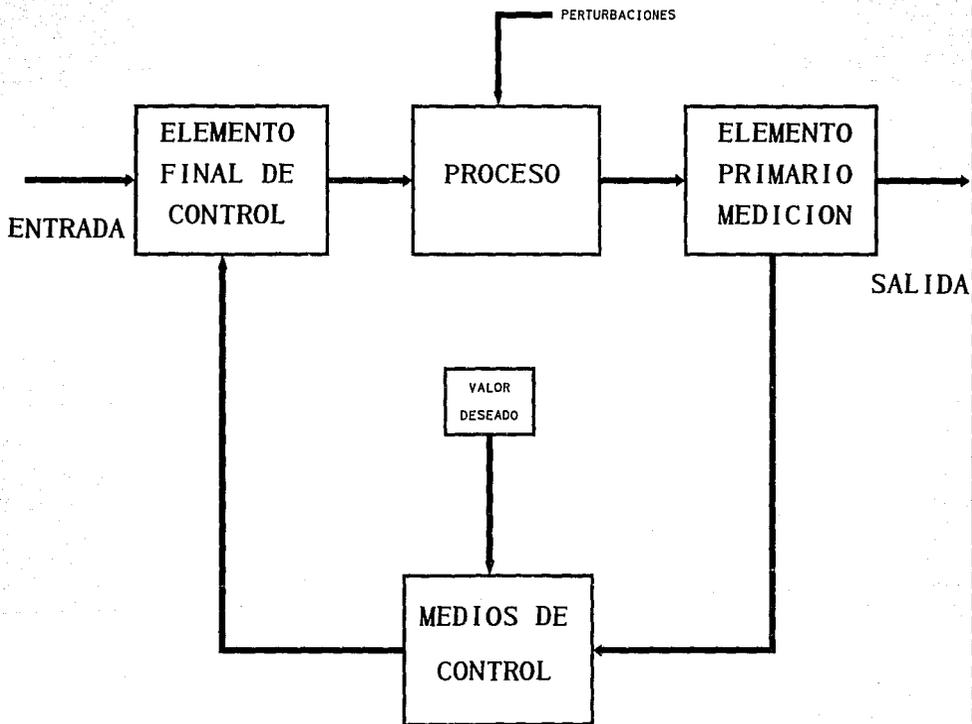


fig.- 2.4

## II.4.- COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL RETROALIMENTADO

Independiente de la naturaleza del sistema de control que se quiere estudiar es importante recordar los siguientes conceptos.

**PLANTA :** es el sistema o proceso a ser controlado , generalmente se considera inalterable , es decir , no se debe alterar .

**ELEMENTO DE MEDICION :** es el elemento primario de medición , el cual mide el valor de la variable controlada y lo transmite electricamente ó neumáticamente al controlador .

**COMPARADOR :** es el dispositivo que hace la comparación entre el set point (valor deseado ) y la señal correspondiente a la salida del elemento de medición ó transmisión , la señal de salida del comparador es la señal de error . en la actualidad el comparador viene integrado al controlador .

**CONTROLADOR :** su entrada proviene del comparador y su objetivo es obtener la mínima desviación ó error entre el valor deseado de la variable y el valor de la variable controlada .

**AMPLIFICADOR :** frecuentemente tanto la señal de error como la salida del controlador no tiene un nivel de potencia adecuado para manejar la planta .

Por lo tanto , el elemento de enlace entre el controlador y la planta es un amplificador de potencia .

### C.2.5.

**TRANSDUCTOR** : cuando la naturaleza de la variable de la salida del amplificador es diferente de la naturaleza de la variable que actúa sobre la planta , resulta necesario utilizar un transductor cuyo objetivo es convertir un tipo de señal a otra ; generalmente es un transductor de presión a corriente .

**ACTUADOR** : es el elemento final de control que ajusta el valor de la variable manipulada para obtener en la variable controlada el valor deseado .

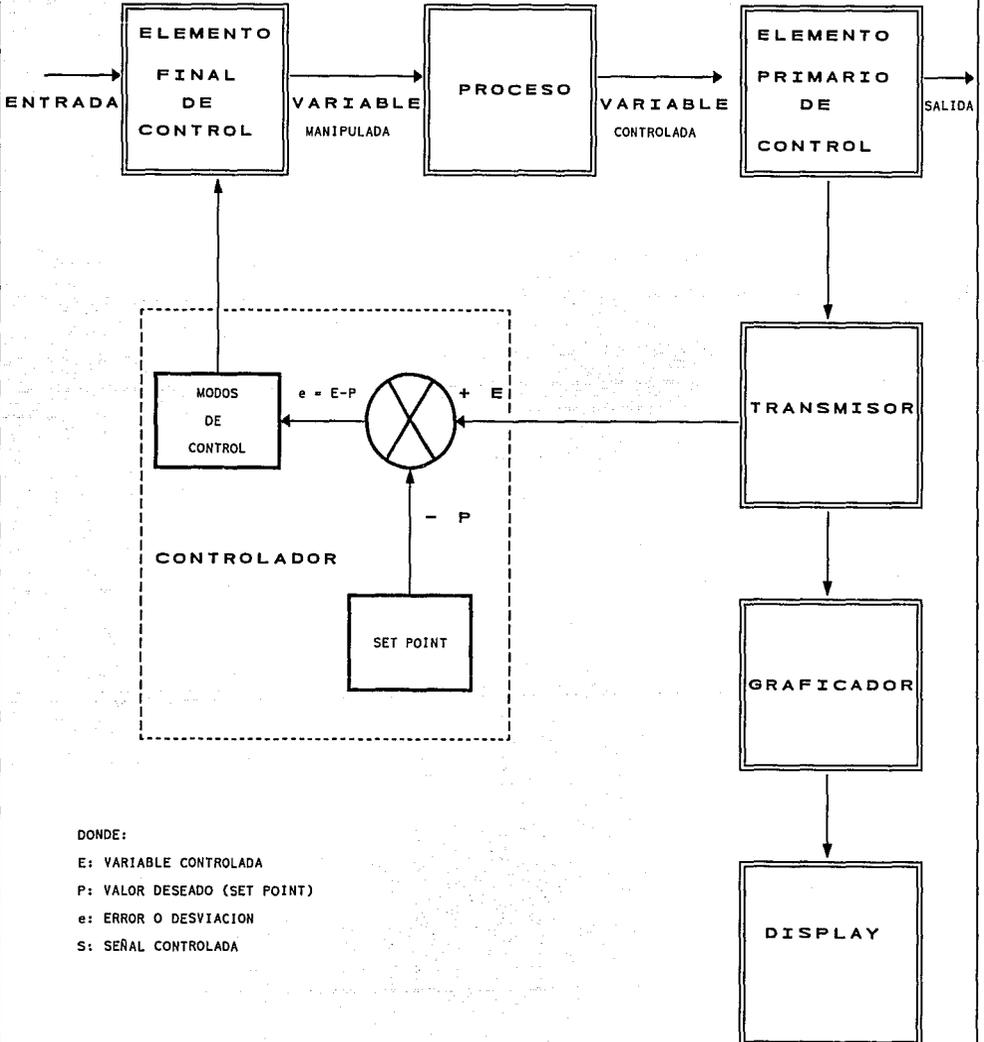
**VARIABLE DE CONTROL** : es la salida del controlador , es la variable corregida , es la entrada del elemento final de control ( actuador )

**VARIABLE CONTROLADA** : dentro del lazo de control es la variable que se capta ( mide ) a la salida del sistema . a través del elemento primario de control .

En la fig.- 2.5 se representan los componentes de un sistema de control retroalimentado .

En la fig.- 2.6 se representa el diagrama eléctrico de un control retroalimentado .

## DIAGRAMA A BLOQUE DE UN CONTROL RETROALIMENTADO



DONDE:  
 E: VARIABLE CONTROLADA  
 P: VALOR DESEADO (SET POINT)  
 e: ERROR O DESVIACION  
 S: SEÑAL CONTROLADA

fig.- 2.5

# DIAGRAMA ELECTRICO DE UN CONTROL RETROALIMENTADO

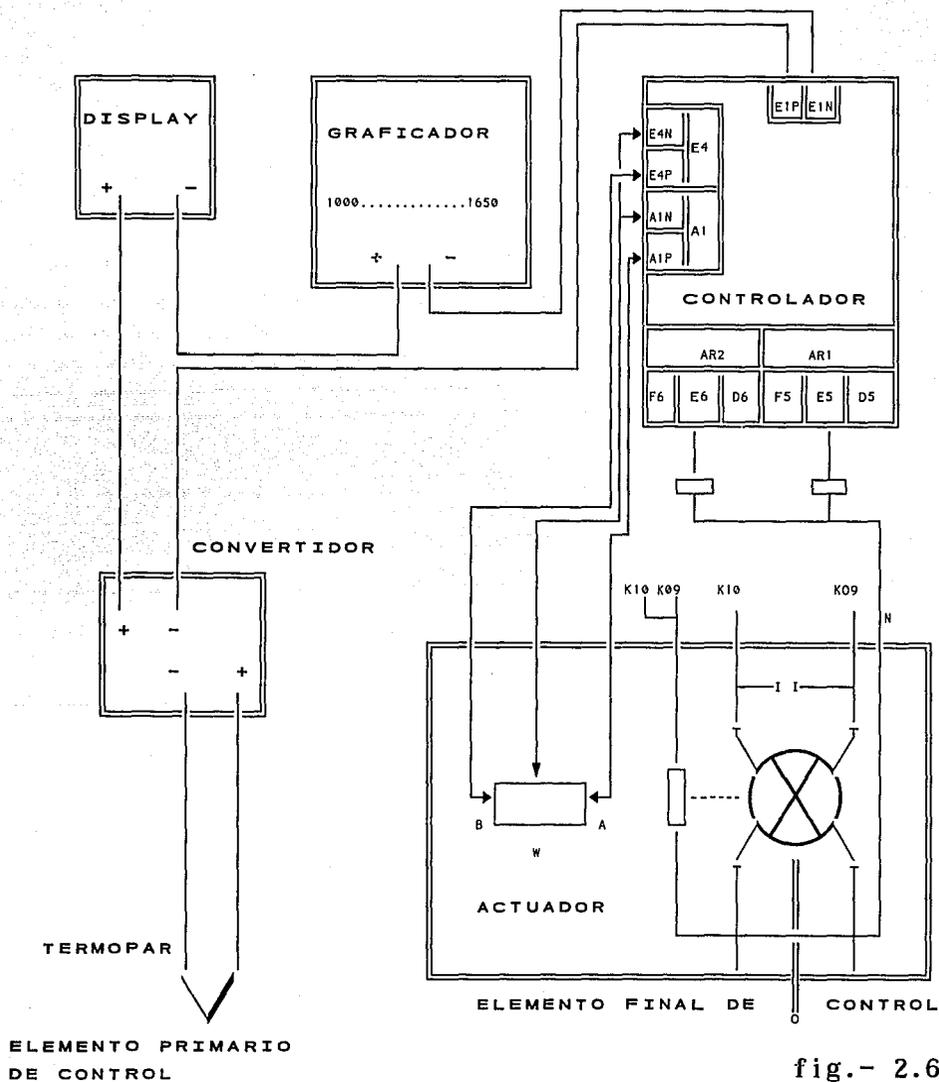


fig.- 2.6

## CAPITULO III

### CONTROLADORES AUTOMATICOS

III.1. - CLASIFICACION DE LOS CONTROLADORES  
AUTOMATICOS

III.2.- CONTROLADOR CON DOS POSICIONES

III.3.- CONTROLADOR CON ACCION PROPORCIONAL

III.4.- CONTROLADOR CON ACCION INTEGRAL

III.5.- CONTROLADOR CON ACCION DERIVATIVO

III.6.- CONTROLADOR CON ACCION PROPORCIONAL  
DERIVATIVO

III.7.- CONTROLADOR CON ACCION PROPORCIONAL  
INTEGRAL Y DERIVATIVO

RELACION DE DIBUJOS Y DIAGRAMAS DEL  
CAPITULO III

- FIG.3.1.- REPRESENTA EL DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONTROL PROPORCIONAL DERIVATIVO ( P.D.)
- FIG.3.2.- REPRESENTA LA RESPUESTA DE UN CONTROL (P.D.)
- FIG.3.3.- REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DE UN CONTROL (P.D.)
- FIG.3.4.- REPRESENTA EL DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONTROL PROPORCIONAL, INTEGRAL Y DERIVATIVO(P.I.D.)
- FIG.3.5.- REPRESENTA LA RESPUESTA DE UN CONTROL (P.I.D.)
- FIG.3.6.- REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DE UN CONTROL(P.I.D.)
- FIG.3.7.- REPRESENTA UN EJEMPLO CON LA APLICACION DE UN CONTROL(P.I.D.)
- FIG.3.8.- REPRESENTA EL DIAGRAMA A BLOQUES DE LA APLICACION DE UN CONTROL(P.I.D.)
- FIG.3.9.- REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DE UN CONTROL PROPORCIONAL(P) DEL EJEMPLO
- FIG.3.10.- REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DE UN CONTROL INTEGRAL(I) DEL EJEMPLO
- FIG.3.11.- REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DE UN CONTROL DERIVATIVO (D) DEL EJEMPLO
- FIG.3.12.- REPRESENTA EL COMPORTAMIENTO DE UN CONTROL (P.I.D.) DEL EJEMPLO

## CONTROLADORES AUTOMATICOS

El controlador automático es la parte fundamental de todo sistema de control y está compuesta básicamente por dos elementos : un comparador (elemento interno del controlador) por medio del cual se compara la señal detectada del proceso con una señal equivalente al valor deseado , produciendo una señal de error y un controlador cual aplica los modos de control para hacer el tratamiento adecuado del error y aplicarlo al elemento final de control .

Los modos de control se aplican a circuitos de control retroalimentado e indican la forma en que el controlador corrige las desviaciones

Los modos de control existentes son:

- 1.- Control Proporcional (P)
- 2.- Control de dos posiciones (on-off)
- 3.- Control de acción integral (I)
- 4.- Control de acción derivativa (D)
- 5.- Control de acción proporcional e integral (PI)
- 6.- Control de acción proporcional integral y derivativa ( P.I.D )

Un control automático compara el valor efectivo de la salida de una planta con el valor deseado , determina la desviación y produce una señal de control que reduce la desviación a cero o a un valor pequeño . La forma en que el control automático produce la señal de control recibe el nombre de " ACCION DE CONTROL "

### C.3.2.

Una característica de los controles automáticos es cuando se tiene un sistema con una ganancia alta y cuando el error en estado estacionario ( OFF set ) es pequeño y la salida se acerca al valor fijado .

Pero una ganancia alta en el loop ( lazo de control ) significa que cualquier variación en el proceso sera grandemente amplificado , haciendo que el sistema oscile y se comporte de manera inestable durante los transitorios

Si el sistema tiene una ganancia baja , la respuesta tiene un evolución adecuada durante la primera etapa transitoria , pero el error en el estado estacionario es considerable , Por eso analizaremos los diferentes modos de control .

### III.1.- CLASIFICACION DE LOS CONTROLADORES AUTOMATICOS

CONTROLADORES CON DOS POSICIONES ( ON -OFF )

CONTROLADORES CON ACCION PROPORCIONAL

CONTROLADORES CON ACCION INTEGRAL

CONTROLADORES CON ACCION DERIVATIVA

CONTROLADORES CON ACCION PROPORCIONAL E INTEGRAL

CONTROLADORES CON ACCION PROPORCIONAL , INTEGRAL Y  
DERIVATIVA

La mayoría de los controladores usa como fuentes de potencia a la electricidad o un fluido a presión que puede ser aceite o aire .

También se pueden clasificar según la fuente de energía usada en los controladores neumáticos , hidráulicos y electrónicos .

El tipo de control a usar depende de la naturaleza de la planta y sus condiciones de funcionamiento , inclusive de las condiciones de seguridad , costo , confiabilidad precisión y tamaño .

### III.2. CONTROL DE DOS POSICIONES

En un controlador con dos posiciones ( ON - OFF ) Cuando se emplea el control de dos posiciones en un proceso el elemento final de control adopta una de las dos posiciones posibles , dependiendo de la variable controlada , arriva ó abajo del valor deseado

#### C.3.4.

Por ejemplo , una válvula de control estará completa mente abierta o completamente cerrada ; Por lo tanto , el actuador de la válvula debe recibir sólo dos valores diferentes de presión ( 3 y 15 psi. ) lo cual permite que la salida del controlador sea la máxima o la mínima posible ( 3 - 15 psi ó 4 - 20 ma ) .

Nota los controladores de dos posiciones son dispositivos eléctricos , un interruptor acciona una bomba , un motor ó una valvula accionada por una solenoide , este tipo de control es muy usado en sistemas industriales y domésticos por que es muy sencillo, económico y fácil de implantar .

### III .3. CONTROLADOR CON ACCION PROPORCIONAL

Este tipo de control se define como la salida que cambia proporcionalmente con el error del sistema ;

$$u ( t ) = + \frac{Kc}{s} e ( t )$$

donde :

$u ( t )$  = set point ( valor deseado )

$Kc$  = ganancia proporcional

$e ( t )$  = es la señal de error

el signo + , - se relaciona con la acción del controlador , ya que esta puede ser DIRECTA o INVERSA .

un controlador es de acción directa cuando al aumentar la señal de medición aumenta .

### C.3.5.

Un controlador es de acción inversa cuando una disminución en la señal de medición ocasiona que la salida del controlador aumente .

la ganancia de un controlador se define :

$$K_c = \frac{1}{\text{B.P.}} \times 100$$

donde :

$K_c$  = a la ganancia del controlador

B.P. = es la banda proporcional .

Normalmente los controladores vienen con una escala de banda proporcional (B.P) para ajustar la ganancia permitida por el controlador . Si la banda proporcional es alta , el controlador proporciona muy poca ganancia y viceversa .

El valor de la banda proporcional se expresa en ( % )  
Por lo tanto , La banda proporcional se define como el porcentaje que debe variar la variable controlada , para que el elemento final de control se desplace de una posición externa a la otra y es función inversa de la ganancia .

$$G = \frac{1}{\text{B.P.}}$$

## C.3.6.

## III.4. CONTROLADOR CON ACCION INTEGRAL ( RESET )

En este tipo de control la variación de la salida en el controlador es proporcional a la integral del error con respecto al tiempo , lo cual lo podemos representar matemáticamente como :

$$M ( t ) = \frac{1}{T_r} \int_0^t e ( t ) dt$$

donde :

$M ( t )$  = control integral

$T_r$  = constante de tiempo integral

( expresada en minutos y segundos )

$e ( t )$  = es la señal de error

La salida de un integrador puede ser diferente de cero aunque la señal de entrada sea cero ; esta característica es aprovechada para hacer que el controlador produzca una señal de corrección en estado permanente , siendo el error igual a cero .

Como la salida del error queda flotando, a este tipo de control también recibe el nombre de control flotante , el control de acción integral responde tanto a la amplitud como a la duración de la desviación .

Por lo tanto este modo de control continúa en operación hasta lograr una corrección exacta para cualquier cambio en la carga

Esta es una ventaja del control integral , El inconveniente es que usando la acción integral sola , existe el peligro de hacer inestable la variable controlada , Por lo que generalmente se acompaña de acción proporcional .

### III.5.- CONTROLADOR CON ACCION DERIVATIVA

La acción de control derivativa agregada a un control proporcional brinda un medio de obtener control con una alta sensibilidad . Una ventaja de usar acción derivativa , es que responde a la velocidad de variación del error actuante y puede producir una corrección significativa antes de que el error se haga excesivo . Este modo de control derivativo se anticipa al error actuante , inicia una acción correctiva y tiende a aumentar la estabilidad del sistema , Las unidades en que se mide la acción derivativa es en unidades de tiempo por ejemplo . Cuando se dice que la acción derivativa tiene un ajuste de dos minutos , esto significa que la acción derivativa se anticipara dos minutos en su respuesta , a la acción proporcional para controlar el proceso .

### III.6. Controlador con acción proporcional y derivativo

La acción de control proporcional y derivativo se define con la siguiente ecuación :

$$m(t) = K_p \left[ e(t) + T_d \frac{de(t)}{dt} \right]$$

y su función de transferencia es:

$$\frac{M(S)}{E(S)} = K_p (1 + T_d S)$$

es decir:

$m(t)$  = salida del controlador ó señal de mando

$e(t)$  = es el error actuante ó entrada del controlador

$K_p$  = es la sensibilidad proporcional

$T_d$  = es el tiempo derivativo

$k_p$  y  $T_d$  son regulables

La acción de control derivativa , a veces denominada control de velocidad , Es cuando el valor de la salida del controlador es proporcional a la velocidad de variación de la señal de error actuante.

El tiempo derivativo (TD) es el intervalo de tiempo en que la acción de velocidad se adelanta al efecto de la acción proporcional

A continuación se presenta un diagrama a bloques de un control P.D. en la fig.3.1 y enseguida se presentara la respuesta de un control P.D. a una señal de error  $e(t)$  , la cual es una función rampa unitaria.

Como puede verse en la fig. 3.2 y en la fig.3.3 se puede ver la acción de control derivativa tiene caracter de anticipación, sin embargo esta acción nunca puede anticiparse a un evento que aun no a tenido lugar.

## DIAGRAMA DE BLOQUE DE UN CONTROL

## PROPORCIONAL DERIVATIVO

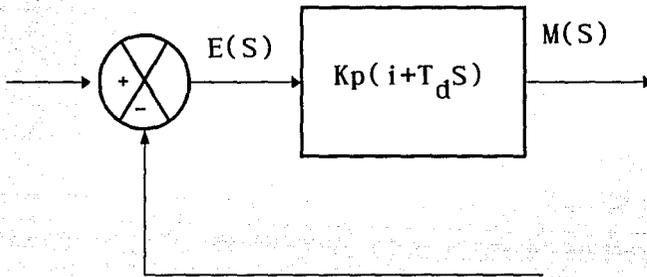


fig.3.1.

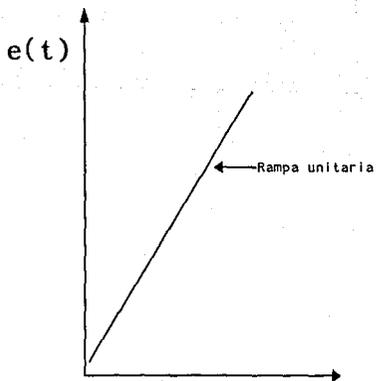


fig.3.2 t

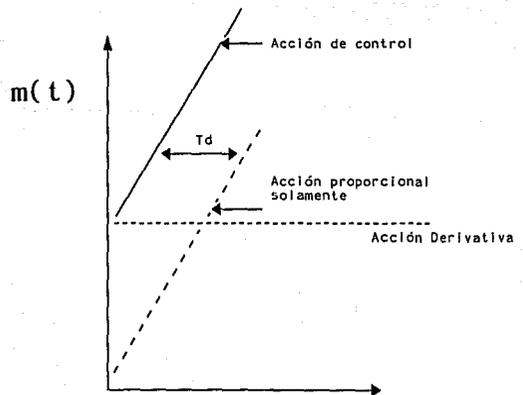


fig.3.3 t

### III.7. CONTROLADOR CON ACCION PROPORCIONAL INTEGRAL Y DERIVATIVO (P.I.D.)

La acción de control proporcional , integral y derivativos (P.I.D.) es la combinación de los efectos de de todos ellos :

Acción Proporcional.- El control proporcional es esencialmente un amplificador con ganancia ajustable

La acción integral (reset).- El control de acción integral responde tanto a la amplitud como a la duración de la desviación , Esto significa que este modo de control opera hasta lograr una corrección exacta para cualquier cambio de carga.

Acción Derivativa .- La acción de control derivativa a veces también llamada control de velocidad , Por que la salida de control es proporcional a la velocidad de variación de la señal de error actuante . Por lo tanto , mientras la acción de control derivativo tiene la ventaja de ser anticipadora , también tiene la desventaja de amplificar las señales de ruido y puede producir señales de saturación , es importante mencionar que nunca debe tener una acción de control derivativa solo por que control es efectivo únicamente durante periodos transitorios .

