



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN

19

“METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION
DEL CONTROL ELECTRICO Y SU
APLICACIÓN PRACTICA”

282071

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A:
SERGIO GARCÍA HERNÁNDEZ

ASESOR DE TESIS: ING. J.J. RAMON MEJIA ROLDAN

MEXICO

2000.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 CAMPUS ARAGÓN
 SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE
 MÉXICO

Ing. IVÁN MUÑOZ SOLÍS
 Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
 Presente.

En atención a la solicitud de fecha 26 de mayo del año en curso, por la que se comunica que el alumno SERGIO GARCÍA HERNÁNDEZ, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ELÉCTRICO Y SU APLICACIÓN PRÁCTICA", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
 "POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 San Juan de Aragón, México, 26 de mayo del 2000
 EL SECRETARIO

Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

Recibi copia

 9-06-2000

IME
 09/06/2000

C p Asesor de Tesis.
 C p Interesado

AIR/VSB/vr

A mi hija:
*Eres lo mejor que ha sucedido en toda mi vida,
porque tu llegada me dio la luz que me hacía falta,
este trabajo es especialmente para tí y por tí.*
Índira Alejandra García Saldívar.

A mi esposa:
*No tengo palabras para agradecerte todo,
sin tí no hubiese sido posible hacer nada.
Lo único que puedo decirte es gracias.*
Guillermina Saldívar Sauza.

A mi madre:
*Finalmente fue posible concluir un objetivo
trazado mucho tiempo atrás, y debo de agradecerte
todo el tiempo y la parte de tu vida que me dedicaste.*
Guadalupe Hernández M.

A mi Padre:
*Fuiste el conducto de mi nacimiento y por ello
existo, gracias.*
Esteban García O.

A mis Hermanos:
*Fuimos parte de una familia y convivimos
parte de nuestra vida juntos. Vaya a ese tiempo
anterior, actual y del que viene, bueno y malo que
quiero dedicar este trabajo. Gracias a todos.*
**Lucia, Mario, Luis Ramón, Norma Angélica,
Ma. del Carmen, Guadalupe, Patricia Araceli.**

A mi abuela:
A la memoria de mi abuela.
Lala (†)

*Quiero dar las gracias a los distinguidos Profesores:
Ing. J. J. Ramón Mejía Roldán, Ing. José Luis Estrada García,
Ing. Juan Antonio Villanueva Ortega, Ing. Abel Verde Cruz
y al Ing. Raúl Barrón Vera.*

*Especialmente para tí, porque llegaste
en el momento preciso,
has sido el motor que da motivo
a esta vida que va
transcurriendo en ocasiones lentamente,
pero en otras muy rápida.
Tu alegría de vivir me da impetu para
seguir viviendo.
En verdad gracias.*

**METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ELÉCTRICO
Y SU APLICACIÓN PRÁCTICA.**

ÍNDICE

	Págs.
OBJETIVO	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1.- ESQUEMA ELÉCTRICO.	
1.1.- EL MOTOR EN LA INDUSTRIA	7
1.2.- TIPO DE CONTROLADORES.	13
1.3.- TIPOS DE ELEMENTOS.	14
1.4.- EL ESQUEMA ELÉCTRICO.	15
1.5.- ALGUNAS CLASES DE ESQUEMAS	16
1.6.- SÍMBOLOS Y CONVENCIONES.	23
CAPÍTULO 2.- TECNOLOGÍA DE CONTROLES Y AUTOMATISMOS.	
2.1.- ESTRUCTURA DE UN CONTROL AUTOMÁTICO.	37

Índice

Págs.

2.2.- CIRCUITOS BÁSICOS DE CONTROL.	40
2.3.- DISPOSITIVOS EMPLEADOS EN CONTROLES Y AUTOMATISMOS.	44
2.4.- APARATOS DE MEDICIÓN.	49
2.5.- APARATOS DE MEDICIÓN AUTOMÁTICOS.	51
2.6.- APARATOS DE SEÑALIZACIÓN.	52
CAPÍTULO 3.- ELEMENTOS DE MANDO.	
3.1.- CONTACTORES	54
3.2.- ASPECTOS GENERALES	62
3.3.- INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS.	74
3.4.- ESTACIÓN DE BOTONES.	80
3.5.- INTERRUPTORES DE PEDAL..	81
3.6.- INTERRUPTORES DE LÍMITE.	84

Índice

Págs.

CAPÍTULO 4.- APLICACIÓN PRÁCTICA.

4.1.- APLICACIÓN PRÁCTICA. 87

4.2.- DIAGRAMA DE FLUJO. 88

4.3.- PRIMERA ETAPA DE CONTROL. 89

4.4.- SEGUNDA ETAPA DE CONTROL. 98

4.5.- DETECTORES DE NIVEL. 107

4.6.- TABLERO DE CONTROL CENTRALIZADO. 110

CONCLUSIONES. 112

BIBLIOGRAFÍA. 114

OBJETIVO

QUE TODO EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA TENGA LOS CONOCIMIENTOS BÁSICOS PARA LA REALIZACIÓN DE UN DIAGRAMA DE CONTROL ELÉCTRICO, TENIENDO EN CUENTA QUE SON REQUISITOS INDISPENSABLES EN TODO PROCESO DE PRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN

Es importante que todo egresado de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica tenga los conocimientos necesarios para poder interpretar diagramas de conexión de equipos de control, por lo que el presente trabajo busca ser una guía para que se tenga el conocimiento de cómo se realiza un diagrama de control.

Se ha hecho un desarrollo paso a paso con la finalidad de que se tenga una forma comprensiva de cómo se lleva a cabo un **diagrama de control**, con todos los elementos que deben ser incluidos, esto es de vital importancia puesto que desde el diseño, pasando por la construcción y hasta el mantenimiento se requiere del auxilio de los diagramas.

El Ingeniero de diseño aplica todos sus conocimientos para poder plasmar en los diagramas los requerimientos del equipo a conectar.

En el capítulo 1 se mencionan las partes que conforman el diagrama de control, describiendo los elementos necesarios para la conformación de éstos y una descripción de los diferentes tipos de controles, así como la importancia que reviste el control en los motores que se utilizan para la operación y funcionamiento de la maquinaria.

En el capítulo 2 se describe las diferentes etapas del control y su relación hombre-máquina, así como se describen sus etapas, tanto en la parte operativa como en la parte de comando. Se hace referencia también del control automático electrónico, haciéndose mención de éste, sin embargo conviene aclarar que para el propósito del presente trabajo no se entra en profundidad en este tipo de control, puesto que el control que analizamos es fundamentalmente eléctrico.

En el capítulo 3 se describen los elementos que intervienen en el control de motores, hablamos desde los dispositivos de protección así como los equipos de accionamiento y mando. Se hace una descripción del funcionamiento de los interruptores termomagnéticos, de los contactores, de los botones de accionamiento, de los contactos NA y NC, entre otros dispositivos comunes.

En el capítulo 4 se describe ya finalmente la aplicación práctica, se describe cómo se realiza el control eléctrico aplicado en un proceso de transportación de granos. Se realizan los diagramas de alambrado y los esquemas de control de todos los equipos que intervienen en el citado proceso.

Es una forma simplificada pero finalmente es una iniciación para que todo egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica pueda tener los conocimientos necesarios para poder llevar a cabo totalmente un diseño donde se incluyan todos los elementos de **Control Eléctrico de Motores**.

CAPÍTULO 1

ESQUEMA ELÉCTRICO

1.1.- El motor en la industria.

El término de control motores significa el emplear las herramientas y los dispositivos necesarios para lograr un control específico del dispositivo, en el arranque, la velocidad, la aceleración, el freno y la protección. El control involucra las funciones descritas anteriormente.

El motor eléctrico juega un papel preponderante en el progreso industrial, pues constituye la fuerza principal que impulsa las máquinas y procesos en las fábricas e instalaciones industriales. En cualquier accionamiento con motores eléctricos, existen elementos de conexión y gobierno, mediante los cuales son operados de acuerdo con las necesidades del trabajo. Por esta razón, **los dispositivos de control**, son tan importantes en la instalación, como las máquinas accionadas. Todo el servicio depende de su buen funcionamiento y de la seguridad de su operación

En la figura 1.1 se observan los elementos de un circuito de control y protección para un motor eléctrico.

Originalmente el control de motores se enfocaba a las operaciones de arranque y paro, pero la evolución de los accionamientos en los que aumentó el número y la variedad de operaciones que habían de realizarse, trajo como consecuencia el desarrollo de nuevas funciones y esquemas de control.

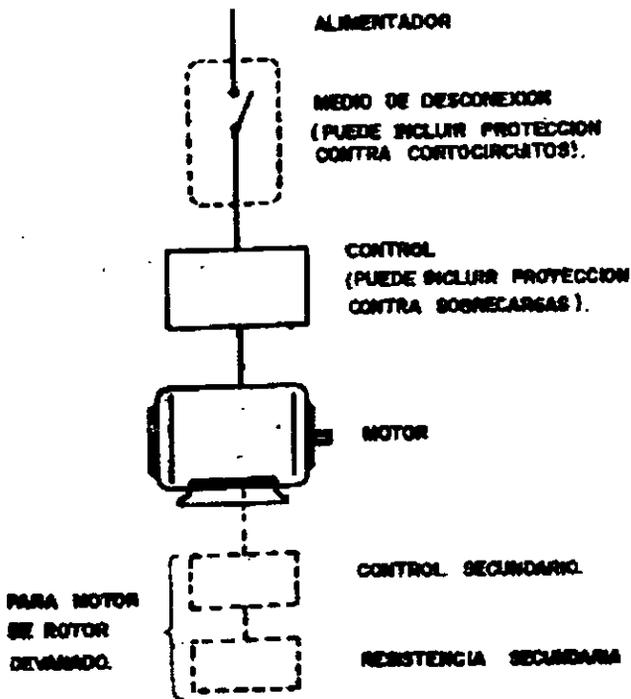


Figura 1.1 Elementos de un circuito de control y protección para un motor eléctrico.

1.1.1.- Controladores

Un sistema de control o controlador para un motor eléctrico, es un dispositivo o conjunto de éstos, que sirve para gobernar de alguna manera predeterminada la operación del motor y que además proporciona algún tipo de protección que asegure su funcionamiento.

En general para el proyecto, selección e instalación de un sistema de control, se deben considerar varios aspectos:

1.1.1.1.- Diseño del Motor

Esto contempla sus características y parámetros: potencia, tensión, velocidad, factor de servicio y muy importante, la capacidad térmica de sus devanados.

1.1.1.2.- Características de la carga

La inercia de la máquina accionada, requerimientos del par durante la aceleración y las velocidades de operación.

1.1.1.3.- Características de la fuente de alimentación

La capacidad y confiabilidad del alimentador, la regulación de tensión en la instalación y en muchas ocasiones el sistema de tierras empleado.

1.1.1.4.- Condiciones de servicio

Esto considera las características del lugar en donde se va a realizar la instalación: temperatura, ventilación, contaminación, etc.

Los controladores pueden ser muy sencillos o extremadamente complicados, desde arrancadores manuales del tipo volquete, hasta esquemas de control que contengan una gran cantidad de elementos. sin embargo, independientemente de su complejidad, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Deben satisfacer las condiciones de control que se hayan especificado.
- b) El controlador debe ser confiable, proporcionando un sistema de protección que asegure la operación de la máquina, del mismo controlador e inclusive que proteja al operador de posibles fallas o perturbaciones.

El grado de protección depende de las condiciones de servicio y de la importancia de la aplicación, y va desde el empleo de alguna cubierta o

envolvente, hasta los arreglos que interrumpen la alimentación al ocurrir una contingencia.

- c) Debe permitir la fácil y rápida vigilancia, ajuste y reposición de todos sus elementos.
- d) Debe ser económico, para lo cual debe contar con componentes de calidad y constar del menor número posible de elementos.

1.1.2.- Funciones del control

Dentro de las funciones u operaciones más comunes en los sistemas de control para motores eléctricos, se tienen:

1.1.2.1.- Arranque

El primer requisito de un controlador es el acelerar el motor. esto debe realizarse en muchas ocasiones gradualmente, no sólo para proteger a la carga accionada, sino porque la corriente demandada puede alcanzar valores inadmisibles.

1.1.2.2.- Parada

Hay aplicaciones en las cuales no basta desconectar el motor de la línea para detenerlo. Ejemplos se tienen en los elevadores, grúas, montacargas, etc., en donde el controlador debe ser capaz de imprimir una acción de freno.