La ecuación de esta acción de control combinada esta dada por :

$$m(t) = K_p e(T) + k_p T_d \left[ \frac{de(T)}{d(T)} \right] + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(T) dt$$

la ecuación de transferencia es:

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \left( 1 + T_d s + \frac{1}{T_i s} \right)$$

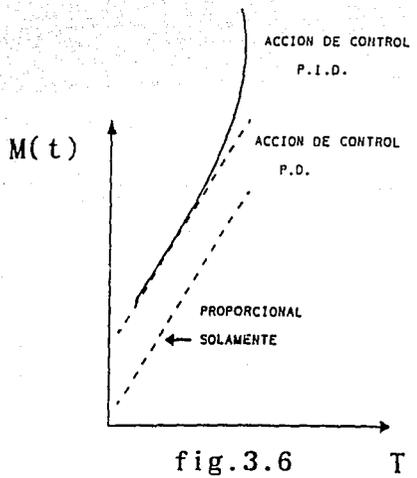
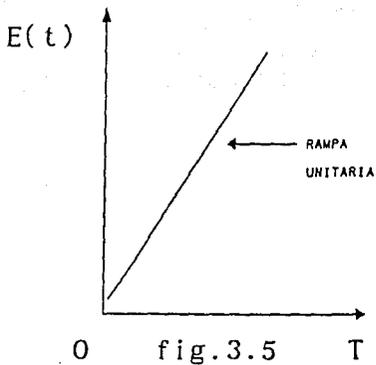
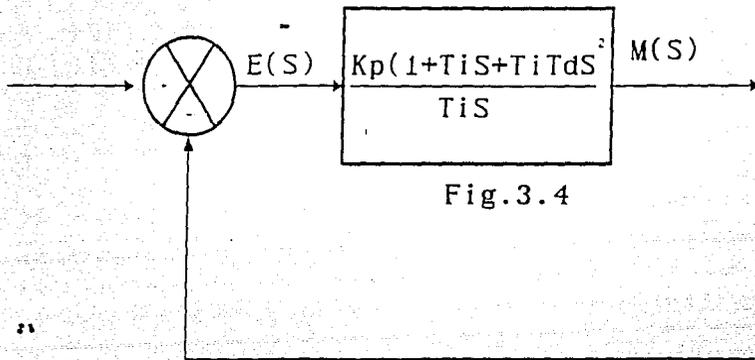
$k_p$  = representa la sensibilidad proporcional

$T_d$  = es el tiempo derivativo

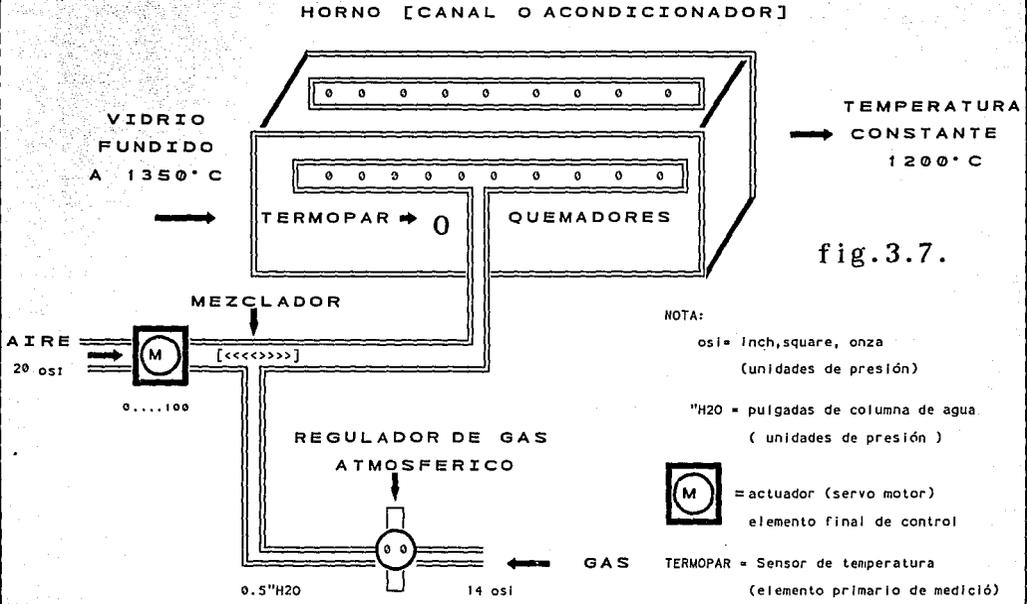
$T_i$  = es el tiempo integral

En la fig.-3.4 se representa un diagrama a bloques de un control proporcional ,integral y derivativo y el fig.3.5 y 3.6 se muestra una entrada rampa unitaria y la salida de control

DIAGRAMAS DE BLOQUES DE UN CONTROL  
 PROPORCIONAL, INTEGRAL Y DERIVATIVO



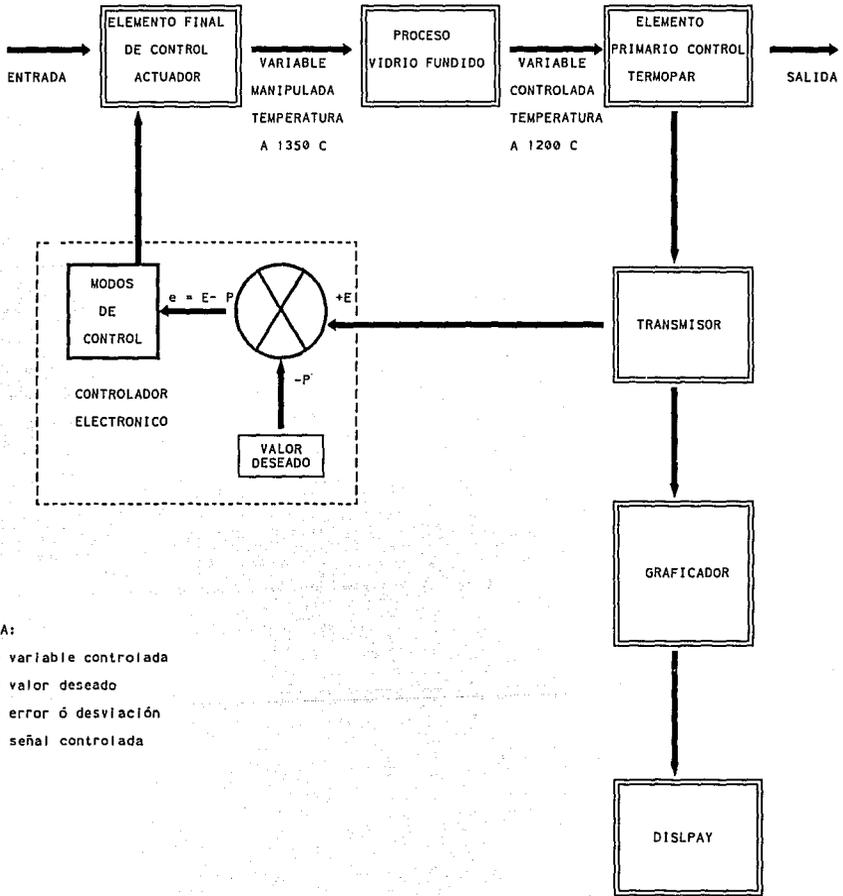
# APLICACION DE UN CONTROL P.I.D.



Descripción: Se pretende tener una temperatura constante en el horno ó canal acondicionador por ejemplo. Una temperatura de 12000 c, para conseguirlo debemos tener control en la combustión [relación gas/aire] de los quemadores esto se consigue a través de manipular el actuador [elemento final de control]

El objetivo del elemento final de control es mover la abertura de la valvula de aire , despues el aire llega al mezclador , la función del mezclador es generar un vacio , vacio probocado por la velocidad del aire que pasa en el interior del mezclador y dependiendo de la cantidad de aire que pasa en el mezclador sera proporcional la cantidad de gas que pase hacia los quemadores.

## DIAGRAMA A BLOQUES DE LA APLICACION CON UN CONTROL P. I. D.



NOTA:

- E = variable controlada
- p = valor deseado
- e = error ó desviación
- S = señal controlada

fig.3.8.

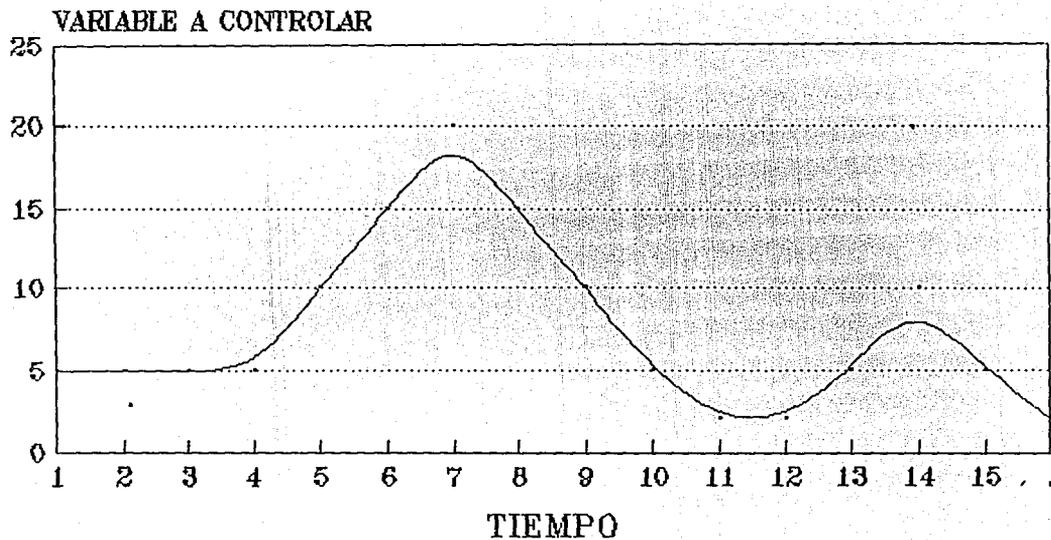
## RESUMIENDO LAS CARACTERISTICAS (P.I.D.)

Las tres acciones combinadas (P.I.D.) actúan sobre el elemento final de control y sus características esenciales pueden resumirse:

- 1.- La acción proporcional cambia la posición del actuador proporcionalmente a la desviación de la variable con respecto al valor deseado. ver fig. 3.9
- 2.- La acción integral. mueve al actuador a una velocidad proporcional a la desviación con respecto al valor deseado ver fig. 3.10.
- 3.- La acción derivativa. corrige la posición del actuador proporcionalmente a la velocidad del cambio de la variable. ver fig. 3.11.
- 4.- La grafica de la fig. 3.12. representa la respuesta del control (P.I.D.)

# ACCION PROPORCIONAL

FIG. 3.9

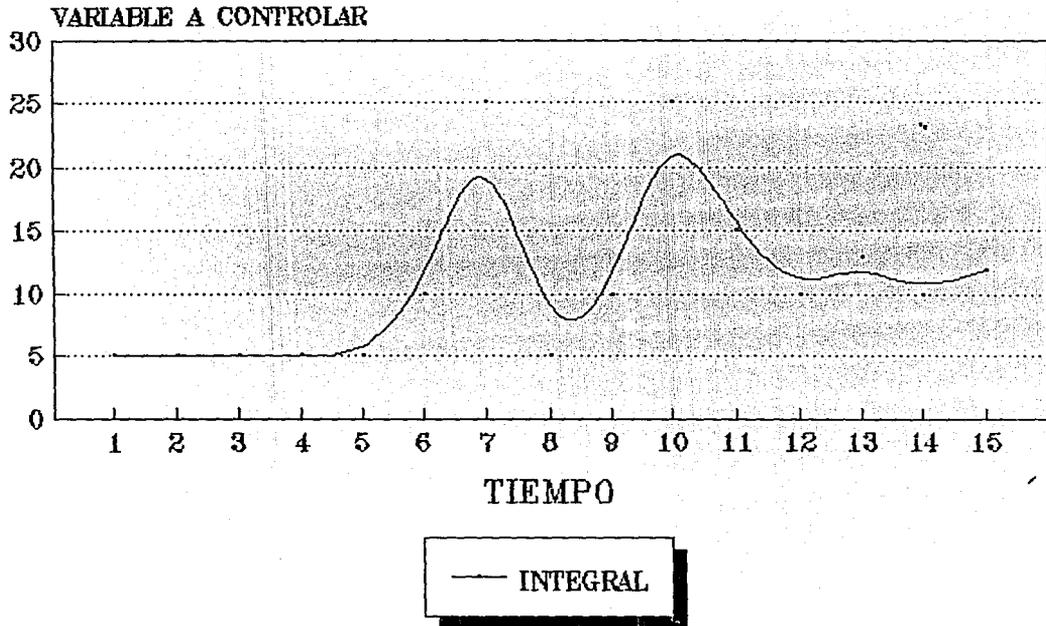


— PROPORCIONAL

5 REPRESENTA EL VALOR DESEADO (1200 C )

# ACCION INTEGRAL

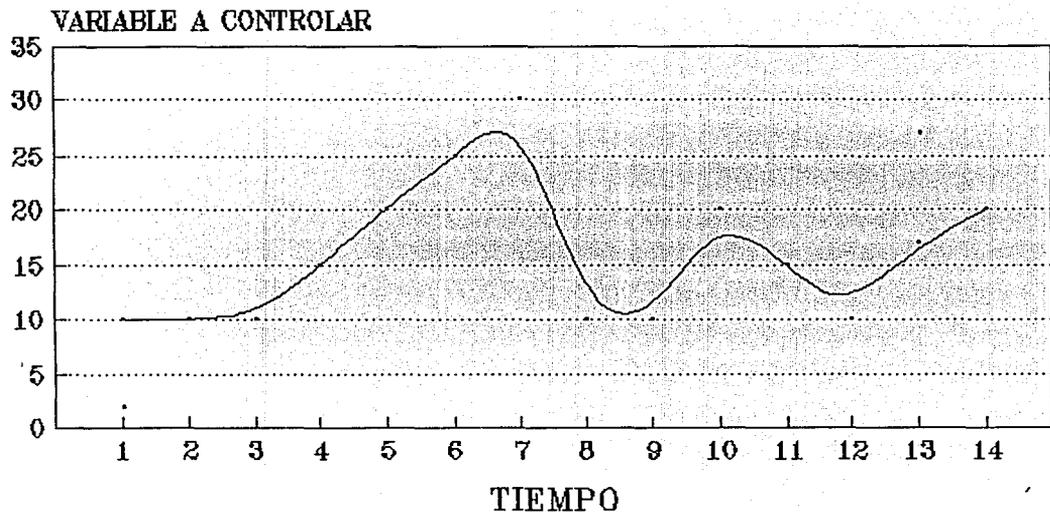
FIG. 3.10



5 REPRESENTA EL VALOR DESEADO (1200)

# ACCION DERIVATIVA

FIG. 3.11.

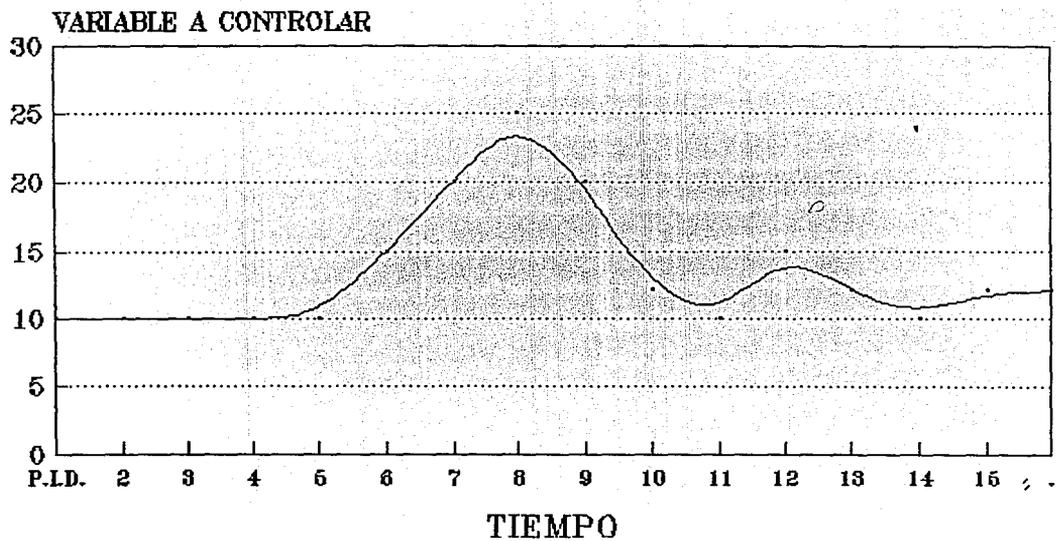


— DERIVATIVA

10 REPRESENTA EL VALOR DESEADO ( 1200 )

# ACCIONES. P.I.D.

FIG. 3.12



— Series 1

10 REPRESENTA EL VALOR DESEADO ( 1200 )

## **CAPITULO IV**

### **CONTROL LOGICO PROGRAMABLE**

#### **IV.1.- INTRODUCCION**

#### **IV.2.- CONFIGURACION**

#### **IV.3.- ESTRUCTURA DE LA MEMORIA**

#### **IV.4.- PROGRAMACION**

RELACION DE DIBUJOS Y DIAGRAMAS DEL  
CAPITULO IV. I

- FIG. 4.1.1.- REPRESENTA EL DIBUJO DE UN CONTROL MANUAL (ENVASADO, ENCAPSULADO Y ETIQUETADO)
- FIG. 4.1.2.- REPRESENTA EL DIBUJO DE UN CONTROL AUTOMATICO POR RELEVADOR (ENVASADO, ENCAPSULADO Y ETIQUETADO)
- FIG. 4.1.3.- REPRESENTA EL DIBUJO DE UN CONTROL AUTOMATICO APLICANDO EL CONTROL LOGICO PROGRAMABLE (P.L.C.)
- FIG. 4.1.4.- REPRESENTA EL DIBUJO DE UN CONTROL CENTRAL DE P.L.C.
- FIG. 4.1.5.- REPRESENTA EL DIAGRAMA A BLOQUES DE UNA COMPUTADORA NORMAL
- FIG. 4.1.6.- REPRESENTA COMPARACION A NIVEL BLOQUES DE UNA COMPUTADORA NORMAL Y UN P.L.C
- FIG. 4.1.7.- REPRESENTA UN DIAGRAMA A BLOQUES DE UN P.L.C.
- FIG. 4.1.8.- REPRESENTA UN CIRCUITO SERIE
- FIG. 4.1.9.- REPRESENTA UN CIRCUITO EN PARALELO

**INTRODUCCION****IV.1.1 CARATERISTICAS GENERALES P.L.C.**

Antes de la Revolución Industrial todas las etapas de un proceso se realizaban manualmente , Por ejemplo .las operaciones de envasado , encapsulado y etiquetado , se ejecutaban en forma manual como se ve en la fig. 4.1.1. despues de la revolución industrial y a principios de siglo los proceso se automatizaron utilizando un control electromecánico por relevador , Como se muestra en la fig . 4.1.2.

Con la llegada de las computadoras aplicadas a la Ingeniería de control y el desarrollo de las comunicaciones nace un nuevo control automático " CONTROL LOGICO PROGRAMABLE " como se puede ver en la fig. 4.1.3. y 4.1.4 el envasado , encapsulado y etiquetado .

P.L.C. (Control lógico Programable ) se creo porque cubre con las necesidades del control que son cada vez más exigentes y requieren de altas velocidades de procesamiento

Y que consuman la menor cantidad posible de energía eléctrica , ocupen menos espacio y que tengan un bajo costo

Con estas características desarrolladas por los avances de la microelectrónica , las comunicaciones y la computación con el propósito de auxiliar a la Ingeniería de Control en la solución de problemas , más el uso de las técnicas de control ya existentes ( Control proporcional , integral y derivativo) se llevo a los " CONTROLES LOGICOS PROGRAMABLES "

## EVOLUCION DEL CONTROL DE PROCESOS

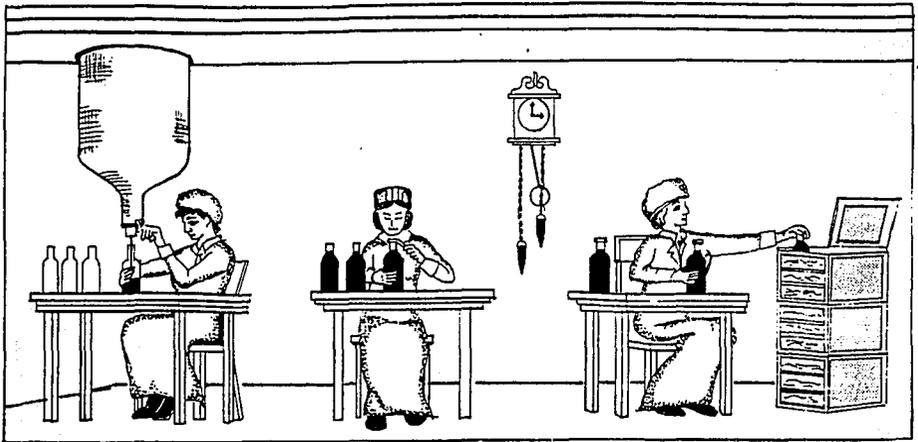


fig. 4.1.1.- Control manual .Envasado , encapsulado y etiquetado

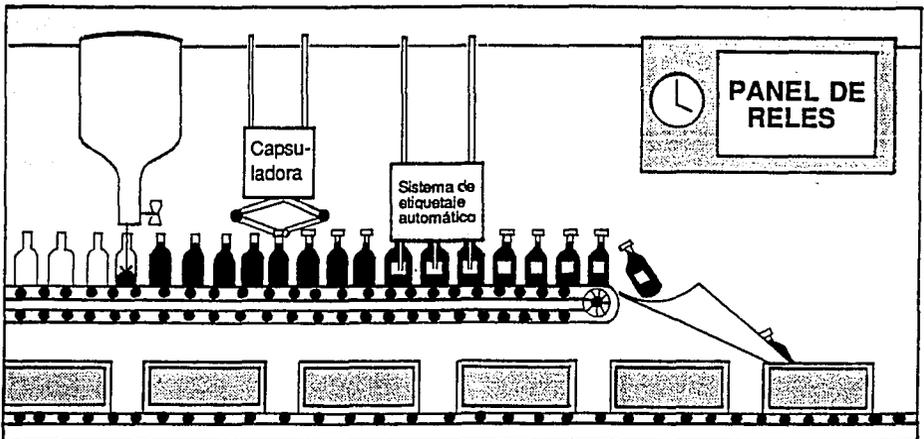


fig. 4.1.2.- Control automatico por relevador, Envasado encapsulado y etiquetado.

# EVOLUCION DEL CONTROL DE PROCESOS

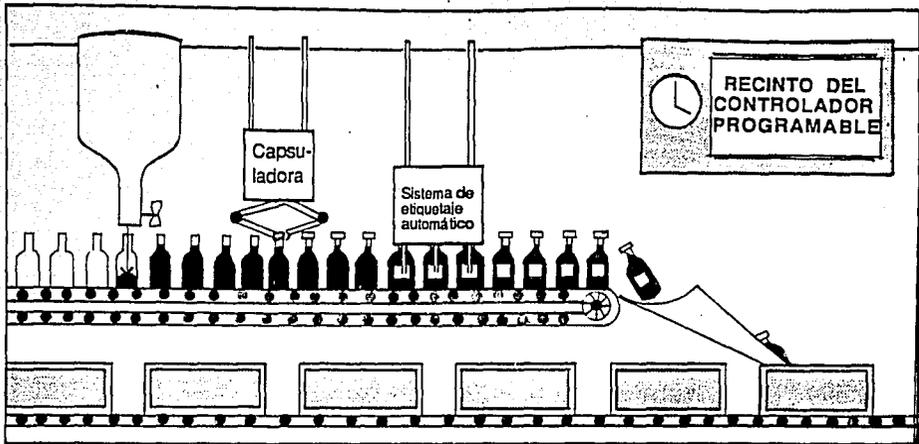


fig.4.1.3.- Control automatico aplicando el control logico programable al proceso de envasado , encapsulado.

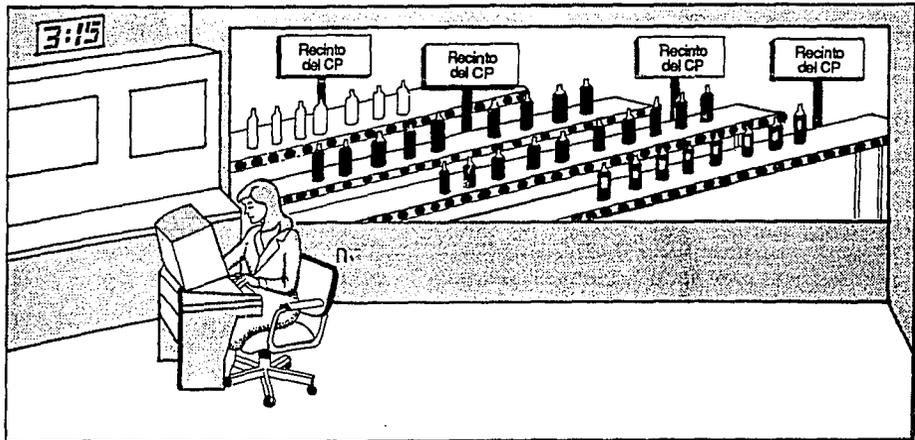


fig.4.1.4.- Control central ( P.L.C. )

Definición de un P.L.C. .- Se define como un aparato electrónico digital con una memoria programable para almacenar instrucciones , implementar funciones de lógica, secuencia , cronometraje , conteo y aritmética para controlar máquinas y proceso

Un P.L.C. es en realidad una computadora , pero una computadora diseñada especialmente para que su usuario principal sea una máquina , cuando hablamos de una computadora normal , pensamos en un dispositivo que permite a la computadora recibir información desde el exterior esto es a través de un teclado , en analogía con un P.L.C. el teclado no podría existir debido a que una máquina no puede enviar información a través de un teclado , en cambio existe los llamados puertos de entradas en donde se podrá conectar elementos capaces de captar información y enviarla a la computadora , llamados también elementos de observación . En la fig. 4.5 se representa un diagrama a bloques de una computadora normal y en analogía con la fig. 4.6 se representa un diagrama a bloques de un control logico programable .