1.1.2.3.- Inversión de rotación

La inversión de rotación, es una operación continua en muchos procesos y aplicaciones industriales, haciéndose necesario el empleo de controladores que permitan realizarlo.

1.1.2.4.- Control de velocidad.

Existen muchos procesos, sobre todo en las industrias papeleras y textiles, en los que se hace indispensable un riguroso control de la velocidad. Por ello se tiene necesidad de disponer de controladores, que permitan mantener velocidades muy precisas, o bien variarlas dentro de ciertos rangos ajustables.

1.1.3.- Funciones de protección

Existen diversas contingencias a las que se pueden ver sometidos los motores, entre las cuales se pueden mencionar:

1.1.3.1.- Sobrecorrientes

Las corrientes de corto circuito y fallas a tierra, no sólo son perjudiciales para los controladores que los gobiernan. Los fusibles, instalados en la misma envolvente del medio de desconexión y los interruptores termomagnéticos, son utilizados entre otros, como medio de protección en caso de ocurrir esta falla.

1.1.3.2.- Sobrecargas

Bajo cualquier condición de sobrecarga, un motor toma una corriente excesiva, cuyo efecto es una elevación de temperatura dañina para el aislamiento de los devanados. Las sobrecargas relativamente pequeñas y de corta duración, no causan daños al motor, pero si éstas se mantienen pueden ser tan perjudiciales como las sobrecargas.

Las sobrecargas pueden ser de origen eléctrico o mecánico. En muchas ocasiones el motor funciona con dos fases en vez de tres y en otras la tensión de línea es inferior a la nominal. Por otro lado la carga accionada por el motor puede hacer que el motor pierda lentamente la de régimen. El medio ambiente también interviene, ya que puede incrementar la temperatura de operación del motor.

Los relevadores contra sobrecargas, funcionan para evitar corrientes y calentamientos que puedan deteriorar los aislamientos del motor.

1.1.3.3.- Inversión de fase

Si se intercambian dos fases de alimentación en un motor trifásico de inducción, este invertirá su rotación con los consabidos perjuicios que ocasiona; por ejemplo: en equipos de bombeo, elevadores, etc. Los relevadores de inversión de fase protegen a los motores, las máquinas accionadas y al personal contra los riesgos que se presenten al cambiar de manera imprevista el sentido de la corriente.

1.1.3.4.- Inversión de corriente

De la misma manera que una inversión de fases, puede originar graves problemas en las máquinas polifásicas de inducción, en motores de corriente continua, ocurre al cambiar la polaridad o sentido de la corriente.

1.1.3.4.- Sobrevelocidades

En industrias como la papelera, textil y de impresión, una sobrevelocidad del motor puede ocasionar graves daños, sobre todo al producto, por esto, en este tipo de instalaciones, es importante la selección de una protección adecuada, que permita evitar tales contingencias.

1.1.3.5.- Campo abierto

Existen relevadores de campo para proteger a máquinas de corriente continua y a los motores síncronos por la pérdida de la excitación, que origina en las primeras sobrevelocidades peligrosas y en los motores síncronos, la pérdida de sincronismo.

1.2.- Tipos de controladores

Dependiendo de su operación se pueden clasificar en: manuales, semiautomáticos y automáticos.

1.2.1.- Manuales

El elemento humano interviene durante toda la operación; como sucede cuando se utiliza un reóstato para el arranque de un motor de c.c.

1.2.2.- Semiautomáticos

En este tipo de controladores, el operador interviene para iniciar un cambio en la conducción de operación; por ejemplo, pulsando un botón que permita se energicen contactores y relevadores que realicen una secuencia.

1.2.3.- Automáticos

En estos casos, el controlador cambia por sí mismo su estado de operación sin la intervención del elemento humano; por ejemplo, los equipos de control para sistemas de bombeo, en donde una secuencia puede iniciarse al operar un interruptor flotador, cuya acción depende de un determinado nivel del líquido.

Otros dispositivos empleados para controlar automáticamente un motor, pueden ser: interruptores de presión, de flujo, de límite, termostatos, etc.

Se habla de control remoto cuando se controla un motor desde un punto alejado, como sucede en las modernas instalaciones, en donde desde un centro de control se operan motores que pueden no encontrarse en el local en donde se halla el centro.

1.3.- Tipos de elementos

De una manera general, los elementos que conforman un controlador se pueden clasificar según su función, en las siguientes categorías: mando, básicos, de salida y auxiliares.

1.3.1- Elementos de mando

Son dispositivos que miden y/o convierten una acción, condición o cantidad física en señales eléctricas.

1.3.2.- Elementos básicos

Son aquellos que efectúan la parte de control del sistema. Reciben información de los elementos de mando y la procesan de tal manera que la señal de salida sea la adecuada en la secuencia de operación.

1.3.3.- Elementos de salida

Toman la información de los elementos básicos y la amplifican al nivel adecuado de potencia para la operación de las máquinas.

1.3.4.- Elementos auxiliares

Los más usuales: dispositivos de protección y de señalización, reóstatos, reactancias, transformadores y autotransformadores, etc., los cuales se emplean para realizar funciones específicas en la operación y que son propios de diseños particulares, ilustrados en la tabla 1.1

FUNCIÓN	ELEMENTOS	USO
MANDO	Estación de botones, interruptores de presión, de límite, de flotador, termostatos, etc.	Sensor o fuente de información.
BÁSICOS	Relevadores, tubos, transistores, válvulas hidráulicas y neumáticas, etc.	Actúan con la información de los elementos de mando. Toman decisiones y proporcionan señales adecuadas de salida.
SALIDA	Contactores electromagnéticos y electrónicos, solenoides, etc.	Amplifican la información básica al nivel deseado de potencia.
AUXILIARES	Reóstatos, reactores, transformadores, autotransformadores, luces piloto, alarmas, disp., de protección, etc.	Realizan funciones específicas en el control.

Tabla 1.1 Función y uso de los elementos auxiliares.

1.4.- El esquema eléctrico.

1.4.1.- Definición:

Se puede decir que un esquema eléctrico es la representación gráfica de un circuito o instalación eléctrica, donde se indican las relaciones que existen entre los diferentes elementos, así como los sistemas que los componen.