DIAGRAMA A BLOQUES DE UNA COMPUTADORA NORMAL

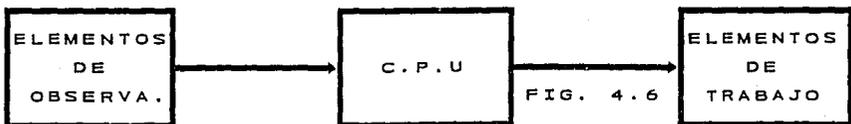


DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONTROL PROGRAMABLE

#### C.4.3.

Cuando hablamos de una maquinaria o un proceso normalmente podemos imaginarnos un ambiente no tan agradable es decir, un ambiente hostil donde existen temperaturas elevadas y condiciones extremas en cuanto a humedad , polvo , grasa , ruido , vibraciones , etc .

Un P.L.C. deberá trabajar en éste ambiente industrial debido a que su usuario se encuentra ahí , por lo tanto , deberá contar con un aislamiento , de tal forma que soporte un ambiente hostil y que no causa ninguna interferencia al sistema , por esta razón deberán estar fabricados de acuerdo a la característica industrial , también deberán contar con las siguientes protecciones :

- 1.- Optoacoplamiento para modulos de entrada y salida así como para los dispositivos periféricos que al control se unan .
- 2.- Fuentes de poder especialmente construidas para soportar variaciones bruscas en tensión .
- 3.- Sistema continuo de almacenamiento de datos que permite al sistema no perder información .
- 4.- Los circuitos impresos deberan estar tropicalizados esto significa que deberan estar cubiertos con una recubrimiento especial para evitar la humedad y el polvo del medio ambiente , tambien estarán diseñados para soportar altas temperaturas aún en condiciones

#### C.4.4.

extremas de trabajo . El P.L.C. esta compuesto principalmente de tres secciones básicas :

1.- PROCESADOR : Es el corazón del sistema , toma decisiones conforme procesa , también almacena y transfiere información , en su interior hay un C.P.U. y una memoria .

2.- MODULOS O INTERFACES DE ENTRADAS Y SALIDA : los módulos e entrada y salida proporcionan comunicación entre el control programable y los dispositivos de campo . Se pueden considerar como interruptores electrónicos que envían señales al controlador programable . Analizando las entradas los voltajes en el campo activan señales de corriente continua al controlador , analizando las salidas , las señales de corriente continua del controlador activan los voltajes en el campo .

Además , los módulos de entrada y salida protegen al P.L.C. eléctricamente contra voltajes extremadamente altos mediante el uso de un acoplador óptico ó un transformador de impulsos . Los modulos de entrada y salida eléctricamente aíslan a la delicada sección lógica y la separa de las variaciones en las señales , Por ejemplo . dos circuitos básicamente independientes se unen con un triac o tiristor bidireccional , el cual es un interruptor electrónico .

Cuando una señal de corriente continua de bajo voltaje del controlador se aplica a la compuerta del triac , se cierra el interruptor y permite a la corriente alterna pasar al circuito del dispositivo de salida .

#### C.4.4.a

3.- FUENTE DE PODER : Su función consiste en convertir la energía de alimentación (c.a.) a los niveles de (c.d.) para poder alimentar los circuitos de estado solido , dentro del P.L.C. .

La descripción anterior sirve para controlar una máquina ó un proceso , utilizando el software y el hardware correspondiente . En la fig 4.1.7 se presenta un diagrama a bloques de un P.L.C.

# DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONTROL LOGICO PROGRAMABLE

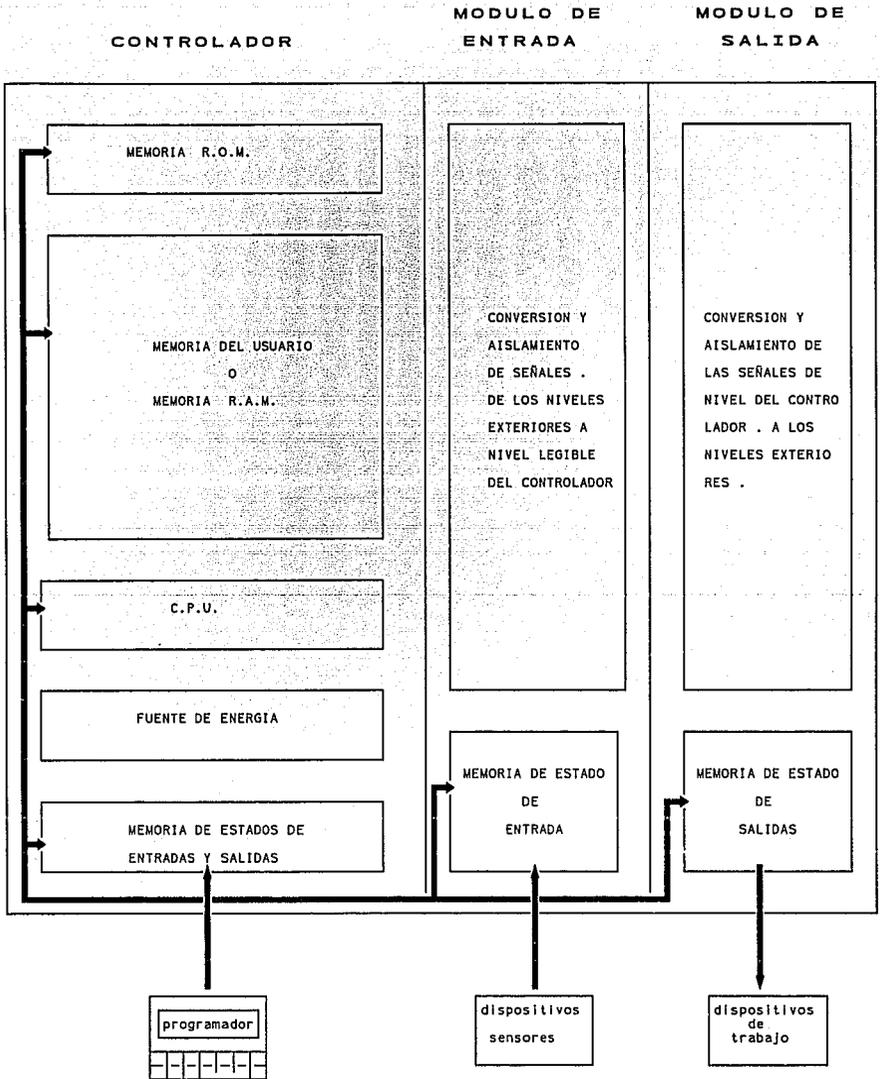


fig.4.1.7.

Gran parte de la función del controlador programable depende de la memoria , un P.L.C. tiene dos memorias una memoria " R.O.M " read only memory y una memoria " R.A.M." random acces memory

La memoria " R.O.M. " es una memoria de lectura , es decir es la memoria principal junto tiene los procedimientos y funciones del control del P.L.C. , no pueden ser modifi \_ cados por el programador , la memoria R.O.M. es una memoria permanente , es decir que la falta de corriente eléctrica no le afecta . Existen varios tipos de memoria R.O.M.

P.R.O.M. .- Es una memoria R.O.M. programable que quepuede ser programada por el usuario ó el fabricante una vez programada ya no puede ser modificado su contenido .

E.P.R.O.M. .- Eraser Programing Read Only Memory es decir es una memoria R.O.M. programable y borrable mediante la luz ultravioleta

E.E.P.R.O.M. .- Electric Eraser Programig Read Only Memory es decir , es una memoria R.O.M. que se puede borrar mediante luz eléctrica

R.A.M. .- memoria de acceso libre , este tipo de memoria se adapta a la operación particular del usuario , es decir , almacena el programa del usuario y los datos adicionales que necesita el P.L.C. , esta memoria es volátil , significa que se pierde si hay una interrupción de corriente , los bloques del almacén en la memoria R.A.M. se llaman registros y su ubicación en la memoria se identifican con una dirección

#### IV.1.2 . LENGAJES DE PROGRAMACION

El lenguaje de diagrama de escalera es un programa aplicado a la programación de los P.L.C. es decir, programa muy parecido a los diagramas eléctricos , donde se encuentran bobinas , Contactos normalmente abiertos y contactos normalmente cerrados , contadores de tiempo y relevadores bobinas , interruptores de limite , temperatura , nivel botones pulsadores , etc.

También existen un número grande de programas industriales algunos hechos para una sola marca , otros tomados de lenguajes diseñados para computadoras normales , otros tomaron técnicas de diseño lógico secuencial y combinacional similar a las técnicas utilizadas para el desarrollo de sistemas electrónicos y neumáticos por bloques lógicos y los más usados , los que son tomados de el diseño por diagramas de escalera , similares a los utilizados en un sistema de control electromecánico . Por lo tanto , la mayoría de los fabricantes prefieren que sus equipos puedan programarse en el lenguaje de diagramas de escalera , porque permite la compatibilidad con sistemas electromecánicos , además permite la introducciones de funciones especiales de electrónica con gran facilidad . A parte de los lenguajes de escalera tambien se utilizan el lenguaje por instrucciones y block e instrucciones .

#### IV.1.3. LOGICA DE LOS DIAGRAMAS DE ESCALERA

Por la semejanza y la compatibilidad del lenguaje de escalera con los diagramas electromecánicos hacen necesario revisar la lógica de los controles automáticos por relevador

Todos los controles automáticos operan a través de tres conceptos : Entradas , logica y salidas .

Entradas .- son los dispositivos detectores , entradas al sistema que proporcionan información al sistema sobre la condición ó el estado de las operaciones . Por ejemplo botones pulsadores , interruptores de limite , de temperatura de nivel , de flujo , de presión

Lógica .- Las partes comunicantes del sistema que reciben información de las entradas , toman desiciones y establecen correctamente las salidas . Por ejemplo contadores de eventos , contadores de tiempo , bobinas de control , bobinas de retención , relevadores

Salidas .- Son las partes indicadoras o activas del sistema que realizan el trabajo e indican la condición del sistema . Por ejemplo , arrancadores , lamparas , selenoides calentadores , electrovalvulas

Es importante recordar que todos los elementos que intervienen en la logica de control por relevador tienen contactos que se activan cuando la bobina se energiza todos los contactos tienen un estado normal ó de reposo , ya sea abierto o cerrado .

C.4.8.

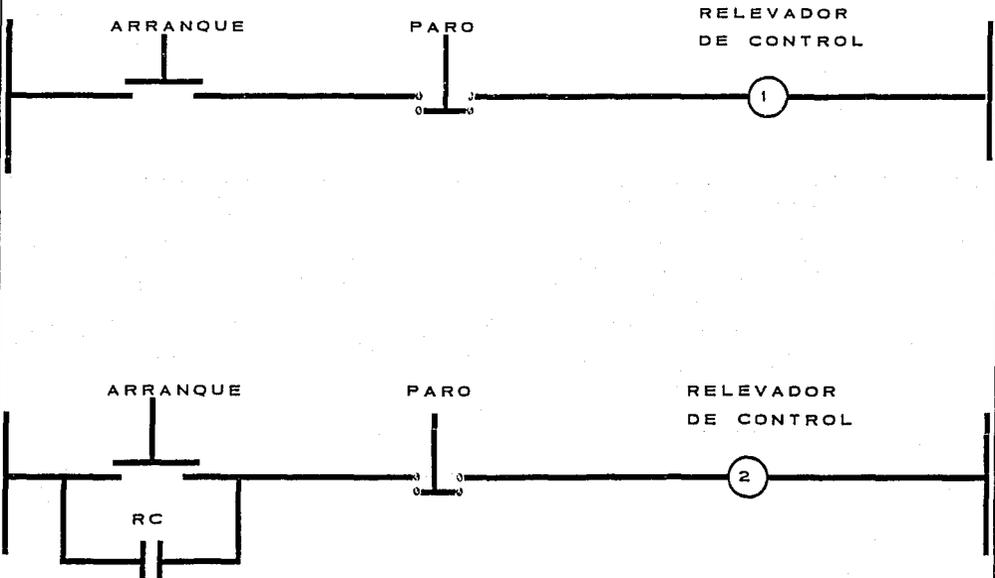
Los circuitos de retención .- Son muy comunes en la lógica de relevadores , el abjetivo es de sellar ó retener un circuito después de usar un interruptor de acción momentánea para encender un dispositivo .

Los conceptos de circuitos paralelos " O " y los circuitos en serie " Y " son fundamentales en todos los sistemas eléctricos y también en los controles automáticos .

En la figura 4.8. se presenta un circuito en serie ó circuito " Y " se llama en serie por todos sus elementos estan en serie .

En la fig. 4.9. se presenta un circuito en paralelo ó circuito " O " se llama asi por que uno de sus elementos está en paralelo .

C.4.8.



#### C.4.9.

La operación de los contadores de eventos activan ciertos elementos dentro de un sistema automático después de ( un número predeterminado ) de veces que debe ocurrir un evento dentro de un proceso para que pueda ocurrir una salida ó una acción

Para lograrlo primero se necesita un circuito de energía para que la corriente active al contador de eventos ,cuando se interrumpe la alimentación el circuito vuelve el contador vuelve a su posición original (cero) y cuando se vuelve aplicar la corriente , el contador puede volver a comenzar su operación .,

Una señal indica al contador cuando debe contar , cada vez que una señal de voltaje llega al contador en la línea de control , cuenta uno y lo registra y cuando el contador llevo al número predeterminado , la corriente pasa a través de un circuito de salida .

De la misma manera el contador de tiempo opera pero ahora la activación depende de un periodo de tiempo y no de una serie predeterminada de acontecimientos , también los contadores de tiempo necesitan tener un número predeterminado de tiempo ( horas , minutos , segundos ) para su operación y poder activar una salida

#### IV.1.4. Simbología de los Diagramas de Escalera

La simbología de los diagramas de escalera para los P.L.C. son los contactos normalmente abiertos ( verificación de en - cendidos ) ,los contactos normalmente cerrados ( verificación

de apagado ) , las bobinas y las bobinas enganchadas o de -  
retención

Contactos : Son las señales de los dispositivos de  
entrada de campo, son traducidos por los módulos de entrada y  
salida del P.L.C. en datos que el controlador puede usar si  
los datos son de una simple señal de encendido y apagado  
entran la lógica del P.L.C. a través de los contactos . Los  
contactos principales son normalmente abiertos y cerrados

Los contactos normalmente abiertos o de verificación  
de encendido son contactos que se mantienen abiertos y no  
dejan pasar la corriente cuando no están recibiendo una señal  
del módulo de entrada , ya que requiere una señal de encen \_  
dido para dejar pasar la corriente.

Los contactos normalmente cerrados o de verificación de  
apagado son contactos que se mantienen cerrados y dejan pasar  
corriente cuando no están recibiendo una señal del módulo de  
entrada, Por lo tanto requieren de una señal de apagado para  
no dejar pasar la corriente.

Cuando el controlador envía señales sencillas de encen -  
dido o apagado a los módulos de salida , utiliza bobinas y  
normalmente se consideran salidas del P.L.C. es decir ,  
puede estar energizada y enviar una señal a los módulos de  
salida ó no estar energizada y no enviar ninguna señal .

Las bobinas enganchadas de salida ó de retención se usan con  
frecuencia en un programa para asegurar que el dispositivo  
de salida esta siempre en el estado adecuado durante ciertas

etapas de operación es decir .

Por ejemplo una bobina enganchada ó de retención puede servir para asegurar que los ventiladores siempre están encendidos antes de que puedan comenzar el proceso .

Es importante mencionar los diferentes tipos de señales que son usadas por el P.L.C. pueden ser digitales y analógicas

Señales digitales : Son señales de doble estado, se comunican usando dos señales que son opuestas entre si Por ejemplo , que está presente una señal de voltaje ó no está presente la señal de voltaje

Señales analógicas : Estas señales varían constantemente es decir , envían un voltaje que varía continuamente . Por ejemplo los diferentes niveles de voltaje que envían los termopares a un P.L.C.

Los módulos ó interfase digitales tiene dos estados encendido y apagado .

los módulos ó interfase analógica deben enviar o recibir señales de voltaje que cambian continuamente , si hablamos de una entrada los módulos traducen las señales de distintos voltajes a señales compatibles para el P.L.C. , y si hablamos de una salida analógica debe ser traducida a una señal de voltaje proporcional para poder controlar los elementos de campo por ejemplo . las válvulas proporcionales .

Aparte de interpretar la simbología del programa de escalera el P.L.C. realiza el scan del programa ó el barrido

cuyo objetivo es de resolver la lógica del programa del usuario , dentro de la lógica que resuelve el P.L.C. se encuentran las operaciones matemáticas ( suma , resta , multiplicación , división , raíz cuadrada misma que resuelve entre registros .

#### IV.1.5. Sistemas Básicos de Numeración

El sistema binario es la base de las computadoras por que , la información binaria se almacena en la memoria o en los registros del procesador , los registros contienen datos ó información de control ,la información de control esta formada por un bit ó grupos de bits utilizado para especificar la secuencia de señales ,necesarias para la manipulación de datos con otros registros , los datos son números representan información codificada en binario y que son operados para lograr resultados .

Nota : Un bitio = bits ( 0 , 1 )

Byte = 8 bits

Palabra = 2 bytes = 16 bits

En el sistema binario la computadora puede leer fácilmente de un interruptor , por que el interruptor representa el número 1 si esta activado y el número cero si está apagado

El sistema decimal .- este sistema numérico es el que conocemos todos , tiene como número base 10 ó raíz de 10 con diez caracteres que son : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, por ejemplo

$724.5 = 7 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}$  , significa  
7 centenas , mas 2 decenas , mas 4 unidades , mas 5 décimos

C.4.13.

ejemplo del sistema binario :  $( 101101 )_2 = ( 45 )_{10}$

$$101101 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 45$$

Además de los sistemas binario y decimal también son importantes los sistemas hexadecimal ( raíz 16 ) , con 16 caracteres que son : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E y F .

el sistema octal ( raíz de 8 ) con 8 caracteres que son :

0,1,2,3,4,5,6 y 7 ejemplos :  $( 736.4 )_8 = ( 478.5 )_{10}$

$( F3 )_{16} = ( 243 )_{10}$

$$\begin{aligned} ( 736.4 )_8 &= 7 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} \\ &= 2 \times 64 + 3 \times 8 + 6 \times 1 + 4 / 8 = ( 478.5 )_{10} \end{aligned}$$

$( F3 )_{16} = ( F \times 16 ) + 3$

16

$$= 15 \times 16 + 3 = ( 243 )_{10}$$

**IV.1.6. MODULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS**

Los módulos o interfase de entrada se consideran como elementos de observación ( sensores )

Es decir una entrada es un dispositivo que será capaz de observar un proceso y enviar información . ( información de tipo digital ó analógica ) de lo que esta sucediendo en el proceso , la mayoría de los P.L.C. tienen entradas disponibles en 24 v.d.c. , 24 v. a.c. , 110 v.a.c. y 220 v.a.c. para el caso de señales discretas 0 a 10 v.d.c , -10 a 10 v.d.c., 0 a 5 v.d.c. y para señales analógicas ( continuas en el tiempo ) de 4 a 20 m.a.

Los módulos o interfase de salida se consideran como elementos de trabajo o actuadores , es decir las salidas se consideran como los dispositivos que pueden enviar información del proceso hacia la máquina , normalmente ésta maneja una gran cantidad de energía y para el caso específico del P.L.C. tiene que trasladar información del tipo eléctrico o electrónico a una señal compatible con la tecnología del actuador o elemento de trabajo utilizado la mayoría de los P.L.C. manejan salidas del tipo eléctricas por relevador para casi cualquier tensión de operación en c.d, o a.c. Por transistor para 24 v.d.c , por triac para tensiones entre 30 y 250 v.a.c., para el caso de señales digitales de 0 a 10 v.d.c. , -10 a + 10 v.d.c. 0 a 5 v.d.c y para el caso de señales analógicas 4 a 20 m.a.

IV.1.7. VENTAJAS DE UN P.L.C.

- 1.- La mayoría de los cambios se logran mediante una reprogramación , en lugar de volver a alambrear todo nuevamente . Por lo tanto requiere de menos alambreado
- 2.- No dispone de partes móviles , los elementos que lo integran son de estado sólido
- 3.- Esta diseñado a nivel modular para su expansión y reparación
- 4.- Requiere de un mantenimiento mínimo.
- 5.- Puede conectarse con dispositivos periféricos por ejemplo :
  - a.- impresoras
  - b.- terminales ( objetivo. generar reportes de producción , diagnósticos de fallas y monitoreo del proceso ó máquinas en tiempo real
- 6.- permite cálculos para el control ( P.I.D. ) proporcional ,integral y derivativo en los procesos de circuito cerrado
- 7.- En las comunicaciones ,permite las comunicaciones a gran distancia entre P.L.C.s y computadoras , esto es posible hacerlo mediante el uso de un puerto serie .

#### C.4.16.

La comunicación vía ( RS-232 ) es un puerto de transmisión y recepción de datos de forma serial , con la posibilidad de variar la velocidad, el protocolo de comunicación y el número de bits , técnicamente se presentan señales de 24 v. y por ello la distancia utilizable esta limitada , debido a la caída de tensión en la línea de transmisión . En el puerto serial RS-232 esta limitada a 500 m. aproximadamente , dependiendo del nivel de ruido inductivo del medio donde se encuentre .

la comunicación vía RS-422 es un puerto con todas las características del puerto serie RS-232 más la distancia que se incrementa hasta 2000 m.

## IV.2 . CONFIGURACION

IV.2.1.- CONFIGURACION DEL P.L.C.-5

IV.2.2.- CONFIGURACION DEL RACK

IV.2.3.-CONFIGURACION MODULO ADAPTADOR

IV.2.4.-CONFIGURACION DEL KF2B

RELACION DE DIBUJOS Y DIAGRAMAS DEL  
CAPITULO IV.2.

- FIG.4.2.1.- REPRESENTA EL INDICADOR DE ESTADOS DEL P.L.C.
- FIG.4.2.2.- REPRESENTA EL INDICADOR DEL ESTADO DE LA BATERIA
- FIG.4.2.3.- REPRESENTA EL INDICADOR DE ESTADO DEL MODO DE OPERACION DEL P.L.C.
- FIG.4.2.4.- REPRESENTA EL INDICADOR DE ESTADO DE FORZAMIENTOS DEL P.L.C.
- FIG.4.2.5.- REPRESENTA EL INDICADOR DE ESTADO DE COMUNICACIONES
- FIG.4.2.6.- REPRESENTA EL INDICADOR DE ESTADO DE ENTRADAS Y SALIDAS
- FIG.4.2.7.- REPRESENTA EL INDICADOR DE ESTADO DEL P.L.C COMO MAESTRO , ESCLAVO
- FIG.4.2.8.- REPRESENTA EL SELECTOR CON LLAVE DEL P.L.C.
- FIG.4.2.9.- REPRESENTA LOS MICROS SWITCHS PARA LA CONFIGURACION DEL P.L.C. COMO MAESTRO ESCLAVO
- FIG.4.2.10.- REPRESENTA LOS MICROS SWITCHS PARA LA CONFIGURACION DEL P.L.C. COMO LOCAL O REMOTO
- FIG.4.2.11.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA FUENTE DE PODER
- FIG.4.2.12.- REPRESENTA LOS DIFERENTES MODOS DE COMFIGURAR LOS RACKS

**FIG.4.2.13.- REPRESENTA EL DIBUJO DEL MODULO  
ADAPTADOR**

**FIG.4.2.14.- REPRESENTA LOS LEDS INDICADORES  
DEL KF2**

**FIG.4.2.15.- REPRESENTA LOS MICROS SWTCHS PARA  
CONFIGURACION DEL KF2**

### IV.2.1. CONFIGURACION DEL P.L.C.

El P.L.C. esta compuesto por tres modulos.- El modulo indicador de estados , modulo de respaldo de bateria y modulo de comunicacion .

Los indicadores de estado tienen la función de indicar en que condiciones esta trabajando el control logico programable , Lo componen seis leds ó lamparas indicando la condición de la bateria [BATT] , el modo de operación del procesador ó P.L.C. [PROG] , indicador de forzamientos [FORCE] , indicador de comunicaciones [COMM] , indicador de de entradas y salidas [REM I/O] , indicador de modo de operación como maestro ó esclavo [ADPT] , tambien tienen un selector de tres posiciones en el modo [RUN] se puede correr el programa , forzar entradas / salidas y almacenar sus programas , las salidas reales son activadas , tambien en este modo de operación de puede crear ó borra archivos de programa de escalera , archivos de datos.

El modulo de respaldo de bateria tiene en su interior una bateria de lithium-AA , su objetivo es retener la informacion contenida en la memoria del P.L.C. si no es alimentado

El modulo de comunicaciones tiene tres conectores el primer conector se conecta a la terminal de programación que es un conector de 9 pines tipo hembra etiquetado como PEER/COMM/INTFC. y trabaja como el puerto entre el P.L.C. y la terminal de programación

El conector de comunicaciones , este es el segundo conector etiquetado como PEER/COMM/INTFC. sirve a la red DATA HIGHWAY red diseñada para la comunicacion de uso industrial

El tercer conector, sirve para conectar las entradas y y salidas remotas, En la fig.4.2.1.e indica los modulos del P.L.C.

# IV.2.1. CONFIGURACION DEL P.L.C.

## Indicador de Estatus del Procesador

Controlador programable P.L.C.-5/15  
 marca ALLEN BRADLEY.  
 El modulo procesador tiene 6 leds  
 Indicadores de operacion normal y  
 de condiciones de falla.

INDICADOR DE STATUS  
 DEL  
 P.L.C.

KEYSWITCH

ALOJAMIENTO DE  
 BATERIA DE AA  
 LITHIUM

INTERFACE PARA  
 COMPUTADORA

INTERFACE PARA  
 RED DATA HIGHWAY

CONECTOR PARA  
 RACK REMOTO

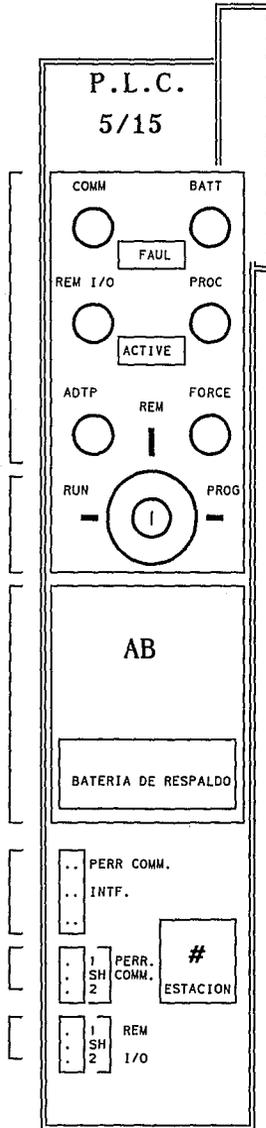
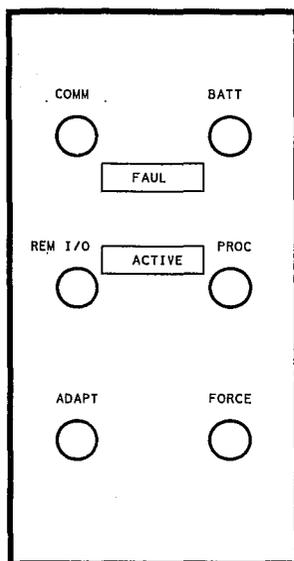


fig. 4.2.1.

## DESCRIPCION DE LOS INDICADORES DE ESTADO



INDICADOR DEL ESTADO DE LA

BATERIA DE RESPALDO.

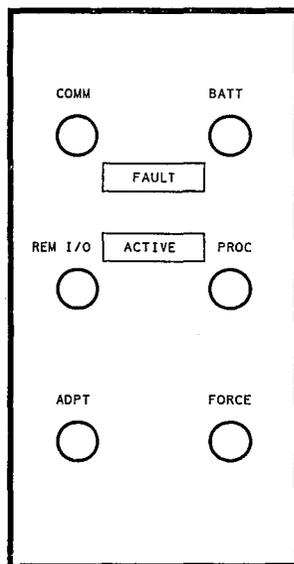
LA LUZ APAGADO: indica batería  
uti

LA LUZ ROJO : indica batería  
agotada

en la fig. 4.2.2. se presenta

el led indicador de estado

fig. 4.2.2



INDICADOR DE MODO DE OPERACION  
DEL PROCESADOR .

la luz apagada: el procesador esta  
en modo de prueba ó de programación

la luz verde constante: indica que el  
procesador esta en modo de trabajo  
la luz verde centellante indica que  
se esta llevando a cabo la programa-  
ción EEPROM.

la luz roja constante indica que  
existe una falla en la circuiteria.  
la luz roja centellante indica que  
existe una falla en la programación

en la fig. 4.2.3 se presenta el led  
indicador del procesador [ P.L.C.. ]

fig. 4.2.3

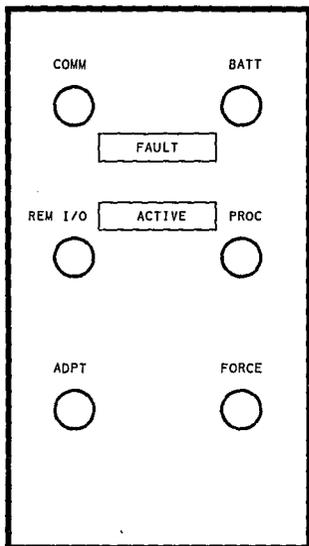


fig.4.2.4

## INDICADOR DE FORZAMIENTOS

La luz apagada: Nos indica que no hay forzamientos presentes.  
 Si la luz ambar constante aparece nos indica que las condiciones de forzamientos están habilitadas.  
 En la fig.4.2.4.se indica el led de forzamientos.

## INDICADOR DE COMUNICACIONES

La luz apagada: Nos indica que no hay red data highway activada

La luz verde constante: Nos indica que hay red data highway y tiene prioridad de transmisión y recepción.

La luz roja constante: Nos indica que hay falla en la red data highway.

La luz roja centellante: Nos indica falla en la programación.

En la fig. 4.2.5. se indica el led indicador de comunicaciones

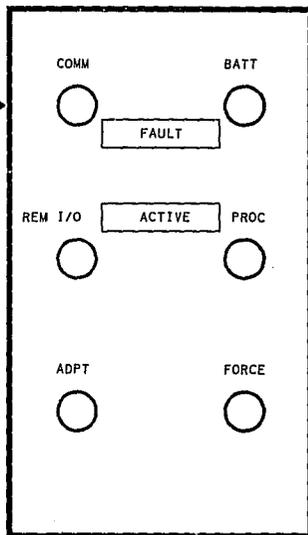


fig. 4.2.5

### INDICADOR DE ENTRADAS Y SALIDAS

La luz apagada: Nos indica que no hay configuración remota.

la luz verde constante: Nos indica que la configuración remota esta activada.

La luz roja constante: Nos indica falla total en la configuración remota .

La luz roja centellante: Nos indica que la estación no se encuentra activada aun que este configurada

En la fig.4.2.6.se presenta el led indicador remoto de entradas y salidas

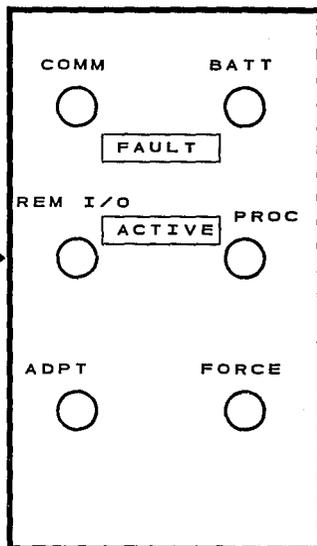


fig.4.2.6

### ADAPTER

La luz apagada: Nos indica que el [P.L.C.] se encuentra en modo scanner [MAESTRO]

la luz encendido: Nos indica que el [P.L.C.] esta en modo [esclavo]

En la fig. 4.2.7.se presenta el led indicador de estado , maestro ó esclavo.

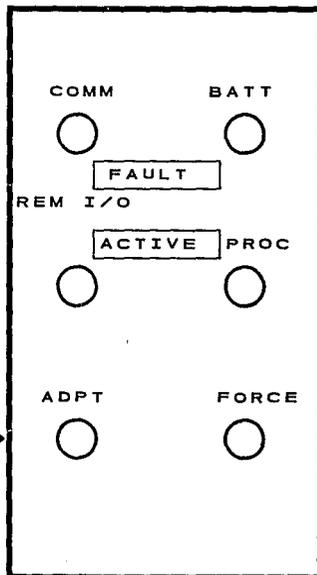


fig.4.2.7

## KEYSWITCH

El keyswitch tiene tres posiciones :

Modo Run , Modu Rem y Modo Prog

Modo Run : este modo nos indica que el programa esta corriendo y

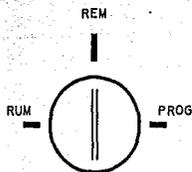
se pueden forzar las entradas y las salidas , salvar

programas , no puede crear o borra la lógica de escalera y los datos de un archivo , no puedo programar en on-line

Modo Prog : este modo significa que puedo crear y modificar o borrar los datos del diagrama de escalera , también se puede salvar y restaurar

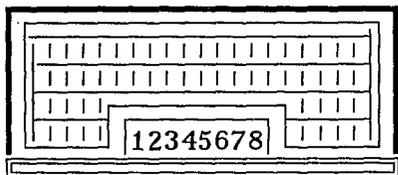
Modo Rem : En este modo puedo seleccionar la programación remota , la test remote y run remote :

En la fig.4.2.8. se indica el selector con llave



KEYSWITCH

fig. 4.2.8



SWITCH-1

fig. 4.2.9

Con los switch del #1 al #7 determinamos el # de estación que se le dara al P.L.C.

con el switch #8 determinamos el modo del P.L.C. es decir si trabaja como Scanner ( maestro ) o Adaptador (esclavo) ON-ADAPTADOR / OFF- SCANNER

En la fig. 4.2.9. se presentan los micros interruptores para la configuración del P.L.C. como maestro ó esclavo

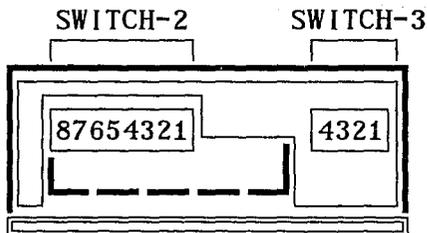


fig. 4.2.10

El switch #2 solo se utiliza para configurar el P.L.C. cuando lo tenemos en modo adaptador

El switch #3 se utiliza para configurar el P.L.C. con respecto a la red data highway especificar si el P.L.C. esta como remoto o local.

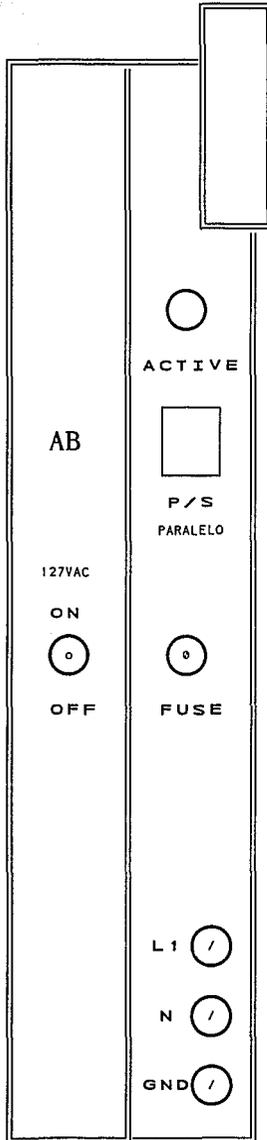
En la fig. 4.2.10. se presentan los micros interruptores para la configuración del P.L.C. como remoto ó local

nota :

keyswitch .- es un interruptor de seguridad de tres posiciones con una llave para su selección

red data highway .- es una red diseñada para aplicaciones de uso industrial y puede conectar 64 P.L.C.

## FUENTE DE PODER



Esta fuente de poder es la que alimenta a todos las tarjetas que se insertan dentro del rack.

voltaje de operación 127 a.c./8 amp.

modulos discretos

modulos analogos

modulos especiales

modulos de comunicaci3n

En la fig. 4.2.11se indica el modulo de la fuente de poder.

nota :

rack se define como la base donde se incertan las tarjetas 3 modulos

fig. 4.2.11

## IV.2.2. CONFIGURACION DE LOS RACKS

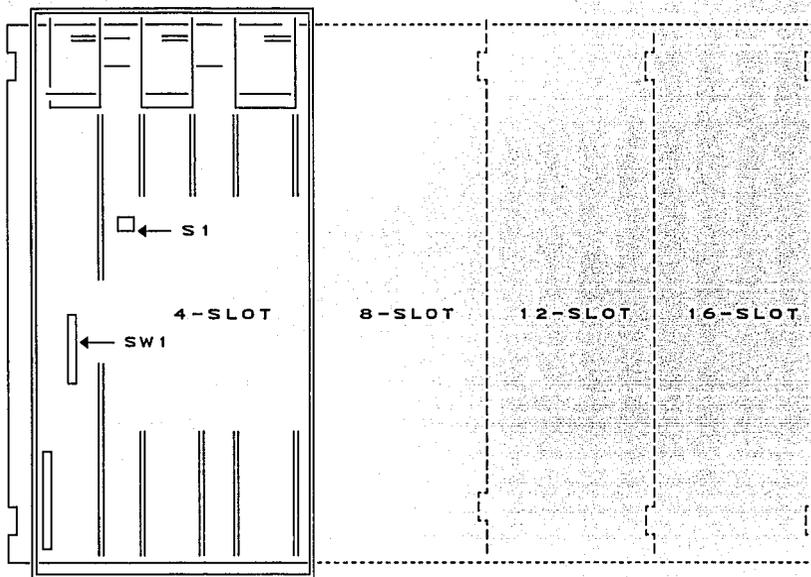
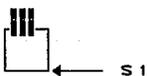


fig. 4.2.12

Tipos de rack . Los racks pueden estar formados por 4 slots , 8 slots , 12 slots y 16 slots se decir , el # de slots determina el # de tarjetas que se pueden instalar en el rack , esto depende del numero de entradas y salidas que se vayan a utilizar , en la fig.4.2.12 se indica el rack con los diferentes slots que puede tener .

**S1.-** Se refiere al tipo de fuente

Y N



que se puede utilizar , puede ser interna o externa

Y=SI , N=NO

**SW1.-** Puede estar en ON,OFF

ON= Las salidas permanecen en su último estado

OFF= Las salidas se apagan en caso de falla de energía eléctrica

**SW2 Y 3.-** No se ocupan

**SW4 Y 5.-** Determinan la densidad del slot es decir,

OFF OFF= 2 SLOT

OFF ON = 1 SLOT

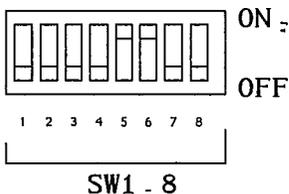
**SW6 y 7.-** Se refiere a la configuración de la memoria

OFF OFF= La memoria EPROM transfere su contenido a RAM

ON ON= EPROM transfere su contenido a RAM si

RAM no es volátil

**SW8.-** Siempre en off.



SW1 - 8

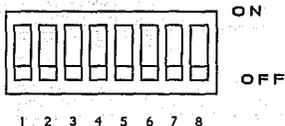
nota :

slot .- es una entrada para una tarjeta

rack .- se define como la base donde se introduce las tarjetas ó módulos

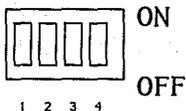
### IV.2.3. CONFIGURACION DEL MODULO ADAPTADOR

El módulo adaptador es una extensión remota de un P.L.C. y su objetivo es proporcionar comunicación entre el P.L.C. local y el módulo adaptador remoto u otro P.L.C. remoto. Dispone de dos switch para poder configurar. En la fig. 4.2.13 se indica el módulo adaptador



SW1

SW1.- Se selecciona el# de rack



SW2

SW2.- Se configura por default de fabrica

fig. 4.2.13.

## IV.2.4 . CONFIGURACION DEL KF2

				PWR		
				0		
AB		XMTG	RCGV	RDY	ACTV	CPU
ALLEN BRADLEY		0	0	0	0	0

FIG. 4.2.14.

El modulo KF2 es la interface de comunicaci3n en la red data highway y dispone de 8 switches para su configuraci3n y 6 leds indicadores de estado de comunicaci3n .

En la fig. 4.2.14.se presenta el KF2

XMTG.- Indica que el m3dulo esta transmitiendo

RCGV.- Indica que el m3dulo esta recibiendo comandos

RDY .- Indica que tiene listo un mensaje

ACTV.- Indica que la computadora esta bien conectada

CPU .- Si enciende y permanece encendida indica una falla

PWR .- Indica cuando el equipo esta en operaci3n

## CONFIGURACION DEL KF2

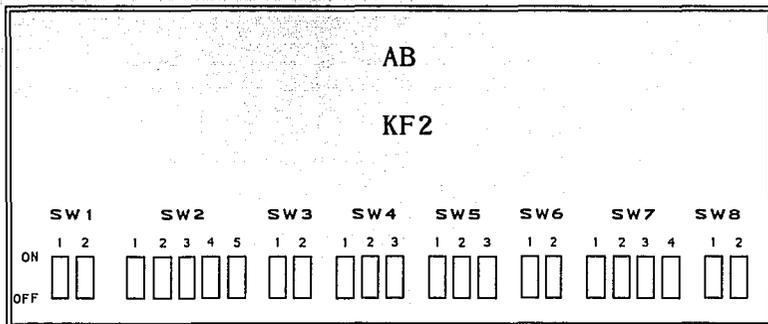
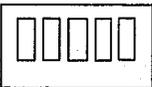


FIG. 4.2.15. representa los micros switch del KF2

ON  SW1.- Determina que nodo puede  
enviar información

OFF

SW 1

ON  SW2.- Determina el # de estación en  
(centenas)

OFF

SW 2

ON  SW3.- Determina el # de estación en  
( decenas )

OFF

SW 3

ON  SW4.- Determina el # de estación en  
( unidades )

OFF

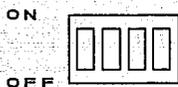
SW 4

## CONTINUACION DE LA CONFIGURACION DEL KF2



SW5

SW5.- viene por default de fábrica



SW6

SW6.- Determina la velocidad de  
transmisión 9600 bauds

SW7

SW7.- Determina si la red se como\_  
munica v/a data highway plus

SW8

SW8.- Determina el tipo de comuni-  
cación si es del tipo  
RS-232 o RS-422.

### **IV.3. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA**

#### **IV.3.1. - ARCHIVOS DE PROGRAMACION**

#### **IV.3.2. - ARCHIVOS DE DATOS**

## IV.3.1. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

PASSWORD IDENTIFICAR EL PROGRAMA	→	La estructura de la memoria esta dividida en cuatro partes. La primera parte su función es identificar y almacenar los programas.
RESERVADO PARA CUADROS SECUENCIALES	→	La segunda parte su función es almacenar y organizar los cuadros secuenciales
PROGRAMA PRINCIPAL	→	La tercera parte su función es,organizar y almacenar los programas del P.L.C.
SUBPROGRAMAS HASTA 999	→	La cuarta parte su función es ,organizar y almacenar hasta 999 subprogramas

## IV.3.2. ORGANIZACION DE LA MEMORIA DEL P.L.C.-5

SALIDAS	←	O.- Se refiere a salidas fisicas maximo 512.
ENTRADAS	←	I.- Se refiere a entradas fisicas maximo 512.
STATUS	←	S.- Se refiere a los status y como maximo 512.
BIT ( RELAY )	←	B3.- Se refiere a las bobinas internas o de control max.1600
TIMER	←	T4.- Se refiere a los timers , maximo 1000
COUNTER	←	C5.- Se refiere a los contadores maximo 1000
CONTROL	←	R6.- Se refiere a los secuenciadores maximo 1000
NUMEROS REALES	←	N7.- Se refiere a los # enteros
NUMEROS REALES	←	F8.- Se refiere a los # reales (con punto decimal)

#### IV.4. PROGRAMACION

- IV.4.1 . - DIRECCIONAMIENTO DE I/O  
(DE ENTRADAS Y SALIDAS)
- IV.4.2. - INSTRUCCIONES EXAMINA ON-OFF  
(ENCENDIDO Y APAGADO)
- IV.4.3. - INSTRUCCIONES TIPO RELAY
- IV.4.4. - INSTRUCCIONES TIPO SECUENCIADOR
- IV.4.5. - TIMERS Y CONTADORES
- IV.4.6. - MOVIMIENTO DE DATOS
- IV.4.7. - OPERACIONES ARITMETICAS
- IV.4.8. - BLOQUES DE TRANSFERENCIA

RELACION DE DIBUJOS Y DIAGRAMAS DEL  
CAPITULO IV.4.4.