En su realización se emplean una serie de símbolos gráficos, trazos, marcas e índices, cuya finalidad es poder representar, en una forma simple y clara todos y cada uno de los elementos que se van a emplear en la realización del montaje de un circuito eléctrico.

Los **Símbolos** son empleados en las representaciones de máquinas o partes de una máquina, en elementos de mando y auxiliares de mando o en partes de ellos, en aparatos de medida, de protección y señalización. Los **Trazos** son representaciones de conductores que indican las conexiones eléctricas entre

los elementos que intervienen en el circuito, o uniones mecánicas entre símbolos de aparatos. Las **Marcas e índices** son letras y números que se utilizan para poder lograr una completa identificación de los elementos que van a intervenir en el esquema y se colocan a los lados de cada uno de ellos.

1.4.2- Características del esquema eléctrico.

- I. Una característica muy importante en el esquema es que debe ser realizado en forma tal que pueda ser interpretado por cualquier técnico. Es por ello que es necesario indicar claramente los circuitos de que está compuesto, así mismo su ciclo de funcionamiento.
- II. Siempre se diseñan en estado de reposo, es decir, considerando los contactores con las bobinas desenergizadas.
- III. Ya que se ha diseñado el esquema de potencia y funcionamiento, se debe hacer el correspondiente esquema de situación e interconexión, en el cual se vea en forma clara como debe realizarse la conexión de los elementos exteriores (red de alimentación, motores, elementos de mando y señalización, etc.) con el tablero de control.
- IV. Opcionalmente puede realizarse un esquema de conexiones multifilar o inalámbrico destinado al personal que tenga que realizar el cableado.
- V. Deben, así mismo, servir posteriormente para poder ensayar y simular las condiciones reales de funcionamiento y serán una valiosa ayuda para el mantenimiento del equipo, y para la localizar posibles daños que permitan proceder a su reparación.

1.5.- Algunas clases de esquemas

Tenemos diferentes tipos de esquemas:

1.5.1.- Esquemas de emplazamiento

En este tipo de esquema se indica la situación física de cada uno de los elementos que componen el equipo de control y su relación a los demás componentes. Y debe ser el resultado de un estudio minucioso que responda a las necesidades planteadas.

Para poder realizarlo se emplean en él una serie de figuras geométricas, con una referencia cerca de ellas o en el interior para identificar los elementos que conforman el tablero. No hay que referenciar los bornes disponibles, o que deben conectarse, en las figuras que representan los elementos del equipo. Sin embargo, es conveniente hacerlo en algunos casos, claro en función del esquema de montaje e interconexión.

1.5.2.- Esquemas de montaje o de conexiones

En él se representan las conexiones eléctricas entre cada uno de los elementos integradores de una instalación o equipo de control. Puede referirse a las conexiones interiores o exteriores del equipo, así como todos los detalles o información necesaria para realizar o comprobar las mismas.

Una de las características en estos esquemas, es la representación de los elementos que componen el equipo, donde están dispuestos en su posición real con las conexiones que se van a realizar, de forma que se proporcione una imagen clara de la conexión a realizar.

1.5.2.1.- Representación Multifilar

En los esquemas de representación multifilar se representan todos los elementos, con sus correspondientes símbolos, y todos los conductores o conexiones entre los bornes de un mismo y/o distinto elemento, mediante trazos o líneas independientes. Se emplearon en los comienzos del automatismo, habiendo quedado en la actualidad ya prácticamente marginados, en circuitos

complejos sobre todo, por los inconvenientes que presentan, tales como; la complejidad del trabajo en su delineación y la dificultad en su análisis e interpretación en el momento de su lectura, con la posibilidad de cometer errores en su montaje. Actualmente su uso se limita a los esquemas de potencia o fuerza (esquema que indica cómo se conecta la red a la carga o receptor), o a los esquemas adicionales o de detalle, por la poca complejidad que presentan.

1.5.2.2.- Esquema de representación unifilar

Debido a la dificultad que se presentaron con los esquemas multifilares, se ideó un tipo de representación más simple, el esquema de representación unifilar, en el cual un trazo representa a un conjunto de conductores. Este esquema se realiza partiendo del esquema de ubicación, en el que se indican todos los bornes que se van a utilizar y sus correspondientes índices, con el objeto de conocer claramente entre qué puntos se realizará cada una de las conexiones. En cada extremo del trazo, que representa el paquete de conductores, se delinean todos los conductores a conectar, y se colocan referencias idénticas en los extremos que indican a un mismo conductor, de manera que quede perfectamente definida o identificada cada una de las conexiones del equipo de control. Su uso puede ser de gran utilidad, particularmente si se emplea conjuntamente con el esquema de funcionamiento, ya que en él se pueden ver más claramente los diferentes bloques de sistema diseñado.

1.5.2.3.- Esquemas de representación inalámbrica

Los esquemas de representación inalámbrica son esquemas en los cuales no se emplea una representación material de las conexiones del equipo de control, sino el esquema de ubicación (con las correspondientes marcas e identificaciones de todos los bornes a conectar), y una tabla en que se van indicando, paso a paso, todas las conexiones que deben realizarse. La

realización de este nos implica tener previamente los esquemas de potencia y mando. Estos esquemas se hacen más como ayuda para el personal que no tiene mayores conocimientos de electricidad (especialmente ayudantes), con el fin de facilitar su trabajo.

1.5.2.4.- Esquema funcional

Se tiene además el esquema funcional, que debido a la continua evolución producida en el campo de los automatismos, y a los inconvenientes presentados por los esquemas tradicionales, en sus diferentes formas, se ideó este tipo de esquema que se conoce bajo diferentes nombres (esquema de principio, esquema desarrollado ó esquema funcional), que corresponde más adecuadamente a las exigencias actuales, particularmente cuando se trata de los **esquemas de mando o control** (esquema que indica cómo se conectan y controlan las bobinas de los contactores y los elementos de señalización), por la complejidad que se presenta en sistemas automáticos.