- FIG.4.4.1.- REPRESENTA LOS DIFERENTES TIPOS RACKS
- FIG.4.4.2.- REPRESENTA EL DIBUJO DE UN SOLO RACK
- FIG.4.4.3.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION EXAMINA ON
- FIG.4.4.4.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION EXAMINA OFF
- FIG.4.4.5.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION TIPO RELAY
- FIG.4.4.6.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION LATCH
- FIG.4.4.7.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION UNLATCH
- FIG.4.4.8.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION TIPO SECUENCIADOR
- FIG.4.4.9.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION TIPO TIMER ON
- FIG.4.4.10.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION TIMER ON DELAY
- FIG.4.4.11.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION TIMER OFF DELAY
- FIG.4.4.12.- REPRESENTA EL DIBUJO DE LA INSTRUCCION TIPO COUNTER UP
- FIG.4.4.13.- REPRESENTA LA INSTRUCCION COUNTER DOWN
- FIG.4.4.14.- REPRESENTA LA INSTRUCCION MOVIMIENTOS DE DATOS

- FIG. 4.4.15.- REPRESENTA LA OPERACION SUMA
- FIG. 4.4.16.- REPRESENTA LA OPERACION RESTA
- FIG. 4.4.17.- REPRESENTA LA OPERACION MULTIPLICACION
- FIG. 4.4.18.- REPRESENTA LA OPERACION DIVISION
- FIG. 4.4.19.- REPRESENTA LA INSTRUCCION  
DIFERENTE QUE
- FIG. 4.4.20.- REPRESENTA LA INSTRUCCION MENOR QUE
- FIG. 4.4.21.- REPRESENTA LA INSTRUCCION  
MAYOR O IGUAL QUE
- FIG. 4.4.22.- REPRESENTA LA INSTRUCCION AGRUPAR
- FIG. 4.4.23.- REPRESENTA LA INSTRUCCION  
MENOR O IGUAL QUE
- FIG. 4.4.24.- REPRESENTA LA INSTRUCCION MAYOR QUE
- FIG. 4.4.25.- REPRESENTA LA INSTRUCCION TRANSFERIR  
BUFFER TRANSFER READ
- FIG. 4.4.26.- REPRESENTA LA INSTRUCCION DE  
TRANSFERENCIA BUFFER TRANSFER WRITE

## IV.4.1. DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS

## Y SALIDAS

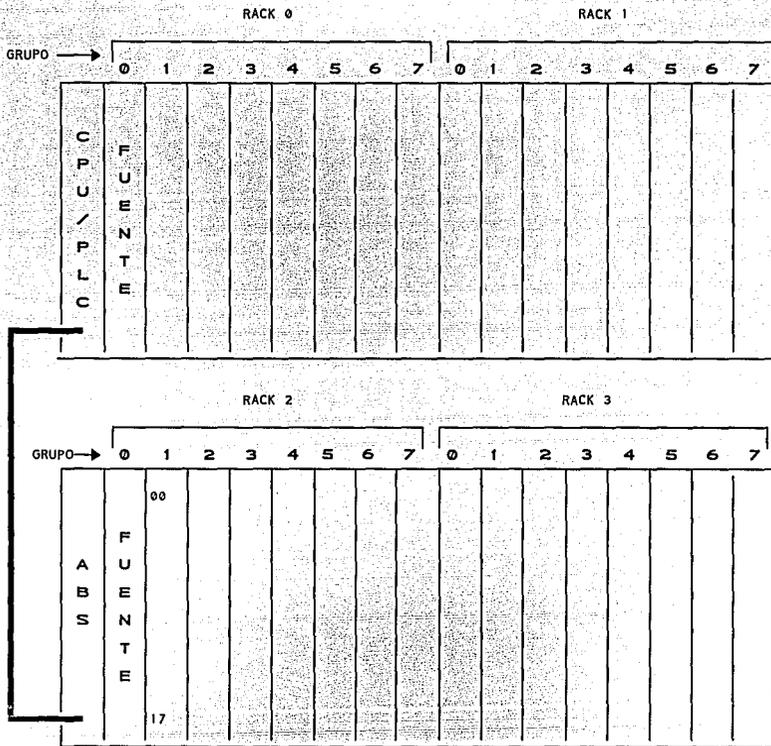
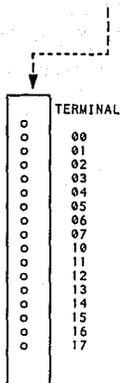


fig.4.4.1



## DIRECCION

RACK GRUPO  
 ↓ ↓  
 X:XX/XY

EJEMPLO:

I:02/10 ENTRADA RACK "0" GRUPO"2" TERMINAL "10"

0:03/11 SALIDA RACK "0" GRUPO "3" TERMINAL "11"

nota :

rack .- se define como el conjunto de cuatro tarjetas  
 la fig 4.4.1 representa la forma de direccionar los  
 racks

↑ ↑  
 I.- ENTRADA TERMINAL  
 0.- SALIDA

# DIRECCIONAMIENTO

## DIRECCIONAMIENTO PARA TARJETAS DE 8 TERMINALES

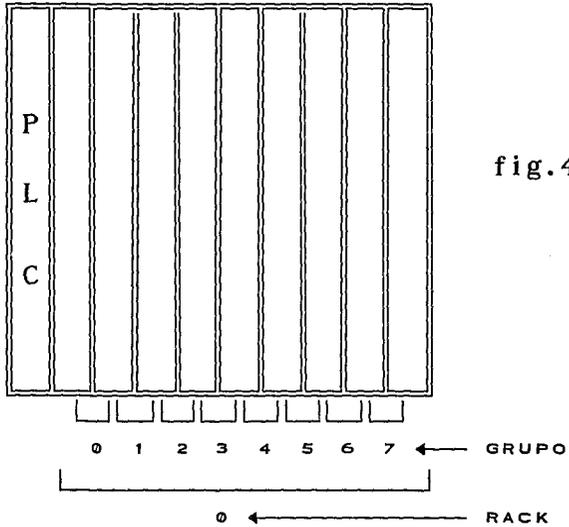
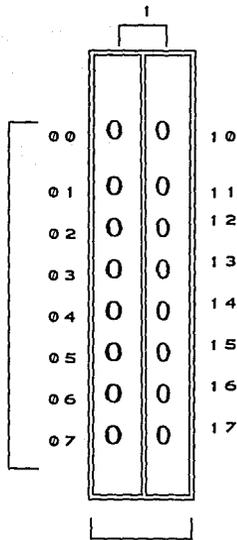


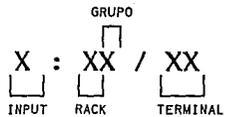
fig.4.4.2

TERMINALES



GPO. 16 PUNTOS

### DIRECCION:



0  
OUTPUT

#### EJEMPLO:

I : 02 / 03

nota :

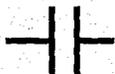
input .- entradas

output.- salidas

rack.- se define como el conjunto de cuatro tarjetas.

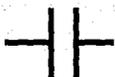
la fig.4.4.2 re[presenta la forma de direccionar un solo rack.

## IV.4.2. INSTRUCCION DE EXAMINA ON



Esta instruccion de examina ( on ) determina si el bit o dispositivo ( xx ) esta energizado en la fig.4.4.3. por ejemplo.

fig.4.4.3



Entrada fisica

I:01/10



Salida fisica

O:02/11

DN



Timer termino

T4:1

## INSTRUCCION EXAMINA OFF



fig.4.4.4.

Esta instrucción chequea si el bit 6 dispositivo (xx) esta desenergizado. en la fig.4.4.4 se presenta la instrucion examina off



Entrada fisica

I:01/10



Salida fisica

O:02/11

T4:1



Timer termico

DN

T4:2



Timer habilitado

EN

### IV.4.3. INSTRUCCION ENERGIZA SALIDA (TIPO RELAY)



fig.4.4.5.

Esta instrucción energiza un bit ó una salida física . En la fig.4.4.5 se representa la instrucción tipo relay



0:02/11

Salida física



B3:0

Bit ó relay interno

## INSTRUCCION LATCH

—( L )— Esta instrucción energiza un bit ó una salida física y la mantiene energizada fig.4.4.6. (candado) en la fig.4.4.6. se representa la instrucción latch

—( L )— Salida física  
0:02/11

—( L )— Bit ó relay interno  
B3:0

## INSTRUCCION UNLACH

—( U )— Esta instrucción desenergiza un bit ó una salida física previamente energizada fig.4.4.7 por un latch la fig 4.4.7. representa la instrucción unlatch (abrir el candado)

—( U )— Salida física  
0:02/11

—( U )— Bit ó relay interno  
B3:0

## IV.4.4. INSTRUCCION TIPO SECUENCIADOR

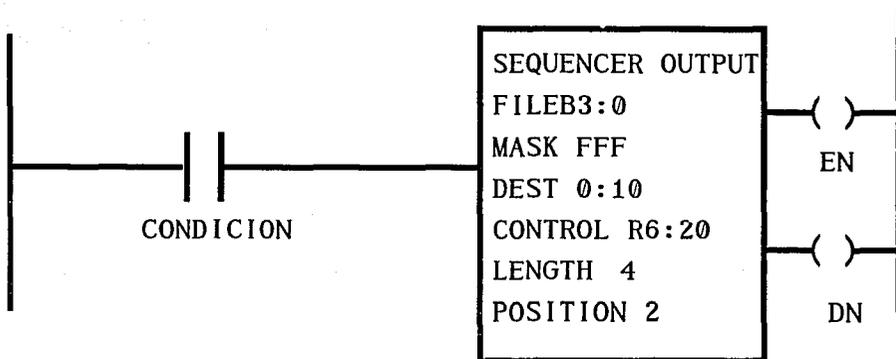


fig.4.4.8.

Este secuenciador envia toda una palabra de datos del archivo [FILE] hacia las palabras de definida en [DEST] cada vez que su renglon pasa de falso a verdadero. su bit [DN] se prende cuando termina el número de pasos especificado en [LENGTH] La fig.4.4.8 representa la instrucción tipo secuenciador

## IV.4.5. INSTRUCCION TIPO TIMER

## RETENTIVO TIMER ON

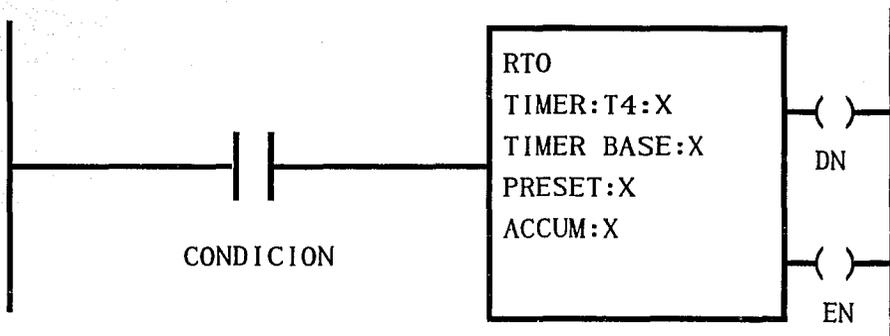


fig.4.4.9.

Este timer comienza a correr su tiempo cuando las condiciones en el escalon son verdaderas, si las condiciones de escalon son falsas, entonces retiene su valor acumulado. su bit [EN] se activa cuando las condiciones de su escalon son verdaderas y su bit [DN] se activa cuando llega su cuenta predeterminado. su valor acumulado solo puede ponerse en [0] por medio de la instrucción [RESET]. la fig 4.4.9. representa la instrucción tipo timer

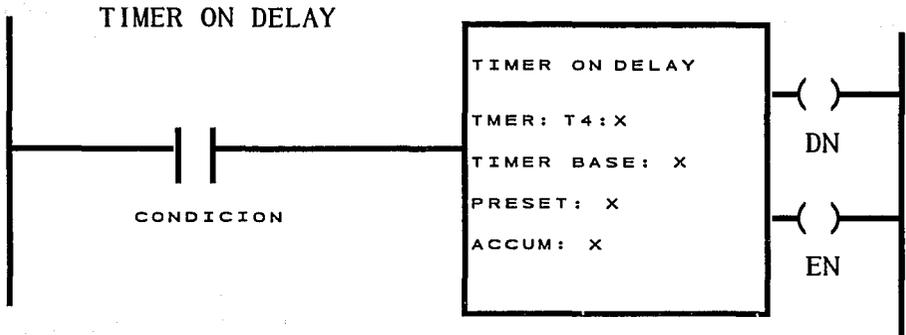


fig.4.4.10.

Este timer empieza su cuenta cuando se cumple las condiciones de su escalon . cuando termina su tiempo se habilita su bit [DN]. cuando su escalon es verdadero de sabilita su bit [EN]. cuando es falso su valor acumulado se hace igual a [0] la fig.4.4.10 representa el timer on delay

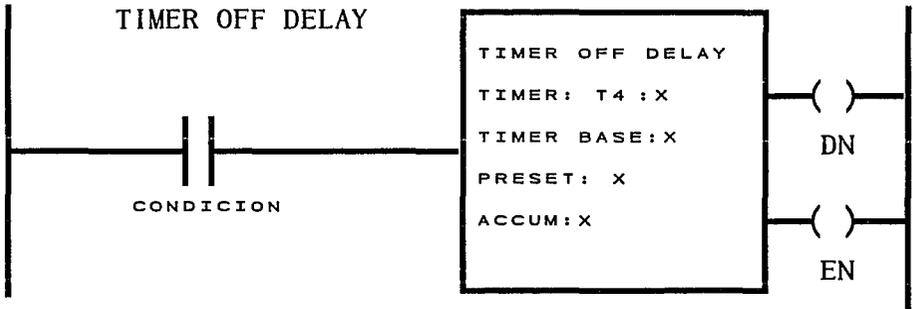


fig.4.4.11.

Este timer empieza a correr su tiempo cuando las condiciones en su escalon son falsas. cuando llega a su tiempo predeterminado entonces desactiva un bit [DN] su bit [EN] se activa cuando las condiciones del escalon son verdaderas . su cuenta se pone en [0] cuando las condiciones del escalon son verdaderas. La fig4.4.11. representa la instrucción timer off delay

## INSTRUCCIONES TIPO CONTADOR

## CONTADOR ASCENDENTE (COUNTER UP)

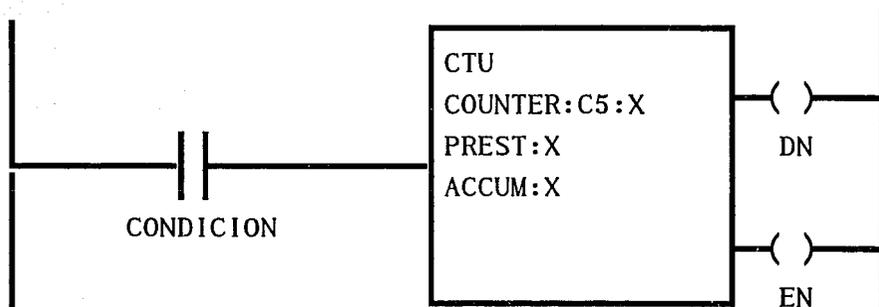


fig.4.4.12.

Este contador incrementa su cuenta cada vez que su escalon pasa de falso a verdadero. su bit [DN] se prende cuando llega a su cuenta predeterminado . su bit [EN] se prende cuando en alguna parte del programa se incrementa su cuenta. La fig.4.4.12. representa la instrucción tipo contador

## CONTADOR DESCENDENTE (COUNTER DOWN)

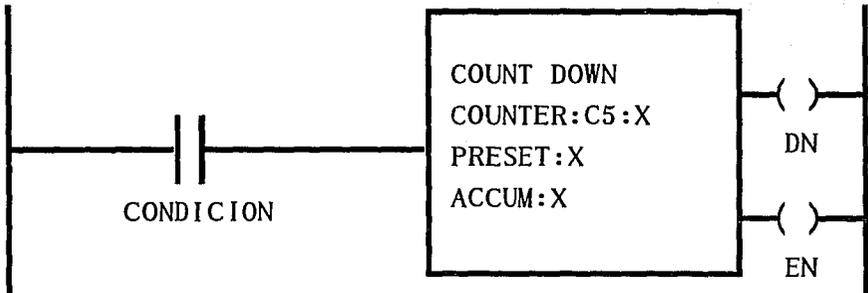


fig.4.4.13.

Este contador decrementa su cuenta cada vez que su escalon pasa de falso a verdadero .  
 su bit [DN] se activa cuando llega a su cuenta predeterminada , su bit [EN] se activa cuando en alguna parte del programa se decrementa su cuenta en fig 4.4.13. representa el contador descendente.

## IV.4.6. MOVIMIENTOS DE DATOS

## INSTRUCCION " DATOS"

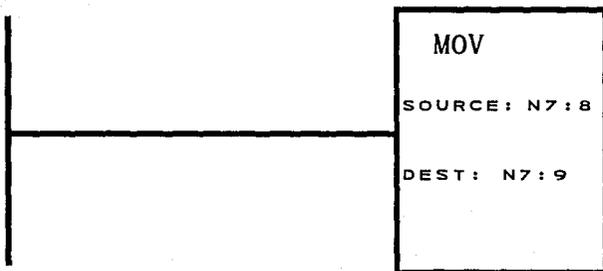


fig.4.4.14

ESTA INSTRUCCION MUEVE EL DATO CONTENIDO EN "SOURCE"  
A LA DIRECCION ESPECIFICADA POR "DEST" LA FIG.4.4.14  
REPRESENTA LA INSTRUCCION MOVIMIENTO DE DATOS

## IV.4.7. OPERACIONES ARITMETICAS

## OPERACION SUMA

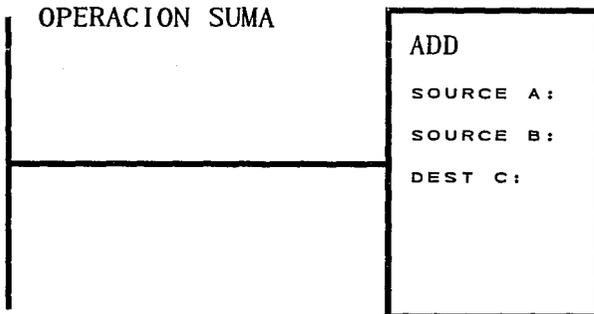


FIG.4.4.15.

EFFECTUA LA SIGUIENTE OPERACION :  $C = A+B$  LA FIG.4.4.15.  
REPRESENTA LA OPERACION SUMA

## OPERACIONES ARITMETICAS

## OPERACION RESTA

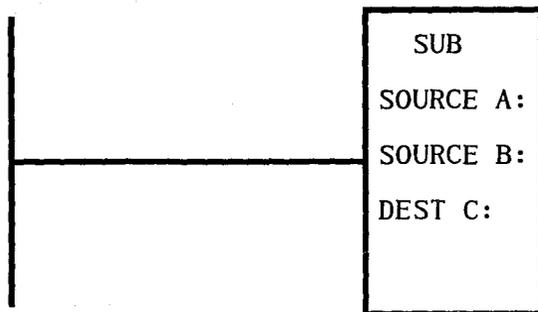


FIG. 4.4.16.

Realiza la siguiente operación:  $c = A - B$   
la fig.4.4.16. representa la operación resta

## OPERACION MULTIPLICACION

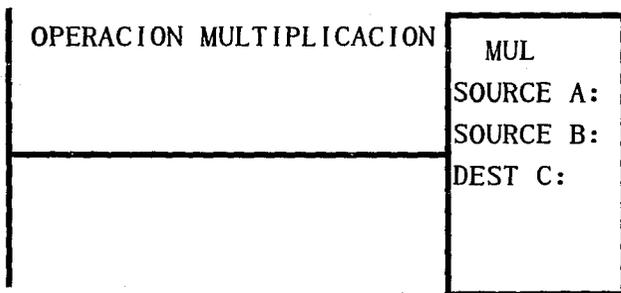


fig. 4.4.17.

Realiza la siguiente operación:  $C = A \times B$   
la fig.4.4.17. representa la operación multiplicación

## OPERACIONES ARITMETICAS

## OPERACION DIVISION

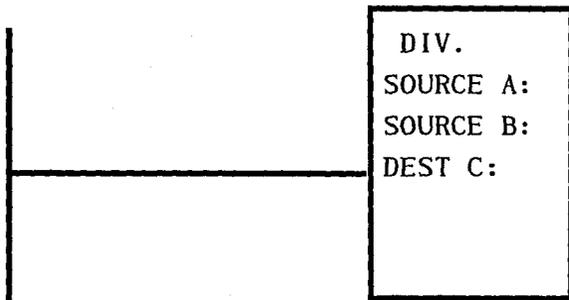


fig.4.4.18

Efectua la siguiente operación:  $C = A / B$

la fig.4.4.18. representa la operación división

## INSTRUCCIONES DE COMPARACION

NOT EQUAL (DIFERENTE QUE)

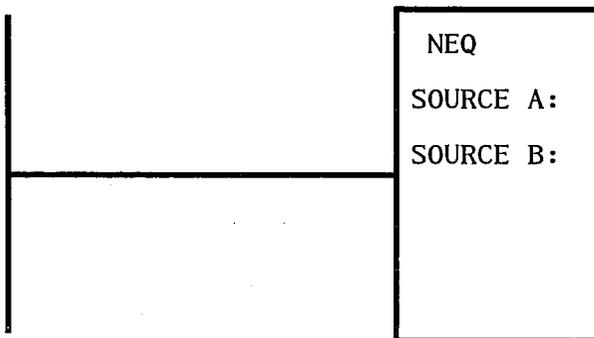


FIG. 4.4.19.

SU ESCALON SE VUELVE VERDADERO CUANDO  $A \neq B$  LA FIG. 4.4.19. REPRESENTA LA INSTRUCCION DIFERENTE QUE

LESS THAN (MENOR QUE)

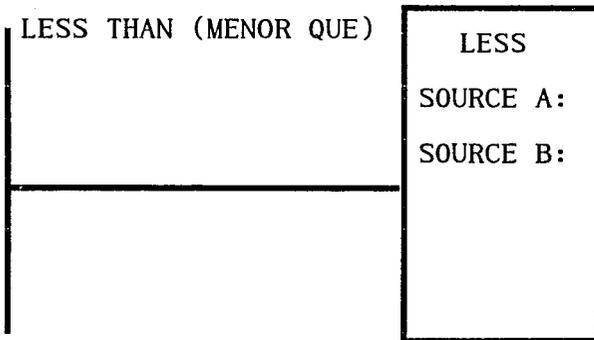


FIG. 4.4.20.

HAY CONTINUIDAD LOGICA CUANDO  $A < B$  LA FIG. 4.4.20 REPRESENTA LA INSTRUCCION MENOR QUE

## INSTRUCCION DE COMPARACION

GREATER THAN OR EQUAL (MAYOR O IGUAL QUE)

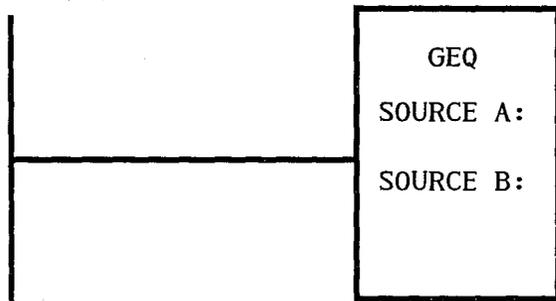


fig.4.4.21.

Su escalon es verdadero  $A \geq B$  la fig.4.4.21 representa la instrucción mayor o igual que

## INSTRUCCION DE AGRUPAR

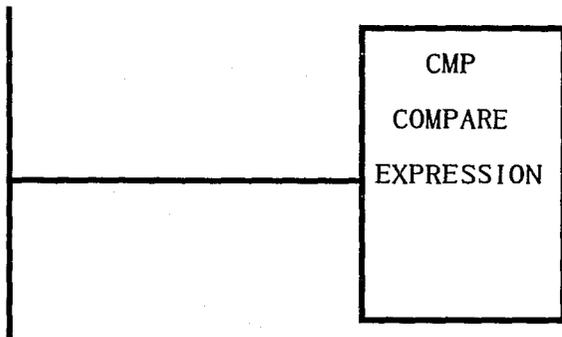


fig.4.4.22.

Se puede agrupar todas las instrucciones anteriores con la instrucción agrupar la fig.4.4.22. representa la instrucción agrupar

## INSTRUCCIONES DE COMPARACION

LESS THAN OR EQUAL (MENOR O IGUAL QUE)

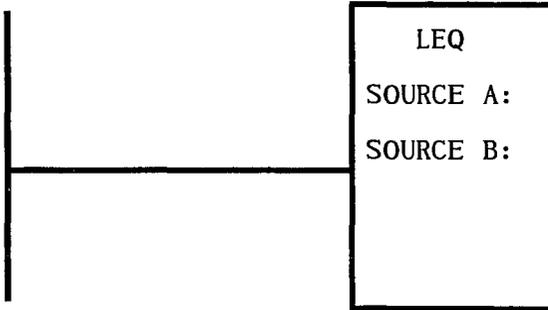


fig.4.4.23.

Hay continuidad logica  $A \leq B$  la fig.4.4.23.  
representa la instrucción menor o igual que

GREATER THAN (MAYOR QUE)

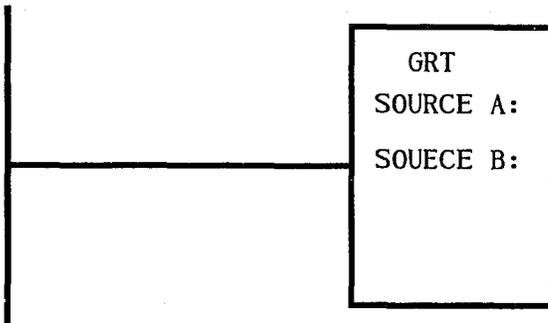


fig.4.4.24.

Hay continuidad logica cuando  $A > B$  la fig.4.4.24.  
representa la instrucción mayor que

#### IV.4.8. INSTRUCCIONES DE TRANSFERENCIA (BLOQUES DE TRANSFERENCIA)

**BTR:** buffer transfer read esto quiere decir que puede leer hasta 64 palabras al mismo tiempo de una tarjeta inteligente.

En la fig.4.4.26. indica el bloque de transferencia de lectura

**BTW:** buffer transfer write esto quiere decir que puede escribir hasta 64 palabras de información hacia una tarjeta inteligente en la fig. 4.4.25. indica el bloque de transferencia de escritura .

##### BTW

RACK:  
GROUP:  
MODULE:  
CONTROL BLOCK :  
DATA FILE:  
LENGTH:  
CONTINUOUS:

fig.4.4.25.

##### BTR

RACK:  
GROUP:  
MODULE:  
CONTROL BLOCK:  
DATA FILE:  
LENGTH:  
CONTINUOUS:

fig. 4.4.26.

## INSTRUCCION DE TRANSFERENCIA

**DONDE:**

**RACK:** SE REFIERE AL NUMERO DE RACK EN EL SE ENCUENTRA LA TARJETA DE I/O

**GROUP:** SE REFIERE AL GRUPO ASIGNADO A LA TARJETA O MODULO INTELIGENTE.

**MODULE:** SE REFIERE AL SLOT (0,1) EL CUAL SE ENCUENTRA EN LA TARJETA

**CONTROL BLOCK:** SE REFIERE AL BLOCK DE 5 PALABRAS DE TIPO ENTERO EN EL CUAL EL P.L.C. GUARDA BANDERAS AUTOMATICAMENTE.

**DATA FILE:** ES EL BLOCK DE INFORMACION QUE SE VA TRANSMITIR

**LENGTH:** SE REFIERE AL LONGITUD DEL BLOCK DE TRANSFERIR

**CONTINUOUS:** DETERMINE SI SE TRANSITIRA TODO EL BLOQUE DE UNA SOLA PASADA O DE VARIAS PASADAS .

## CAPITULO V

### APLICACIONES DEL P.L.C.

- V.1.- DESCRIPCION DE LA APLICACION
- V.2.- DIAGRAMA DE FLUJO DE TRANSPORTACION  
Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA
- V.3.- DIAGRAMA ELECTRICO DE TRANSPORTACION  
Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA
- V.4.- DIAGRAMA DE ESCALERA DE TRANSPORTACION  
Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

RELACION DE DIBUJOS Y DIAGRAMAS DEL  
CAPITULO V.2. Y V.3. .

- FIG.5.2.1.- REPRESENTA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE LA  
TRANSPORTACION Y ALMACENAMIENTO  
DE MATERIA PRIMA
- FIG.5.2.2.- REPRESENTA LA VISTA SUPERIOR DEL  
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA TRANSPORTACION  
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA
- FIG.5.3.1.- REPRESENTA EL DIAGRAMA ELECTRICO  
DE SEÑALIZACION DE BANDAS
- FIG.5.3.2.- REPRESENTA EL DIAGRAMA ELECTRICO DE  
POSICION DE BANDAS
- FIG.5.3.3.- REPRESENTA EL DIAGRAMA ELECTRICO DE  
CONTROL DE TRANSPORTACION Y  
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA
- FIG.5.3.4.- REPRESENTA EL DIBUJO DE UN SENSOR  
CAPACITIVO

RELACION DE RENGLONES DEL PROGRAMA DE ESCALERA  
CAPITULO V.4.

- R1.- REPRESENTA EL PARO DE EMERGENCIA
- R2.- REPRESENTA EL RESET DEL PARO DE EMERGENCIA
- R3.- REPRESENTA EL SELECTOR DE CARGA DE MATERIA PRIMA
- R4.- REPRESENTA LA SELECCION DEL SILO A CARGAR
- R5.- REPRESENTA EL REGISTRO DE POSICION DE SILO
- R6.- REPRESENTA EL AUXILIAR PARA MOVER BANDA 1MP CON DIRECCION NORTE, CUANDO SE ENCUENTRA EN TANQUE # 1
- R7.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 1MP CON DIRECCION NORTE, CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 2
- R8.- REPRESENTA AUXILIAR PARA BANDA 1MP CON DIRECCION SUR CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 2
- R9.- REPRESENTA CONTINUACION DEL RENGLON R8
- R10.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER LA BANDA 1MP CON DIRECCION NORTE, PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 4
- R11.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 1MP CON DIRECCION SUR , CUANDO SE ENCUENTRE EN POSICION DEL TANQUE # 5
- R12.- REPRESENTA PARA MOVER BANDA 1MP CON DIRECCION SUR CUANDO SE ENCUENTRA EN POSICION CENTRAL
- R13.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 1MP CON DIRECCION NORTE Y CUANDO SE ENCUENTRA EN POSICION CENTRAL
- R14.- REPRESENTA ARRANCAR MOTOR DE GIRO CON DIRECCION NORTE BANDA 1MP
- R15.- REPRESENTA ARRANCAR MOTOR GIRO CON DIRECCION SUR BANDA 1MP
- R16.- REPRESENTA REGISTRO PARA SABER LA POSICION ACTUAL DE LA BANDA 2MP

- R17.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECCION NORTE Y PARAR CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 6
- R18.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECCION SUR Y PARA CUANDO SE ENCUENTRA EN TANQUE # 7
- R19.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECCION NORTE Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE TANQUE # 7
- R20.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECCION SUR Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 8
- R21.- REPRESENTA AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP HACIA TANQUE # 9
- R22.- REPRESENTA ARRANCAR MOTOR DE GIRO CON DIRECCION NORTE BANDA 2MP
- R23.- REPRESENTA ARRANCAR MOTOR DE GIRO CON DIRECCION SUR BANDA 2MP
- R24.- REPRESENTA CUANDO SE ENCUENTRA EN POSICION MARCADA EN DIGITSWITCH OPERA MOTOR DE BANDA 2MP
- R25.- CONTINUACION DEL R24
- R26.- REPRESENTA AUXILIAR PARA ABRIR VALVULA DE COLECTOR DE POLVOS DOLOMITA
- R27.- REPRESENTA AUXILIAR PARA ABRIR VALVULA DE COLECTOR DE POLVOS CALIZA
- R28.- REPRESENTA AUXILIAR PARA ABRIR VALVULA DE COLECTOR DE POLVOS FELDESPATO

- R29.- REPRESENTA LA SALIDA PARA ABRIR VALVULA DE COLECTOR DE POLVOS DE SODA # 1
- R30.- REPRESENTA LA SALIDA PARA ABRIR VALVULA DE COLECTOR DE POLVOS SODA # 2
- R31.- REPRESENTA LA POSICION MARCADA EN DIGITSWITCH OPERA EL MOTOR DE LA BANDA 1MP
- R32.- REPRESENTA EL TIEMPO PARA ARRANCAR LA BANDA 1MP Y 2MP
- R33.- REPRESENTA EL TIEMPO PARA ARRANCAR LA BANDA MP Y EL ELEVADOR
- R34.- REPRESENTA EL TIEMPO PARA ARRANCAR EL VIBRADOR SI EXISTE MATERIAL
- R35.- REPRESENTA EL TIEMPO DE PURGA DE LA TOLVA RECEPTORA

## V. I. DESCRIPCION DE LA APLICACION

Se necesita pesar la materia prima que llega en los camiones , transportarla para su almacenamiento y posteriormente cuantificarla para su formulación

la materia prima puede ser:

1. \_ Arena Silica clase A
2. \_ Arena Silica clase B
3. \_ Soda 1
4. \_ Soda 2
5. \_ Dolomita
6. \_ Caliza
7. \_ P.V.P.
8. \_ Feldespato

Los camiones llegan a la planta , se pesan en una bascula de 60 toneladas . Posteriormente los camiones depositan el material en una tolva receptora , es en esta tolva donde se inicia la secuencia de operación \_ previamante se le comunica al operador de casa de \_ mezclas ( lugar donde se almacena y se realiza la combinación de la materia para su formulación )

El operador selecciona el silo correspondiente, esta operación se realiza a través de un digiswitch que se encuentra en el tablero principal de Casa de Mezclas mismo que cuenta con el P.L.C.

La secuencia lógica del P.L.C. es la siguiente el P.L.C. revisa las entradas , es decir , revisa todas las señales de entrada y salida .Por ejemplo

Los paros de emergencia , señales de posición de la banda , el equipo que se encuentra operando , el que se encuentra parado y por supuesto la selección adecuada del silo a llenar , dependiendo de las entradas el P.L.C determina la secuencia de operación

Una vez seleccionada la secuencia y el P.L.C. \_ realizó el scan se puede empezar la transportación de la materia prima ,La secuencia empieza en la tolva receptora donde el material es depositado por los camiones , una vez en la tolva el material es dosificado por un vibrador el cual alimentará a un \_ elevador para despues depositaria en otra banda fija llamada M.P. es una banda que gira en una sola dirección , despues el material pasará a otra banda que gira en dos direcciones norte y sur llamada 1MP dependiendo de la selección del material a almacenar .

Los silos que puede cargar la banda 1MP son: Arena clase A , Soda 1 , Soda 2 y Arena clase B . y para la selección de los demas silos , se realiza con con la banda 2MP para cargar los silos de material con Dolomita , Caliza y Feldespato .

Y para cargar el material de P.V.P. se utiliza una banda aerea . En la fig. 5.2.1.se presenta el diagrama de flujo de la transportación y almacenamiento de materia prima y en la fig. 5.2.2.se presenta el mismo diagrama de flujo pero ahora de una vista superior

## V.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE TRANSPORTACION Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

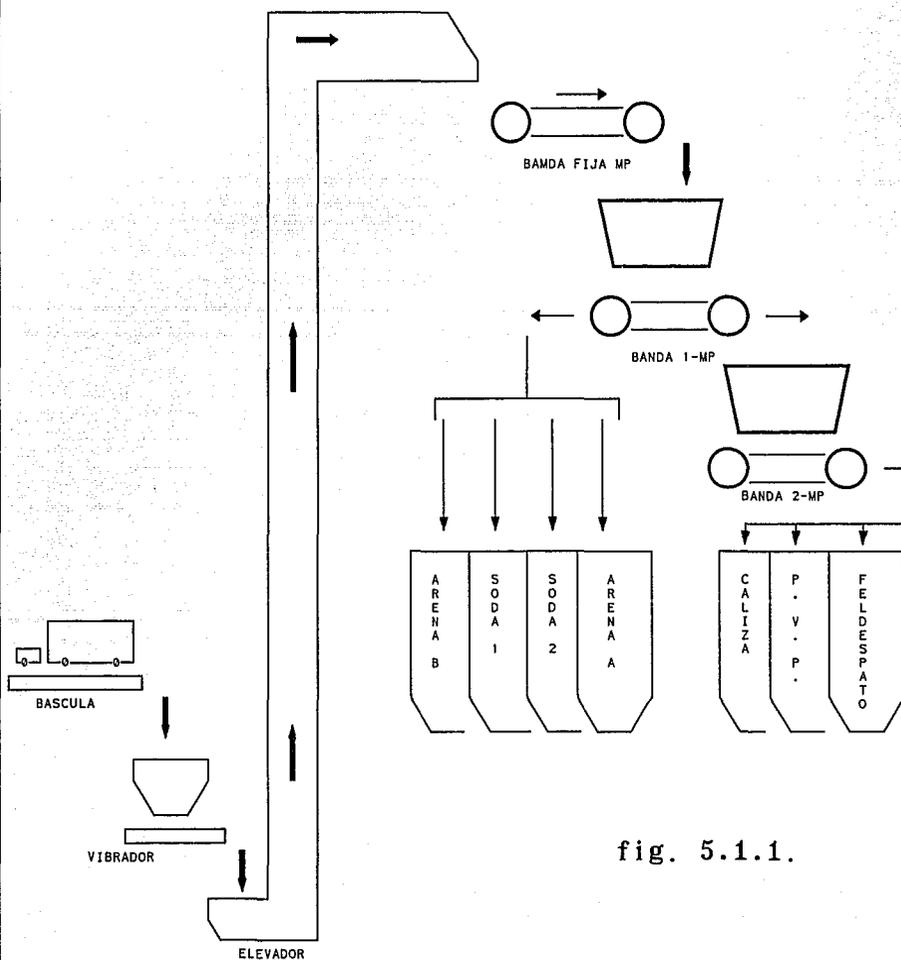


fig. 5.1.1.

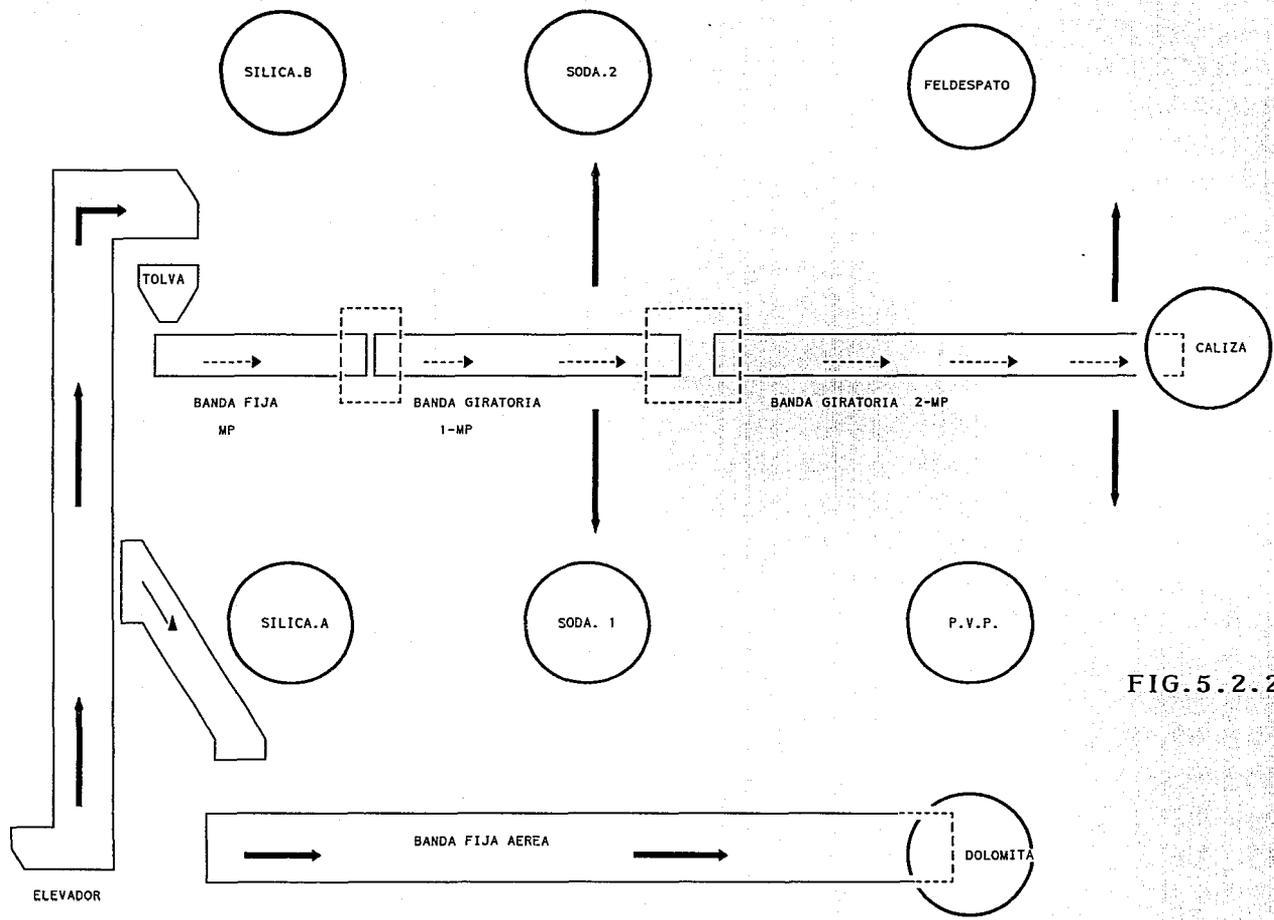


FIG.5.2.2.

DIAGRAMA DE FLUJO DE TRANSPORTACION Y ALMACENAMIENTO  
VISTA SUPERIOR

## DESCRIPCION DE LOS DIAGRAMAS ELECTRICOS

La descripción de los diagramas eléctricos de la transportación y almacenamiento de materia utilizando el control automático por relevador

- En la fig.5.3.1.se presenta el diagrama eléctrico de señalización de bandas
- En la fig. 5.3.2.se presenta el diagrama eléctrico de posición de bandas
- En la fig. 5.3.3. se presenta el diagrama eléctrico de de control de la transportación y almacenamiento de materia prima .

En la fig. 5.3.1. el diagrama de señalización nos indica el nivel de materia prima que tienen los silos , los estados de los niveles pueden ser dos , nivel alto y nivel bajo y para sensar cualquier material se utilizan sensores capacitivos .

Los sensores capacitivos sensan cualquier material y para hacerlo estan compuesto de cuatro etapas . En la fig. 5.3.4. se indica el sensor capacitivo

- 1.- Electrodo
- 2.- Oscilador
- 3.- Disparo
- 4.- Salida

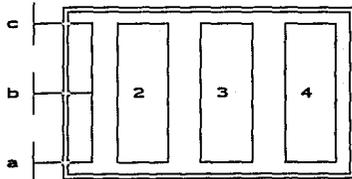
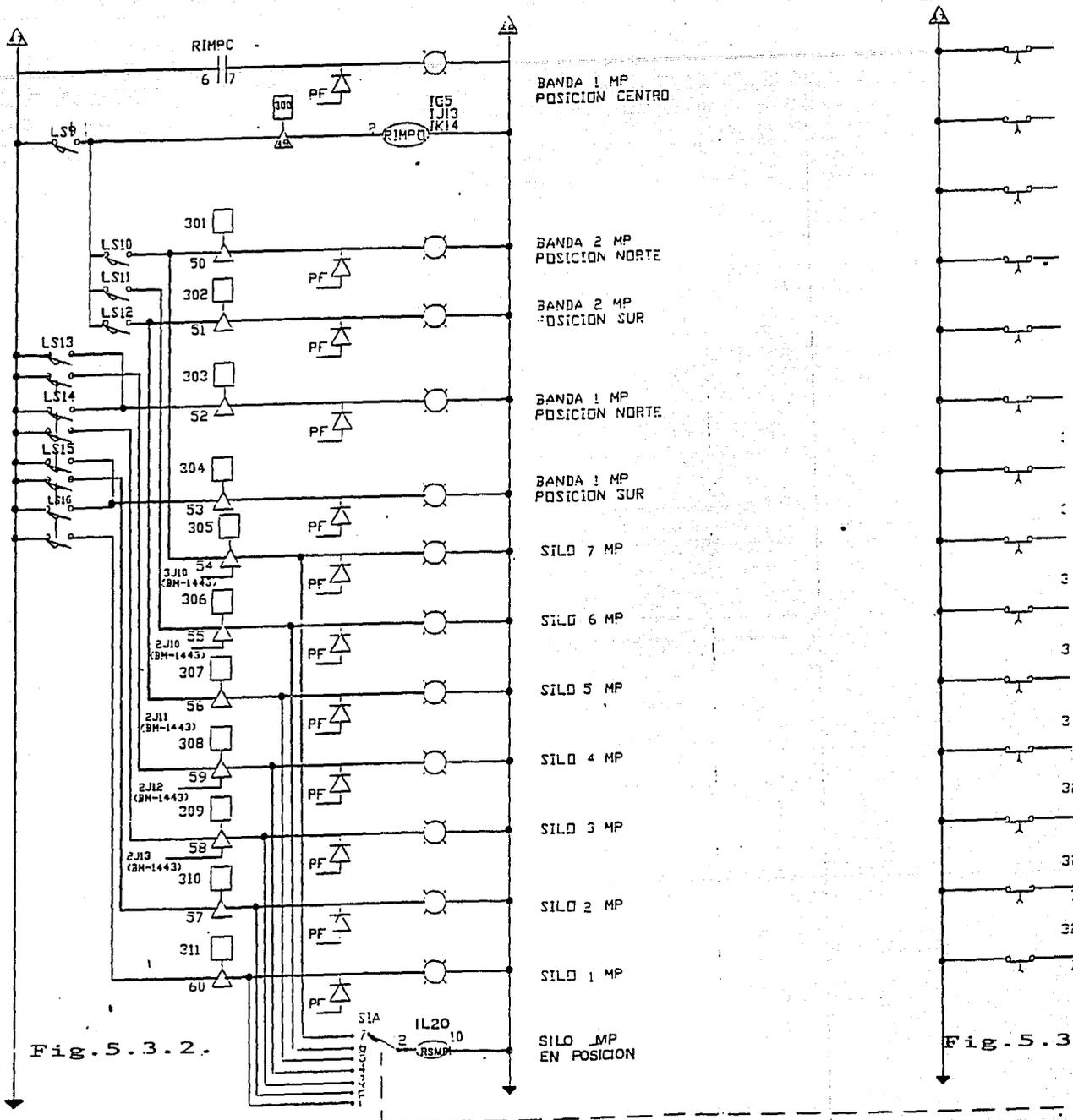


fig. 5.3.4.

El oscilador genera una señal con cierta frecuencia y amplitud , cuando algun material se ha serca al sensor altera las condiciones del campo eléctrico producido por los electrodos , al captar una alteración el oscilador acciona el circuito de disparo y a su vez activa la salida indicando un nivel alto ó bajo de pendiendo de su ubicación fisica del sensor.

La fig.5.3.2.nos indica la posición que tiene la banda 1 de materia prima (1MP) con su respectiva posición norte , sur ó posición centro , también este diagrama nos indica la posición que tiene la banda 2 de materia prima (2MP) con su respectiva posición norte ó sur , dependiendo de la ubicación que tengan las bandas 1MP/2MP ambas activaran un interruptor de limite que indicara la posición de ambas , utilizando un selector se escogera el silo que se desea cargar una vez seleccionadas las bandas indicaran su nueva posición y con el botón de arranque se iniciara la secuencia que carga automaticamente por relevación , siempre y cuando el silo que se quiera cargar no tenga nivel alto.

En la fig.5.3.3.Se presenta el diagrama de la secuencia de control por relevador .



V.3.-DIAGRAMA ELECTRICO DE TRANSPORTACION Y ALMACENAM  
DE MATERIA PRIMA

BANDA 1 MP  
POSICION CENTRO

BANDA 2 MP  
POSICION NORTE

BANDA 2 MP  
POSICION SUR

BANDA 1 MP  
POSICION NORTE

BANDA 1 MP  
POSICION SUR

SILO 7 MP

SILO 6 MP

SILO 5 MP

SILO 4 MP

SILO 3 MP

SILO 2 MP

SILO 1 MP

SILO MP  
EN POSICION

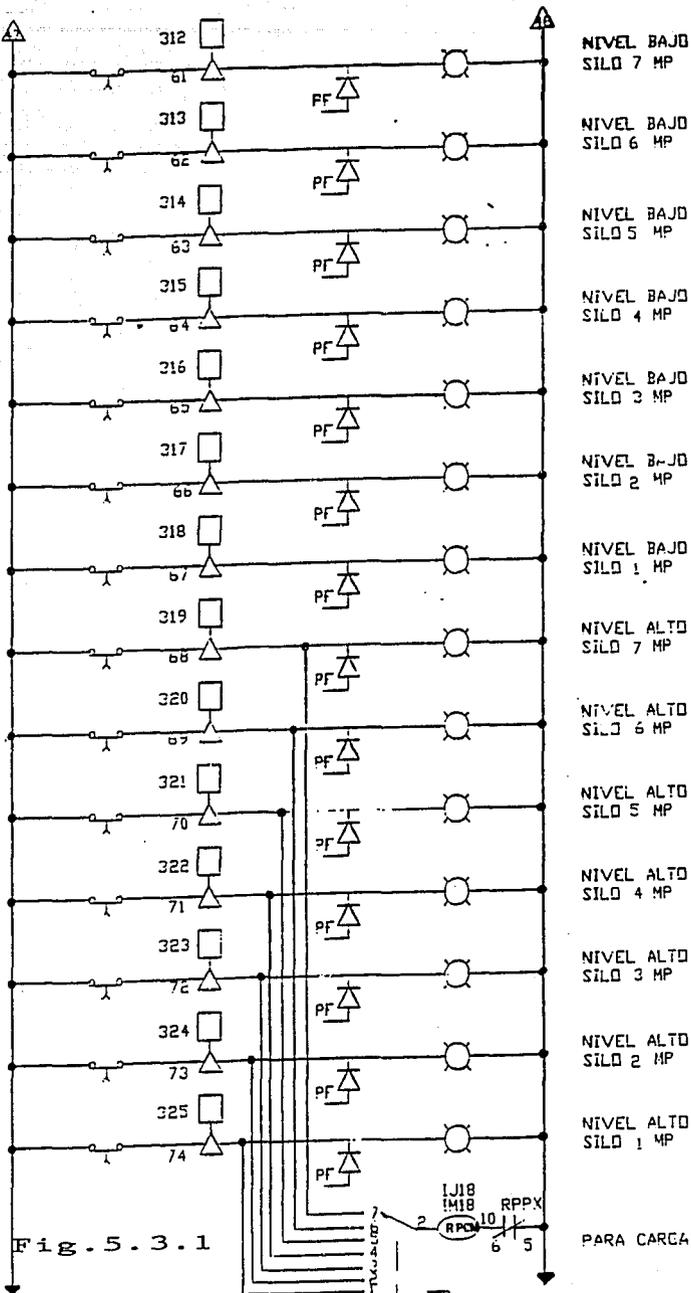
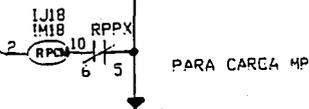


Fig. 5.3.1



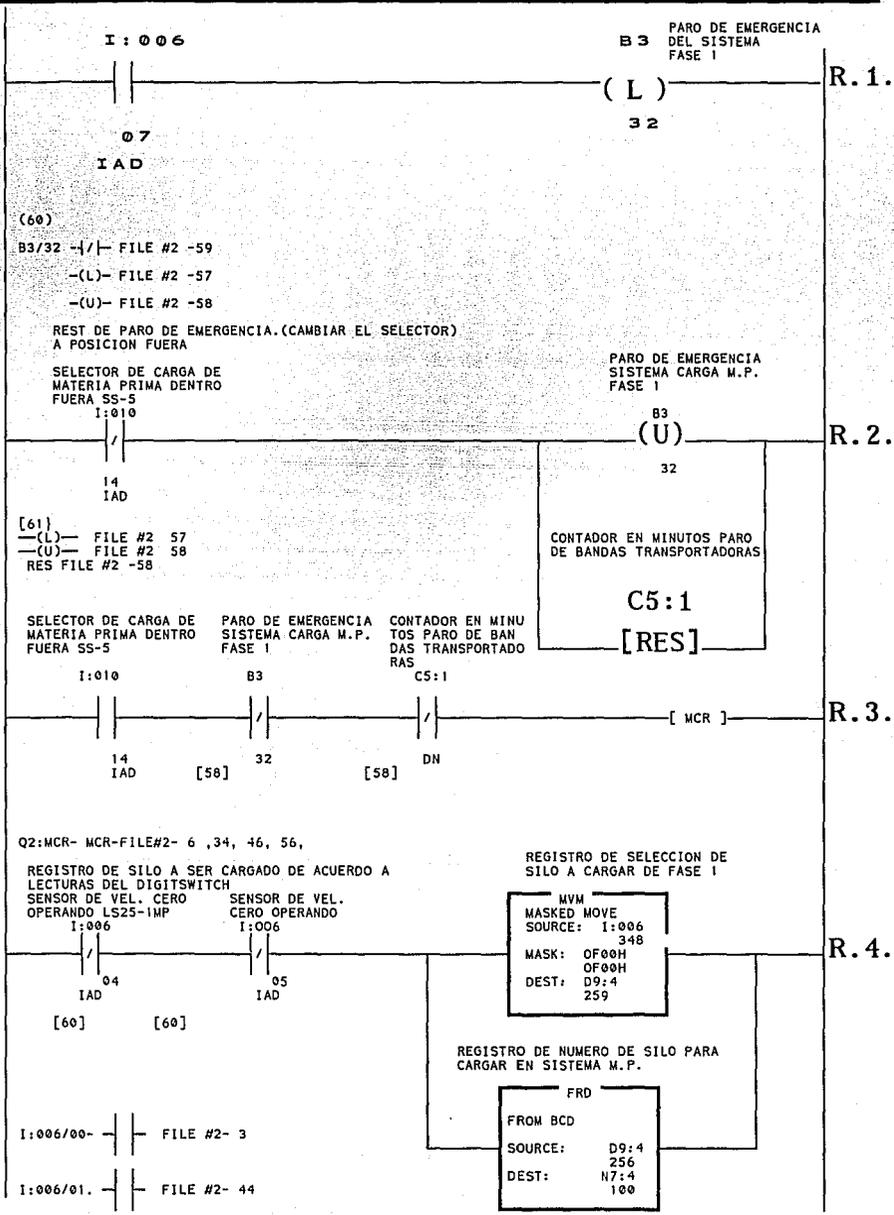
□ TERMINAL EN CONTROL DE BASCULAS  
△ DETECTOR DE NIVEL

NOTA. CADA DETECTOR DE NIVEL TIENE UN MOTOR QUE SE ALIMENTA CON 120 VCA.