Sus características y ventajas son:

- I. Para estos esquemas la ubicación física de los elementos del equipo de control se prescinde totalmente, así como de la constitución de los mismos, considerándose únicamente la función que van a realizar en el circuitos, con lo cual, además se presentar el circuito en una forma más clara y sencilla, indica la forma en que se interconectan los diferentes componentes del equipo de control, y permite proceder a un estudio y análisis rápido y racional de su funcionamiento, localización de averías y realización práctica. Los esquemas de funcionamiento se usan específicamente para el circuito de mando o control, ya que para el esquema de potencia o fuerza es mejor utilizar la representación multifilar.
- II. Es notable la simplificación en su ejecución gráfica, estos esquemas están conformados por dos líneas verticales, que representan los conductores de

alimentación del circuito de mando, y una serie de líneas horizontales, equidistantes y que corresponden a circuitos de mando, en los que se van ubicando los diferentes elementos del circuito de control, de acuerdo con la función que deben realizar. La interconexión de los circuitos parciales se realiza mediante trazos verticales, pero se debe tener cuidado de no ubicar en éstos algún elemento de circuito de control. Esta forma de diseñar el circuito de mando es la más generalizada, además es posible representar las líneas de alimentación con trazos horizontales, en cuyo caso las demás líneas serán verticales. Por lo que hablaremos de un esquema de funcionamiento **horizontal** (el primero) o **vertical** (el segundo).

III. El esquema sin cruce de líneas se realiza en la forma indicada en el punto anterior, aquí se deben evitar todos los cruces de líneas, obteniéndose así aún una mayor claridad y rapidez para la lectura y realización del montaje, lo que implica además la reducción de posibles errores en la representación, análisis e interpretación.

IV. La comprobación rápida y clara del funcionamiento del circuito es mucho mejor, ya que como la bobina del contactor y los demás elementos de mando se encuentran situados o intercalados en una misma línea horizontal, se puede ver más fácilmente el funcionamiento de todo el circuito que se está analizando. Finalmente, si los distintos circuitos y elementos de control se ubican en un orden lógico de funcionamiento, se logrará aún una mayor comprensión de la función que debe realizar cada uno de ellos.

1.5.2.4.1.- Algunos aspectos prácticos son:

a) Que se acostumbra representar en el mismo plano (aunque en forma separada) los esquemas de potencia y mando, puesto que son esquemas complementarios, y donde a cada esquema de mando le corresponde un esquema de potencia.

- b) El conjunto de líneas verticales o cada una representa un circuito parcial completo.
- c) Además las líneas de alimentación pueden ser dos o más, esto dependerá de las características de tensión que tengan las bobinas, los elementos de señalización y los demás elementos auxiliares de mando que se necesitan energizar.
- d) Se tiene también que en el esquema de funcionamiento, los componentes de un mismo elemento o aparato se encuentran generalmente separados entre sí, y situados sobre la línea horizontal donde deben realizar una función específica, por lo que es necesario identificar a todos ellos con la misma marca del aparato al cual pertenecen, y que se han podido usar también en el circuito de potencia.
- e) La representación de los circuitos que configuran el esquema debe ser hecha, siempre que sea posible, en una sucesión lógica de maniobra.
- f) Una forma para evitar falsas interpretaciones consisten en que los contactos equivalentes de los diferentes elementos de control, deben representarse siempre en un mismo sentido.
- g) Sucede que todos los contactos instantáneos que van precedidos de la misma marca, también cambian de posición simultáneamente. Exceptuándose los contactos temporizados, que se abren o cierran una vez que haya transcurrido el tiempo programado, por lo que es conveniente indicar el tiempo que transcurrirá para producirse su accionamiento.
- h) Debe cuidarse que todos los circuitos estén abiertos, puesto que la posición de los distintos elementos que intervienen en el esquema se hacen en posición de reposo, por lo cual debe cuidarse este estado.
- i) Una situación prevalente es la seguridad y por ello se recomienda, por una parte; que una de las líneas de alimentación del circuito de mando, se una directamente y sin intercalación de elemento alguno a la salida de las partes

que constituyen cargas (bobinas, pilotos, temporizadores, etc.) y por otra, que el resto de elementos de control (pulsadores, contactos auxiliares, interruptores de posición, contactos temporizados, etc.) se ubiquen entre la otra línea de alimentación y la entrada de los elementos que constituyen una carga.

- j) Ya realizado el esquema de funcionamiento, se aconseja numerar todos los circuitos que lo componen (cada horizontal equivale a un circuito), para consignar en la parte inferior de aquellos que contengan bobinas (y por consiguiente accionan algún contactor), cuántos contactos están auxiliares abiertos (A) o cerrados (C) accionan, y en qué circuitos están ubicados. Esta es una información muy útil para seleccionar el contactor correcto, en cuanto al número de contactos auxiliares que nos servirán para realizar el montaje del circuito.
- k) Cuando se tienen circuitos que se controlan desde varias estaciones (o cajas de pulsadores), puede complementarse el esquema de funcionamiento, con un **esquema adicional** (esquema multifilar para representar una parte o detalle del esquema de funcionamiento) que muestre la forma en que se conectan únicamente los pulsadores, a fin de facilitar el trabajo de montaje o instalación del circuito.
- l) Además es conveniente que se coloque al pie del esquema, o en lugar adecuado del mismo, una lista o leyenda de las convenciones y referencias empleadas, así como el ciclo de funcionamiento.
- m) Por último, es preciso no olvidar que las identificaciones puestas en los esquemas deben coincidir plenamente con las marcas e índices grabados o impresos en los aparatos, esto con el fin de tener más claro nuestro esquema de funcionamiento.

1.5.2.5.- Esquema de interconexión o enlace

Este tipo de esquema es la representación que permite ver claramente la forma en que debe realizarse la conexión de los elementos que se encuentran en el tablero de control con todos los elementos exteriores (red, motor, elementos de mando, elementos de señalización, etc.).

Este esquema indica la forma en que deben usarse la tablilla de conexiones del tablero, ya que toda conexión entre éste y los elementos externos debe realizarse necesariamente a través de esta tablilla de conexiones.

En alguna ocasiones si las circunstancias lo requieren, se puede realizar un esquema adicional en el que además figuren las conexiones exteriores y las conexiones interiores del equipo de control, disponiéndose de esta forma, y sobre un mismo plano, el esquema completo del montaje a realizar.