# V.4.PROGRAMA DE ESCALERA PARA LA TRANSPORTACION Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA



REGISTRO DE POSICION DE BANDA 1MP

SENSOR DE VELOCIDAD  
CERO OPERANDO LS25  
1MP

SENSOR DE VEL. CERO  
OPERANDO LS26-2MP

REGISTRO PARA ENCONTRAR LA  
POSICION ACTUAL DE LA BANDA  
1MP CARGA FASE 1

I:006

I:006

MVW	
MASKED MOVE	
SOURCE:	1:010 -12255
MASK:	000FH
DEST:	D9:5 1

R.5

[60] IDA

[60] IAD

REGISTRO DE POSICION  
DE BANDA 1MP

FRD	
FROM BCD	
SOURCE:	D9:5 1
DEST:	N7:5 1

AUXILIAR PARA MOVER LA BANDA 1MP COM DIRECCION NORTE  
Y CUANDO SE ENCUENTRE EN EL TANQUE #1

REGISTRO DE # DE SILO  
PARA CARGAR EN SISTEMA  
MP.

REGISTRO DE POSICION DE  
BANDA 1MP

SENSOR DE BANDA  
1MP EN POSICION  
TQ.1  
( ARENA )

AUXILIAR DE MOTOR  
CON DIRECCION  
NORTE BANDA 1MP

CMP	
COMPARE	
EXPRESSION :	
N7:4 =	100

CMP	
COMPARE	
EXPRESSION:	
N7:5 =	2

I:010

B3

00

12

IAD

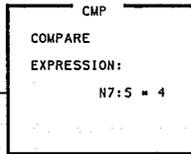
R.6

N7:4- [60]

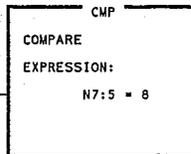
# CONTINUACION DEL R.6.

R,P.E.3

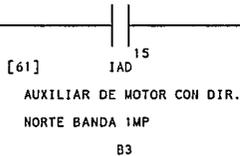
AUXILIAR PARA MOVER LA BANDA IMP CON DIRECCION NORTE  
Y CUANDO SE ENCUENTRE EN EL TANQUE # 1.



N7:5 - [61] REGISTRO  
DE POSICION DE BANDA  
IMP



N7:5-[61] SENSOR DE POSICION  
CENTRAL BANDA IMP  
I:010



[62] 12

AUXILIAR PARA MOVER LABANDA 1MP CON DIRECCION NORTE Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE #2

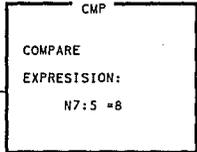
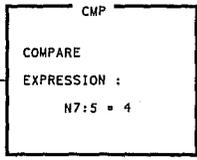
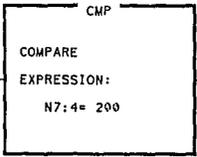
REGISTRO DE NUMERO DE SILO PARA CARGAR EN SISTEMA . MP

REGISTRO DE POSICION DE BANDA IMP

SENSOR DE BANDA IMP EN POSICION TQ.2 SODA 1

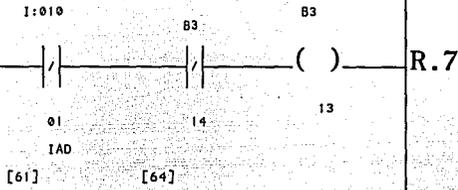
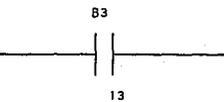
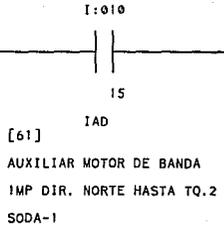
AUXILIAR MOTOR BANDA IMP DIR. SUR TQ.2 SODA 1

AUXILIAR DEL MOTOR DE BANDA DIR.NORTE HASTA TQ.2 SODA 1



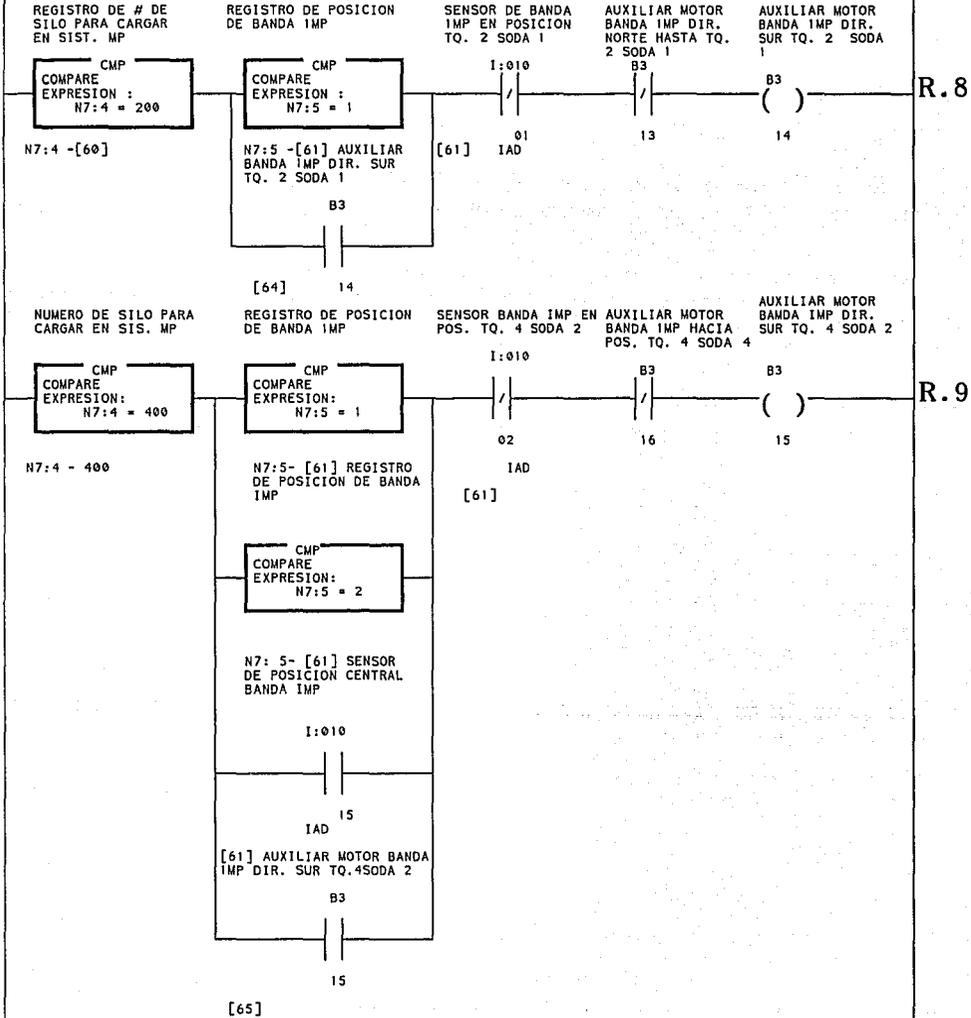
N7:5- [61] REGISTRO DE POSICION DE BANDA IMP

N7:5- [61] SENSOR DE POSICION CENTRAL BANDA IMP

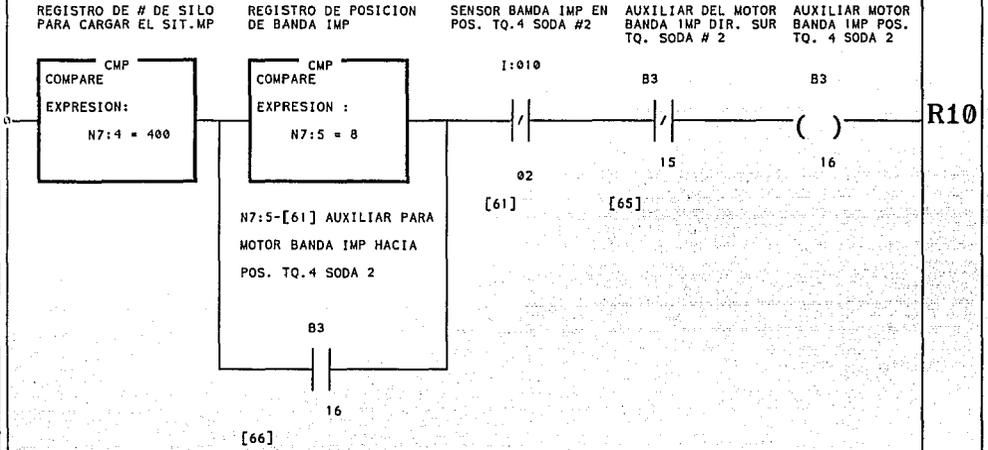


R.7

AXILIAR PARA MOVER BANDA IMP CON DIRECCION SUR Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 2



AUXILIAR PARA MOVER LA BANDA IMP CON DIR. NORTE Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TQ. #4



AUXILIAR PARA MOVER BANDA IMP CON DIR.SUR Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN POSICION CENTRAL.

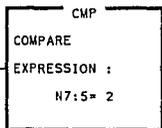
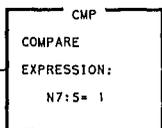
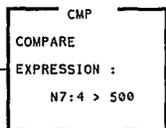
REGISTRO DE NUMERO DE  
SILO PARA CARGAR EN  
SIS.MP

REGISTRO DE POSICION  
DE BANDA IMP

SENSOR DE POSICION  
CENTRAL BANDA IMP

AUXILIAR MOTOR  
PARA POS.CENTRAL  
IMP CON DIR.NTE

AUX.PARA BANDA IMP  
EN POS.CENTRAL CON  
DIR. SUR



N7:5-[61] AUXILIAR PARA  
BANDA IMP EN POS.CENTRAL  
CON DIR. SUR

B3

I:010

B3

B3



15

17

19

IAD

IAD

[72]

[69]

R12

[68]

19

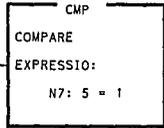
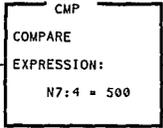
AUXILIAR PARA MOVER BANDA 1MP CON DIR.SUR Y CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 5

REGISTRO DE # SILO PARA CARGAR EN SIS. MP

REGISTRO DE POSICION DE BANDA 1MP

SENSOR BANDA 1MP EN POS. 5 ARENA SILICA 2

AUXILIAR MOTOR BANDA 1MP HACIA POS.TO.5 SUR ARENA SILICA 2



I:010

B3



[72]

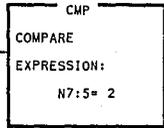
03

18

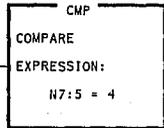
R11

N7:4 -[60]

N7: 5-[61] REGISTRO DE POS DE BANDA 1MP



N7: 5- [61] REGISTRO DE POS DE BANDA 1MP



N7: 5 -[61] SENSOR DE POS. CENTRAL BANDA 1MP

I:010



IAD 15

AUXILIAR DEL MOTOR BANDA 1MP HACIA POS.5 SUR ARENA SILICA 2

B3

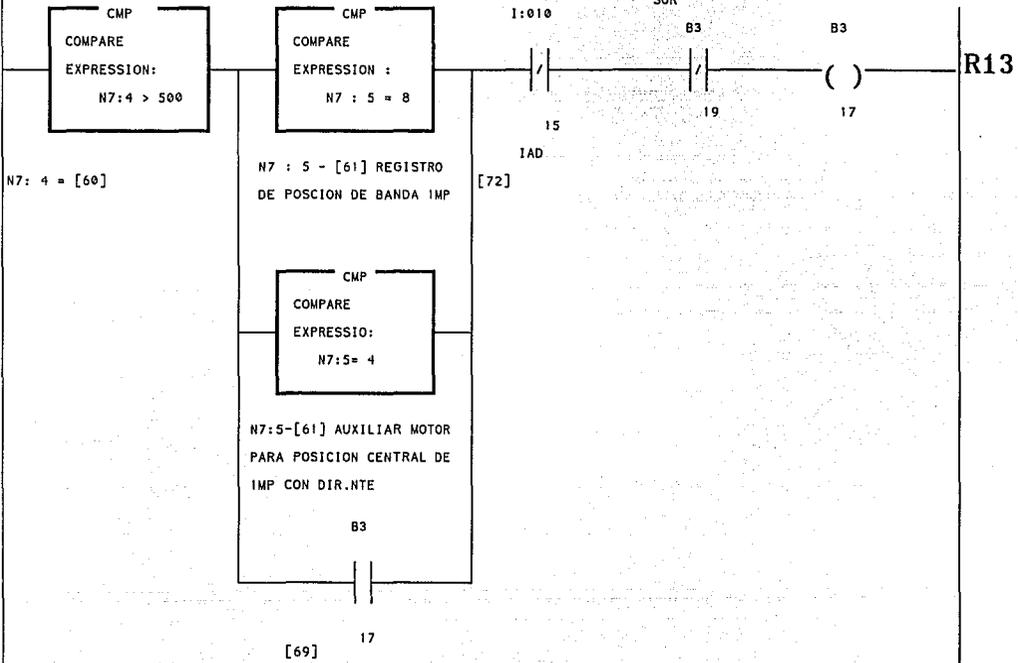


[67]

18

**AUXILIAR PARA MOVER BANDA IMP CON DIRECCION NORTE Y CUANDO SE ENCUENTRE EN POSCION CENTRAL**

REGISTRO DE SILO PARA CARGAR EN SIS. MP	REGISTRO DE POSICION DE BANDA IMP	SENSOR DE POSICION CENTRAL BANDA IMP	AUX. PARA BANDA IMP EN POS. CENTRAL CON DIR. SUR	AUX. MOTOR PARA POS. CENTRAL DE IMP CON DIR. SUR
---	-----------------------------------	--------------------------------------	--	--



ARRANCAR MOTOR DE GIRO CON DIRECCION NORTE BANDA 1MP

AUXILIAR DE MOTOR DE CON  
DIR. NORTE BANDA 1MP

SENSOR BANDA 1MP  
LIMITE NORTE  
( LS32-1MP )

MOTOR DE GIRO  
DIR.SUR 1MP

MOTOR DE GIRO DIR.  
NORTE 1MP

B3

I:010

O:007

O:007



R14

12

10

01

00

[62] AUXILIAR MOTOR DE  
BANDA 1MP DIR. NTE.  
HASTA TQ.2 SODA-1

[72]

[71] 0AD

0AD

B3

13

[63] AUXILIAR MOTOR  
BANDA 1MP HACIA POS.  
TQ. 4 SODA 2

B3

16

[66] AUXILIAR MOTOR  
PARA POSICION CENTRAL  
DE 1MP CON DIR.NTE

B3

17

ARRANCA MOTOR GIRO CON DIRECCION SUR BANDA 1MP

AUX.MOTOR BANDA 1MP  
DIR. SUR TQ.2 SODA1

SENSOR BANDA 1MP EN  
POS. LIMITE SUR  
(LS33-1MP)

MOTOR DE GIRO DIR.  
NORTE 1MP

MOTOR DE GIRO DIR.  
SUR 1MP

B3

I:010

0:007

0:007

14

[64] AUX. MOTOR  
BANDA 1MP DIR.SUR  
TQ.4 SODA

B3

IAD

[72]

[70]

00

OAD

01

OAD

R15

14

[65] AUX. MOTOR  
BANDA 1MP HACIA POS  
TQ.5 SUR ARENA  
SILICA 2

B3

18

[67] AUX.PARA BANDA  
1MP EN POS.CENTRAL  
CON DIR.SUR

B3

19

## REGISTRO PARA SABER LA POSICION ACTUAL DE LA BANDA 2MP

REGISTRO DE POSICION  
 ACTUAL DE BANDA 2MP  
 CARGA FASE I

MCM	
MASKED MOVE	I:010
SOURCE:	-12255
MASK:	00FOH
	00FOH
DEST:	D9:6
	32

R16

REGISTRO DE POSICION  
 ACTUAL BANDA 2MP

FRD	
FREM BCD	
SOURCE:	D9:6
	32
DEST:	N7:6
	20

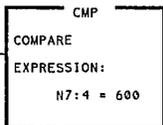
AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECCION NORTE Y PARAR CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 6

REGISTRO DE NUMERO DE SILO PARA CARGAR EN SISTEMA MP.

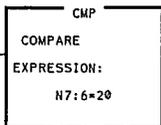
REGISTRO DE POSICION ACTUAL BANDA 2MP

SENSOR DE BANDA 2MP EN POSICION TQ.6

AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP DIR. NORTE TQ.6 DOLOMITA

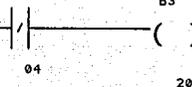


N7:4-[60]



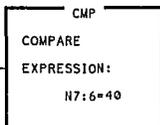
N7:6-[72] REGISTRO DE POSICION ACTUAL BANDA 2MP

I:010



[72]

R17

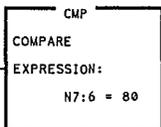


N7:6-[72] AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP DIRECCION NORTE TQ.6 DOLOMITA

B3



[73] REGISTRO DE POSICION ACTUAL \*BANDA 2MP



**AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECCION SUR Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 7**

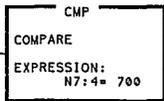
REGISTRO DE NUMERO DE SILO PARA CARGAR EN SISTEMA MP

REGISTRO DE POSICION ACTUAL BANDA 2MP

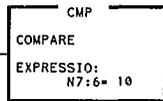
SENSOR BANDA 2MP EN POSICION TQ.7

AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP HACIA TQ.7 (CALIZA) DIRECCION NORTE

AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP HACIA POS.TQ.DIRECCION SUR (CALIZA)



N7:4 = [60]



N7:6-[72] AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP HACIA POS. TQ.7 DIRECCION SUR [CALIZA]

[74]

21

I:010



[72]

B3



[75]

22

B3



21

R18

**AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECCION NORTE Y PARAR CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE #7**

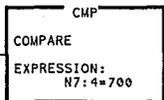
REGISTRO CON NUMERO DE SILO PARA CARGAR EN SISTEMA MP

REGISTRO DE POSICION ACTUAL BANDA 2MP

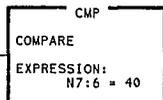
SENSOR PARA BANDA 2MP EN POS.TQ.7

AUX.MOTOR BANDA 2MP HACIA POS. TQ.7DIR.SUR (CALIZA)

AUX. MOTOR BANDA 2MP HACIA TQ.7(CALIZA) DIR.NTE.



N7:4 = [60]

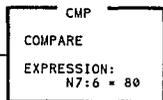


N7:6-[72] AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP HACIA TQ.7(CALIZA) DIRECCION NORTE

B3

22

[75] REGISTRO DE POSICION ACTUAL BANDA 2MP



N7:6- [72]

I:010



[72]

05

B4



[74]

B3



22

R19

AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP CON DIRECION SUR Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE #8

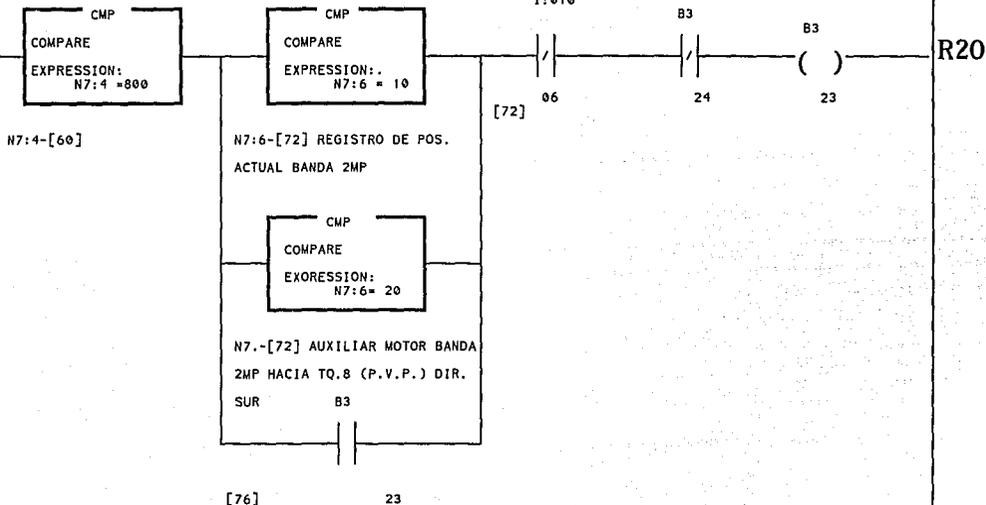
REGISTR DE NUMERO  
DE SILO PARA CARGAR  
EN SISTEMA MP

REGISTRO DE POSCION ACTUAL  
BANDA 2MP

SENSOR BANDA 2MP  
EN POS.TANQUE 9

AUXILIAR MOTOR  
BANDA 2MP HACIA  
TQ.8(P.V.P.) DIR.  
NORTE

AUXILIAR MOTOR  
BANDA 2MP HACIA  
TQ.8 (P.V.P.)  
DIR.SUR



# CONTINUACION

R.P.E.16

AUXILIAR PARA MOVER BANDA 2MP DIRECCION SUR Y PARA CUANDO SE ENCUENTRE EN TANQUE # 8

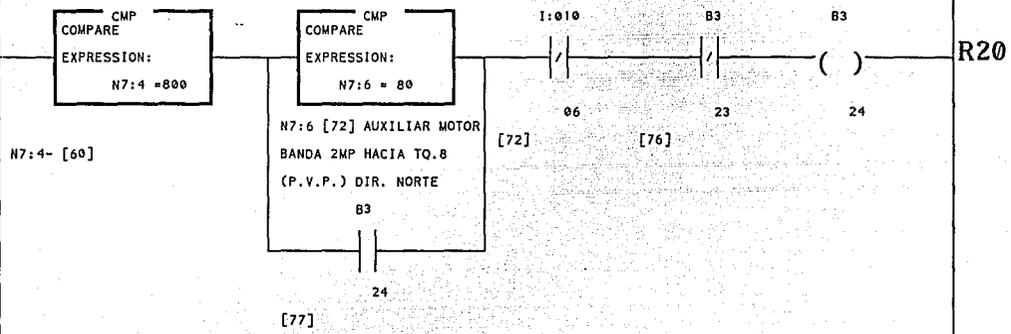
REGISTRO DE NUM.DE  
SILO PARA CARGAR  
EN SISTEMA MP

REGISTRO DE POSICION  
ACTUAL BANDA 2MP

SENSOR BANDA 2MP  
EN POSICION TO.9

AUXILIAR MOTOR  
BANDA 2MP HACIA  
TO.8 (P.V.P.)  
DIR. SUR

AUXILIAR MOTOR  
BANDA 2MP HACIA  
TO.8(P.V.P.) DIR.  
NORTE



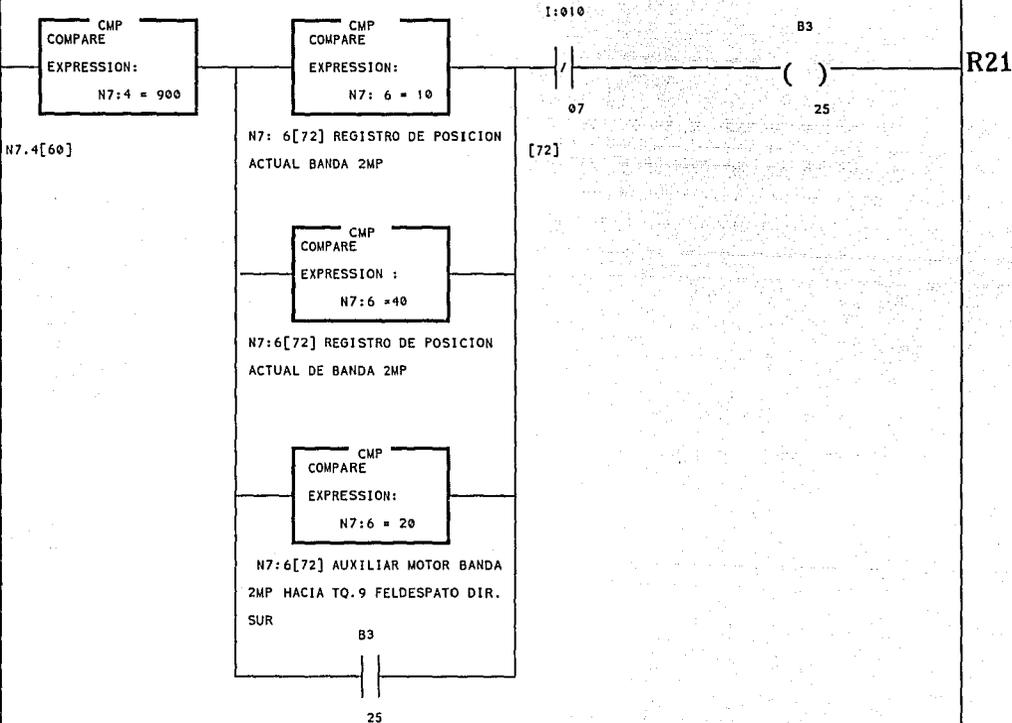
### REGISTROS DE BANDA 2MP

REGISTRO DE NUMERO  
DE SILO PARA CARGAR  
EN SISTEMA MP

REGISTRO DE POSICION  
ACTUAL BANDA 2MP

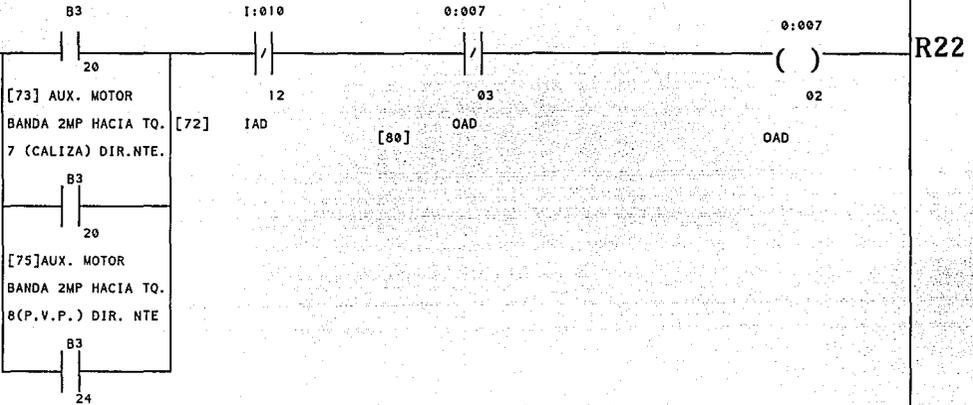
SENSOR BANDA 2MP  
2N POSICION TQ.9

AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP  
HACIA TQ.9 FELDESPATO  
DIRECCION SUR



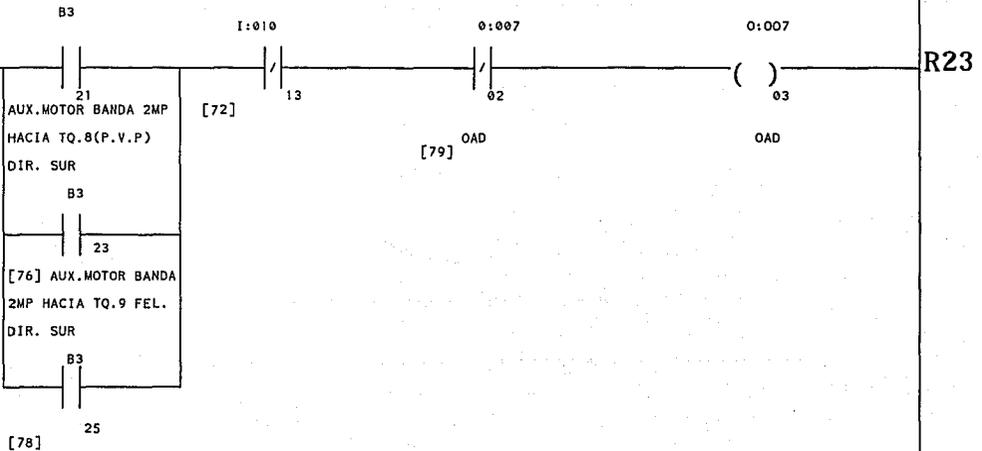
ARRANCAR MOTOR DE GIRO CON DIRECCION NORTE BANDA 2MP

AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP DIRECCION NTE. TQ.6 DOLOMITA	SENSOR BANDA 2MP EN POS.LIMITE NTE. (LS34-2MP)	MOTOR DE GIRO BANDA 2MP DIR. SUR	MOTOR DE GIRO BANDA BANDA 2MP DIR.NTE (M18)-NTE
---	--	-------------------------------------	---



ARRANCAR MOTOR DE GIRO CON DIRECCION SUR BANDA 2MP

AUXILIAR MOTOR BANDA 2MP HACIA POS.TQ.7 DIR.SUR (CALIZA)	SENSOR BANDA 2MP EN POSICION LIMITE SUR LS35-2MP	MOTOR DE GIRO BANDA 2MP DIR. NTE. M18-NTE	MOTOR DE GIRO BANDA 2MP DIR. SUR
--	--	---	-------------------------------------



CUANDO SE ENCUENTRA EN POSICION MARCADA EN DIGITSWITCH OPERA EL MOTOR DE LA BANDA 2MP

REGISTRO NUMERO SILO  
PARA CARGAR EN SIS.  
MP

SENSOR BANDA 2MP  
EN POS. TQ. 9

ALTO NIVEL  
TQ. P.V.P.

MOTOR BANDA 2MP  
ACTIVADA  
(M16-2MP)

I:010

N7:175

O:005

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION:  
N7:4 = 800



IAD

[2]



OAD

N7:4-[60] REGISTRO DE  
SILO PARA EN SISTEMA  
MP.

SENSOR EN BANDA  
2MP EN POSICION  
TQ.7

ALTO NIVEL EN  
TQ. CALIZA

I:010

N7:176

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION:  
N7:4 = 700



IAD

N7: = 4 -[60] REGISTRO  
DE SILO PARA CARGAR EN  
SISTEMA MP

SENSOR BANDA 2MP  
EN POS. TQ.6

ALTO NIVEL EN  
TQ. DOLOMITA

I:010

N7: 187

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION :  
N7:4 = 600



[72]

[2]

N7:4 -[60] REGISTRO DE  
NUMERO DE SILO PARA  
CARGAR EN SIS. MP

SENSOR BANDA 2MP  
POSICION TQ.9

ALTO NIVEL EN  
TQ.FELDESPATO

I:010

N7:177

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION:  
N7: 4 = 900



[72]

7

N7:4 = 900

R24

ESTA TEXTO NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

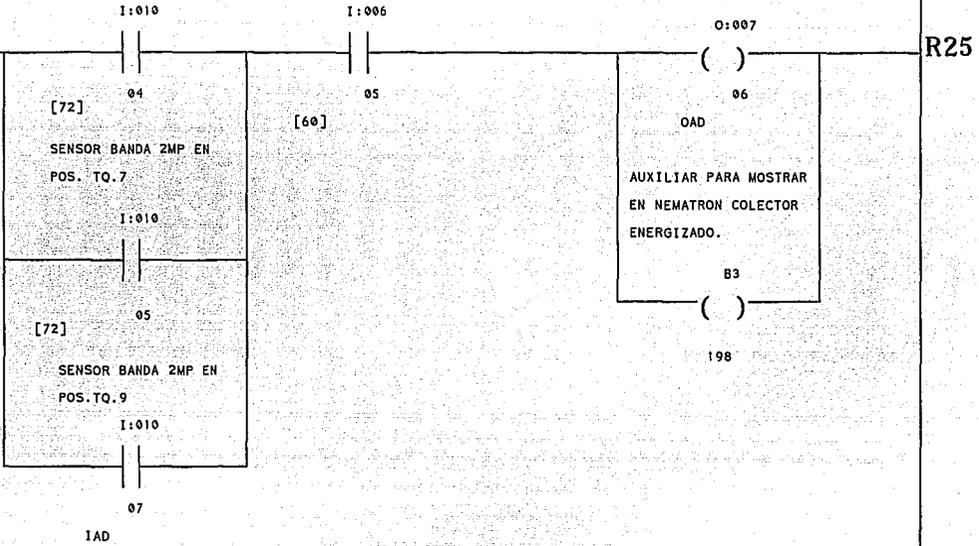
# CONTINUACION DEL RENGLON R24

R. P. E. 20.

ENERGIZAR COLECTOR SENSOR  
BANDA 2MP EN POS TQ.6

SENSOR DE VEL. CERO  
OPERANDO LS26-2MP

COLECTOR DE POLVOS DOL.  
CAL. FEL.

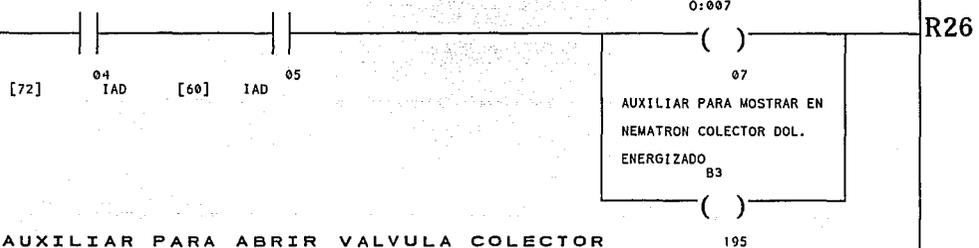


## AUXILIAR PARA ABRIR VALVULA DE COLECTOR (DOLOMITA)

SENSOR BANDA 2MP.  
EN POS. TQ.6  
I:010

SENSOR DE VELOCIDAD  
CERO OPERANDO LS26-2MP  
I:006

ABRIR VALVULA (DOLOMITA)

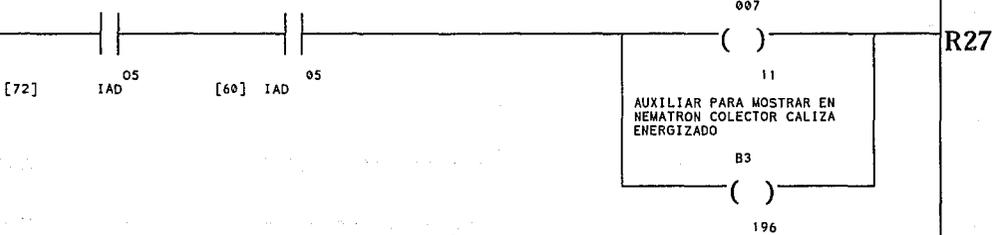


## AUXILIAR PARA ABRIR VALVULA COLECTOR (CALIZA)

SENSOR BANDA 2MP  
EN POS. TQ.7  
I:010

SENSOR DE VELCERO  
OPERANDO LS26-2MP  
I:006

ABRIR VALVULA (CALIZA)



AUXILIAR PARA ABRIR VALVULA COLECTOR (FELDESPATO)

SENSOR BANDA 2MP EN POS.  
TANQUE 9

SENSOR DE VELOCIDAD CERO  
OPERANDO LS26-2MP

ABRIR VALVULA  
(FELDESPATO)

I:010

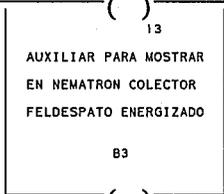
O:007

[72]

IAD 07

[60]

IAD 05



R28

SALIDA PARA MANDAR ABRIR COLECTOR DE POLVOS DE SODA 1

SENSOR DE BANDA IMP  
EN POS.TQ.2 SODA 1

SENSOR DE VEL.CERO  
OPERANDO LS25-1MP

COLECTOR DE POLVOS  
(SODA 1)

I:010

I:006

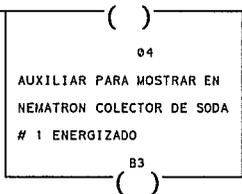
O:007

[72]

IAD 01

[60]

IAD 04



R29

SALIDA PARA MANDAR ABRIR EL COLECTOR DE POLVOS DE SODA #2

SENSOR BANDA IMP EN  
POS.TQ.4 SODA # 2

SENSOR DE VEL. CERO  
OPERANDO LS25-1MP

COLECTOR DE POLVOS (SODA 2)

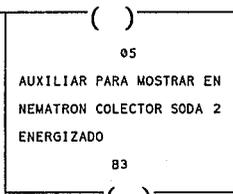
O:007

[72]

IAD 02

[60]

IAD 04



R30

199

CUANDO SE ENCUENTRA LA POSICION MARCADA EN DIGITSWITCH OPERA EL MOTOR DE LA BANDA 1MP

R31

REGISTRO NUMERO SILO PARA CARGAR EN SIS.MP

SENSOR BANDA 1MP EN POS. TQ.1 ARENA SILICA

ALTO NIVEL EN TQ. ARENA SILICA B

MOTOR DE BANDA ACTIVADA M15-1MP

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION:  
N7:4 = 100

I:010  
IAD 00

N7:171  
[2] 7

O:005  
( )  
OAD 15

N7:4-[60] REGISTRO DE NUMERO DE SILO PARA CARGAREN SISTEMA MP

SENSOR DE BANDA 1MP POS. TQ.2 SODA 1

ALTO NIVEL EN TQ.SODA 1

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION:  
N7:4 = 200

I:010  
[72] IAD 01

N7:173  
[2] 7

N7:4-[60] REGISTRO DE NUMERO DE SILO PARA CARGAR EN SIS. MP

SENSOR DE BANDA 1MP EN POS. TQ.4 SODA 2

ALTO NIVEL EN TQ.4 SODA 2

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION:  
N7:4 = 400

I:010  
[72] IAD 02

N7:174  
[2] 7

N7:4-[60] REGISTRO DE NUMERO DE SILO PARA CARGAR EN SISTEMA MP

SENSOR DE BANDA 1MP EN POS.TQ.5 ARENA SILICA 2

ALTO NIVEL EN TQ. 5 ARENA SIL. ANBAR

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION :  
N7:4 = 500

I:010  
[72] IAD 03

N7:172  
[2] 7

N7:4-[60] REGISTRO DE NUMERO DE SILO PARA CARGAR EN SISTEMA MP

SENSOR DE POSCION CENTRAL BNADA 1MP

SENSOR DE VEL. CERO OPERANDO LS26-2MP

CMP  
COMPARE  
EXPRESSION :  
N7:4 > 500

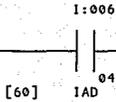
I:010  
[72] IAD 15

I:006  
[60] IAD 05

DESPUES DE 5 SEG. ARRANCAR LA BANDA 1MP Y 2MP ARRANCA BANDA FIJA

SENSOR DE VEL CERO  
OPERANDO LS25-1MP

MOTOR BANDA MP ACTIVADA  
(M14-MP)



0:005



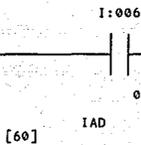
R32

OAD

DESPUES DE 5SEG ARRANCAR LA BANDA MP .ARRANCA LA BANDA ,ELEVADOR EMP

SENSOR DE VEL. CERO  
OPERANDO LS24-MP

MOTOR DE ELVADOR EMP  
ACTIVADO M13- EMP



0:005



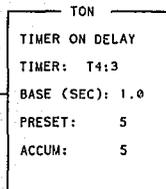
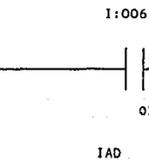
R33

OAD 13

DESPUES DE 5SEG. ARRANCA EL VIBRADOR SI EXISTE MAT.

SENSOR DE VEL. CERO  
OPERANDO LS23-EMP

TIEMPO DE RETARDO PARA  
ACTIVAR VIBRADOR VB-11



R34

TIEMPO DE RETARDO PARA ACTIVAR VIB. VB-11  
MOTOR DE VIBRADOR VB-11 ACTIVADO

T4:3

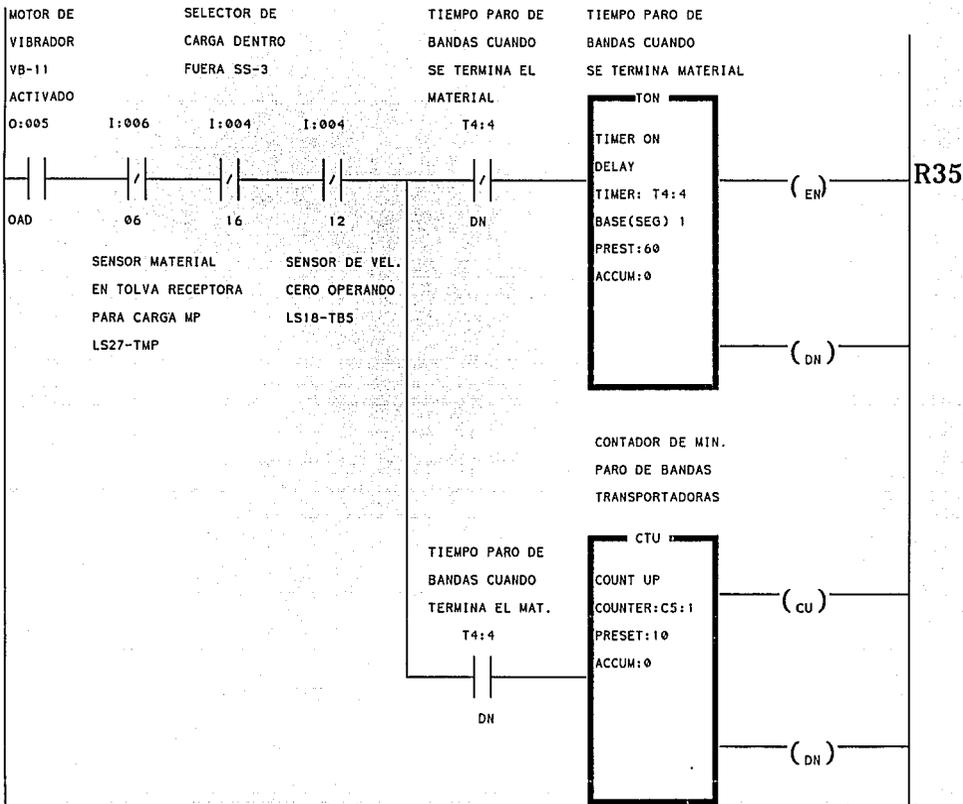
0:005



DN

OAD

CUANDO LA TOLVA RECEPTORA TIENE BAJO NIVEL OPERA EL TIEMPO DE PURGA Y UNA VEZ TRANSPORTA PARA EL SISTEMA



**CONCLUSION**

Conclusion del trabajo realizado sobre la aplicacion del Control Logico Programable a la Automatizacion de los Procesos Industriales

Considerando la importancia que tiene el control automatico en la industria se aplico el P.L.C. a la solución de automatizacion de procesos y en la industria en general

Una de las causas que origino la automatización fue el control de calidad y se entiende como control de calidad al desarrollar , diseñar y mantener un producto de calidad que se ha más economico y satisfactorio para el consumidor

La calidad se ha convertido en la clave de la competitividad de nuestros tiempos , Por lo tanto el P.L.C. da una solución mejorada a la calidad en lo que se refiere al aspecto tecnico ( Microelectrónica , Instrumentación , Comunicaciones , Computación aplicadas a la ingenieria de de control .

Por lo tanto , el automatizar un sistema tiene como objetivo obtener , mayores beneficios en los costos de operación de los diversos procesos industriales . Para conseguir dichos objetivos se requiere , de un sistema de control que cumpla con las siguientes características : Que sea el equipo comfiable , seguro , eficiente y económico .

R.2.

Un sistema que cumple con estas características es el P.L.C. " Control Lógico Programable " el cual esta diseñado para su operacion en un medio hostil , sin generar errores o de que se dañe su electrónica interna , otra característica importante es que pueden ser programados con la lógica de diagramas escalera , de manera sencilla , la cual hace que el sistema tenga mas versatilidad pudiendo ser adaptado a cualquier aplicación , lo cual implica flexibilidad de instalación y programación el P.L.C. no presenta problemas de desgaste mecánicos , contactos quemados , bobinas quemadas o en corto circuito como los presentan los relevadores , los secuenciadores , los contactores , etc.

Para la selección del P.L.C. se analizaron costos del equipo , disponibilidad de refacciones del equipo en el país la cantidad de información técnica del equipo, la capacitación del personal , el soporte técnico .

Para este trabajo se utilizo la marca ALLEN BRADLEY por que este equipo en particular puede comunicarse con otros P.L.C.s , a continuación se presenta una tabla comparativa entre el control automatico por relevador y por P.L.C.

## TABLA COMPARATIVA DE LOS CONTROLES AUTOMATICOS

### CONTROL LOGICO PROGRAMABLE VS CONTROL POR RELEVADOR

CONCEPTO	METODO DE CONTROL	
	RELEVADORES	CONTROL P.L.C.
<b>FUNCIONALIDAD</b>	Solamente se puede lograr un control complejo con un gran número de ellos	Se puede lograr cualquier grado de complejidad mediante programación
<b>FLEXIBILIDAD</b>	Para cualquier cambio ó modificación , se necesita alambrear	Se puede lograr cualquier cambio del control mediante programación
<b>CONFIABILIDAD</b>	Esta sujeto a fallas de los contactos eléctricos y restricciones de la vida util	Alta confiabilidad debido a los componentes de estado solido.
<b>ADAPTABILIDAD</b>	Un sistema complejo no se puede adaptar a otro proceso	Adaptable a cualquier aplicación utilizando la programación
<b>EXPANDIBLE</b>	dificil de expandir ó modificar	Se puede expandir fasilmente a toda su capacidad
<b>MANTENIMIENTO</b>	Requiere de inspecciones periodicas y remplazamientos de partes defectuosas	Reparaciones completas por su sencilla sustitución de modulos .
<b>TAMARO</b>	Normalmente grande	Unidades pequeñas

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- INGENIERIA DE CONTROL MODERNA  
AUTOR: KATSUHIKO OGATA
- 2.- CURSO DE CONTROL LOGICO PROGRAMABLE (P.L.C.)  
Compañia: COTROL TECH.  
Expositor: ING. RODOLFO SOSA MUNIVE
- 3.- CURSO DE P.L.C. # 5  
Compañia: CONTROL TECH.  
Expositor: ING. RODOLFO SOSA MUNIVE
- 4.- CURSO DE ADBYSOR (P.L.C.)  
Compañia: CONTROL TECH .  
Expositor: ING. JULIO MARTINEZ BOTELLO
- 5 - CURSO DE ESPESIFIX (P.L.C.)  
Compañia: CONTROL TECH  
Expositor: ING. JULIO MARTINEZ BOTELLO
- 6.-CURSO DE INSTRUMENTACION DE LABORATORIO  
Institución: DIVISION DE EDUCACION CONTINUA DE FACULTAD  
DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M.  
Expositor: Ing. Jose Serrano Villegas
- 7.-CURSO DE CONTROL DISTRIBUIDO  
Compañia: FOXFORO  
Expositor: Dr. Harenas