1.6.- Símbolos y convenciones

Para la correcta interpretación de proyectos de instalaciones y circuitos de control, es necesario el conocimiento de los símbolos y abreviaturas empleados en los mismos. Las unidades representadas por estos símbolos, no pueden tener la misma apariencia física que cuando se representan por medio de un dibujo o una fotografía, debiéndose memorizar a fin de poder reconocerlas. Aunque existen normas para los símbolos, su uso no se ha generalizado por completamente, sobre todo entre las compañías fabricantes de dispositivos y tableros de control. Sin embargo a continuación se presenta una lista de varias de las abreviaturas y símbolos mas empleados por los Ingenieros del ramo.

1.6.1.- Abreviaturas de Términos Eléctricos

En la siguiente tabla se muestran las abreviaturas de los términos eléctricos más comunes.

Aislador	Ais.	Polo	P.
Alarma	Alr.	Positivo	Pos.
Alimentador	Alm.	Primario	Prim.
Alta Tensión	A. T.	Reactor	Reac.
Ampere	A	Recierre Automático	R. Au.
Ampérmetro	AM.	Rectificador	Rect.
Armadura	Ar.	Regulador.	Reg.
Automático	Au.	Relevador	Rel.
Autotransformador	Atr.	Removible	Rem.
Auxiliar	Aux.	Reóstato	Reo.
Batería	Bat.	Resistencia	Res.
Baja Tensión	B. T.	Restablecer	Rest.
Bobina de cierre	B. C.	Secundario	Sec.
Bobina de disparo	B. D.	Sincronoscopio	S.
Boquilla	B.	Sobre Carga.	S. C.
Caballo de Fuerza	C. F. ó H. P.	Solenoides	Sol.
Cargador	Car.	Tablilla terminal	T. T.
Condensador	CDR.	Temperatura	Temp.
Circuito de Cierre	Cr. C.	Tierra	T.
Joule	J.	Transformador de Aislamiento	T. A
Lámpara	L.	Transformador de control	T. Con.
Manual	Ma.	Transformador de Corriente	T. C.
Medidor de demanda	M. D.	Transformador de corriente constante	T. C. C.
Motor	Mot.	Transformador de Potencial	T. P.
Motor-Generador	M-G	Negativo	Neg.
Neutro	N.	Normalmente abierto	N. A.
Normalmente cerrado	N. C.	Operación Manual	O. Man.
Operación Eléctrica	O. El.	Pararrayos	PAR.

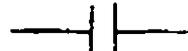
Tablas 2.2 Abreviaturas de términos eléctricos más comunes.

1.6.2.- Símbolos Eléctricos

A continuación se muestran los símbolos eléctricos más comunes que se emplean en los planos, esquemas y diagramas eléctricos.

Batería	
Batería Multicelda	
Bobina de Operación (* indica la función)	
Bobina de derivación	
Bobina en serie	
Contactos de operación manual de 1 Polo	
Contactos de operación manual de 2 Polos	
Contactos de operación manual de n Polos	
Contactador de operación magnética	

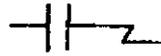
Contacto Normalmente Abierto



Contacto Normalmente Cerrado



Contacto con bobina de soplo



Contacto de Acción Retardada N. A.
Cuando la bobina está energizada



Contacto de Acción Retardada N. C.
cuando la bobina está energizada



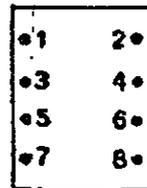
Contacto de Acción Retardada N. A.
Cuando la bobina está desenergizada



Contacto de Acción Retardada N. C.
cuando la bobina está desenergizada



Conmutador. Debe montarse un cuadro
de operación en algún lugar del dibujo



CONTACTO	POSICIÓN		
	A	B	C
1 - 2			X
3 - 4	X		
5 - 6			X
7 - 8	X		

(X) Significa contacto cerrado en la posición indicada.

Conexión a tierra



Corriente Alterna



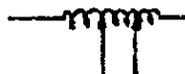
Corriente Continua



Devanado



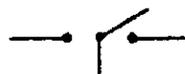
Devanado con derivaciones



Desconectador



Desconectador doble tipo



Desconectador tipo sencillo (dos polos, tres polos, etc.)



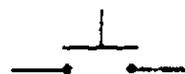
Elemento térmico



Elemento magnético



Contacto momentáneo N. A.



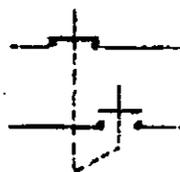
Contacto momentáneo N. C.



Contacto de doble acción, con un contacto momentáneo N. A. y un contacto momentáneo N. C.



Contacto sostenido



Fusible



Fusible desconectador



Inductancia fija



Interruptor termomagnético un polo



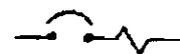
Interruptor Enchufable



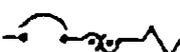
Interruptor con elemento térmico de sobrecarga



Interruptor con elemento magnético de sobrecarga



Interruptor con elemento magnético de sobrecarga y térmico de sobrecarga



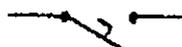
Interruptor de límite N. A.



Interruptor de límite N. C.



Interruptor de pie N. A.



Interruptor de pie N. C.



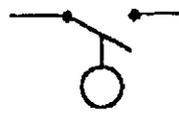
Interruptor de presión y vacío N. A.



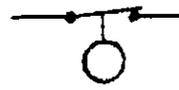
Interruptor de presión y vacío N. C.



Interruptor de Flotador N. A.



Interruptor de Flotador N. C.



Interruptor termostático N. A.



Interruptor termostático N. C.



Interruptor de flujo N. A.



Interruptor de flujo N. C.



Instrumentos de medición

Símbolo básico

* Indica con letras:

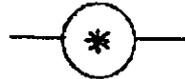
- AM - Ampérmetro
- MD - Medidor de demanda
- DT - Detector de tierra
- F - Frecuencímetro
- FP - Factorímetro
- S - Sincronoscopio
- VM - Voltmetro
- VARH - Varhorímetro
- VARM - Vármetro
- VM - Wattmetro
- WHM - Watthorímetro

Instrumentos de medición

Símbolo básico

* Indica con letras:

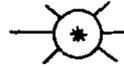
- AM - Ampérmetro
- MD - Medidor de demanda
- DT - Detector de tierra
- F - Frecuencímetro
- FP - Factorímetro
- S - Sincronoscopio
- VM - Voltmetro
- VARH - Varhorímetro
- VARM - Vármetro
- VM - Wattmetro
- WHM - Watthorímetro



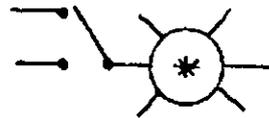
Lámparas piloto o indicadores

El asterisco (*) indica con letras:

- LR - Rojo
- LA - Ambar
- LV - Verde
- LB - Blanca
- LAm - Amarilla
- LAza - Azul
- LC - Clara



Con contacto de prueba



Máquinas rotativas

Símbolo básico

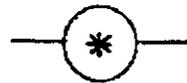
* Indica con letras:

Gen - Generador

Mot - Motor

~ - C. A.

-- - C. C.



De una fase



De dos fases



De tres fases (conexión estrella)



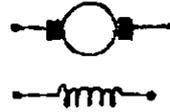
De tres fases (conexión delta)



De escobillas



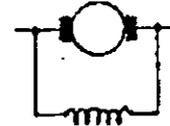
De c. d. con excitación independiente.



De c. d. con excitación en serie.



De c. d. con excitación en derivación.



De corriente directa con excitación compuesta



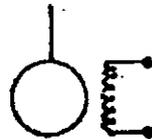
Motores de inducción tipo jaula de ardilla



Motor de inducción tipo rotor devanado



Motor síncrono



Relevadores.
Símbolo general



* Indica el número de designación correspondiente al tipo de relevador

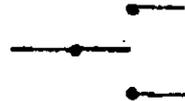
Resistencia de valor fijo



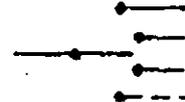
Resistencia de valor variable



Selector de dos posiciones



Selector de "n" posiciones



Campana



Zumbador



Bocina



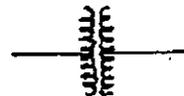
Tablilla de terminales



Tablilla de "n" terminales



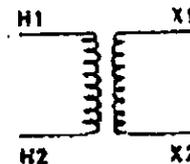
Transformador, simbolo general



Las letras indican la polaridad en alta y baja tensión.

H1, H2, H3, ... etc.

X1, X2, X3, ... etc.



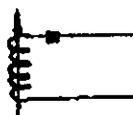
Autotransformador



Autotransformador variable



Transformador de corriente
* indica polaridad



Transformador de corriente de boquilla



Transformador de potencial



Transformador con marca de polaridad
(■) indicador de polaridad



Conexión de transformadores.
Símbolo que se debe colocar al lado del
símbolo del transformador:
2 fases, 3 hilos



2 fases, 3 hilos con tierra



2 fases, 3 hilos con tierra



2 fases, 4 hilos



3 fases, 3 hilos, delta



3 fases, 3 hilos (delta con tierra)



3 fases, 4 hilos (delta sin tierra)



3 fases, 4 hilos (delta con tierra)



3 fases, delta abierta



3 fases delta abierta con tierra



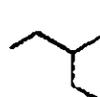
3 fases, 3 hilos (estrella sin tierra)



3 fases, 3 hilos (estrella con tierra)



3 fases (conexión zig-zag)



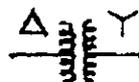
3 fases (conexión scott o T)



6 fases (conexión estrella)



Ejemplo: Transformador conectado en Delta - Estrella.



**CAPÍTULO 2
TECNOLOGÍA DE
CONTROLES Y
AUTOMATISMOS**

2.1.- Estructura de un control automático.

La estructura general de un control automático puede esquematizarse como lo muestra la figura 2.1.

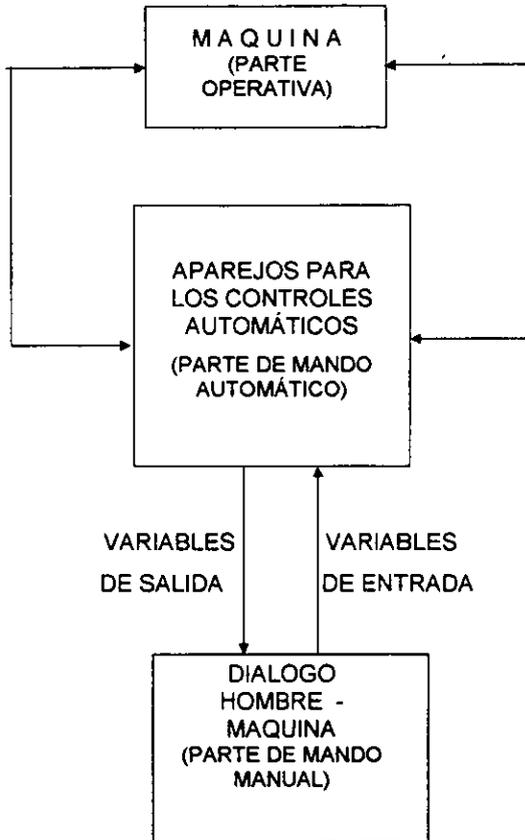


Figura 2.1 Estructura de un control automático.

Para explicarnos un poco más las diferentes etapas de un control automático observemos la figura 2.2

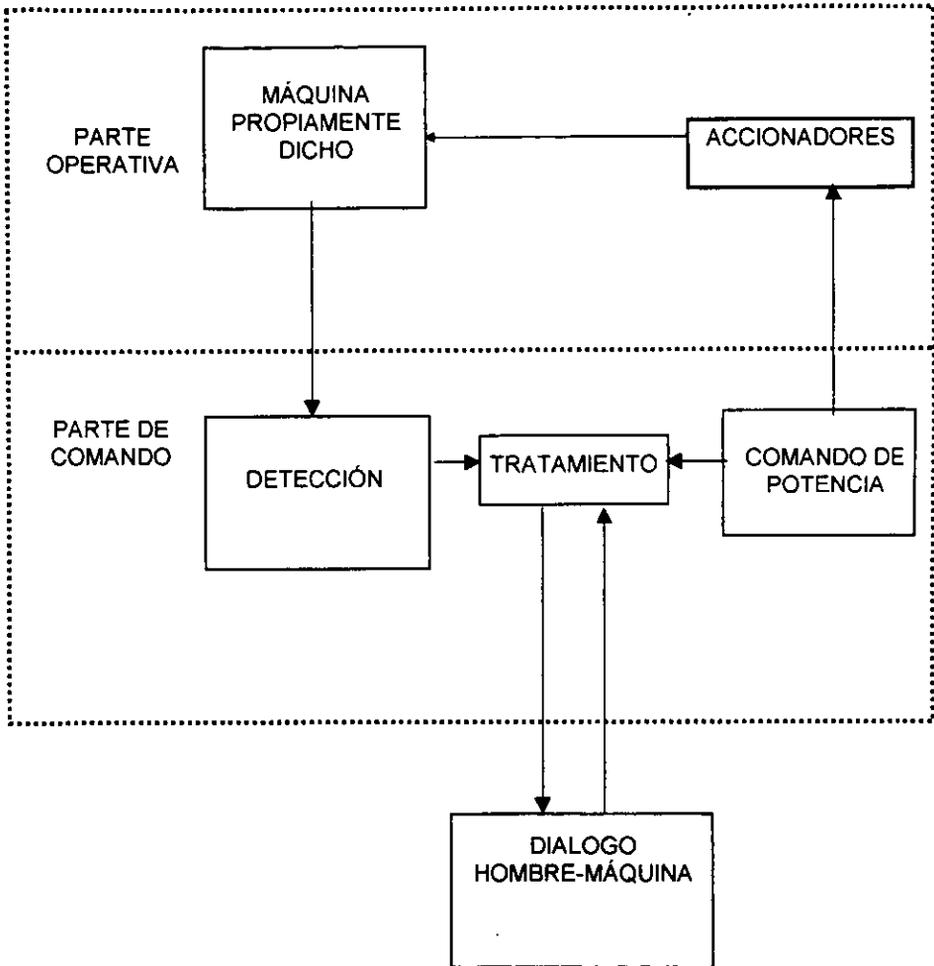


Figura 2.2 Etapas de un control automático.

Aplicando estos conceptos generales a un **CONTROL AUTOMÁTICO ELÉCTRICO** obtenemos el diagrama indicado en la figura 2.3.

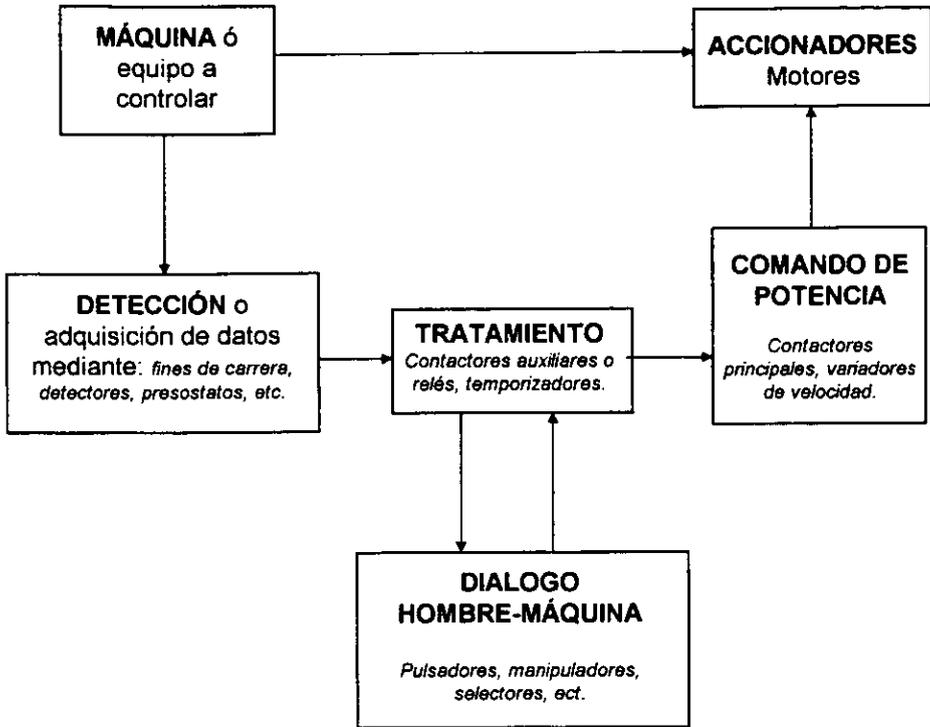


Figura 2.3 Sistemas de un control automático.

En un **control automático electrónico** las etapas son exactamente iguales, a excepción del tratamiento, donde los elementos eléctricos son reemplazados por los autómatas programables o controladores programables P. L. C., especialmente cuando las máquinas o equipos a controlar son complejos y exigen por consiguiente procesos también complejos.

Esta variante en el tratamiento implica, por una parte, la adición en el diálogo hombre-máquina de un teclado, y por otra, en casi todos los casos, de un **interfase de salida** (a base de contactores auxiliares) entre la etapa de

tratamiento y comando de potencia, debido a las corrientes muy bajas de salida que tienen los autómatas (normalmente mA). En algunos casos particulares se requiere también de un interfase de entrada.

En este proceso de automatización, son muchos los elementos que se necesitan, y que la técnica actual nos ofrece para solucionar, en forma adecuada, las necesidades tan diversas y múltiples que a diario se encuentran en la industria.

2.2.- Circuitos básicos de control.

El primer paso para desarrollar un controlador o circuito de control, es investigar tanto como sea posible las funciones que realiza la máquina o dispositivo a controlar, así como también, los diferentes equipos que dicha máquina accione. Así las funciones del circuito pueden ser interpretadas fácilmente.

Todos los circuitos por complejos que sean, son variaciones de dos tipos básicos, conocidos como de dos o tres hilos.

2.2.1.- Circuito de dos hilos.

En este tipo de circuitos se usa un elemento de control sostenido que puede ser un interruptor flotador, un interruptor de límite, etc.

En la Figura 2.4 , se observa que cuando el contacto del elemento de mando se cierra, la bobina M se excitará cerrando los contactos en el circuito de carga accionados por ella. Si se llega a presentar una baja tensión o falta de ésta, a pesar de estar cerrado el contacto del dispositivo de mando, la bobina no produce el campo necesario para mantener cerrados los contactos y el motor se desconecta. Debido a esta característica el circuito de dos hilos se le conoce también como de liberación por falta de tensión y/o por baja tensión.

Este tipo de circuitos se utiliza en el control de equipos de bombeo, de presión, compresores, etc. Sin embargo, hay otros muchos procesos en donde un

arranque inesperado al regresar la tensión a la línea, puede presentar la posibilidad de dañar la máquina, al mismo proceso o inclusive al operador.

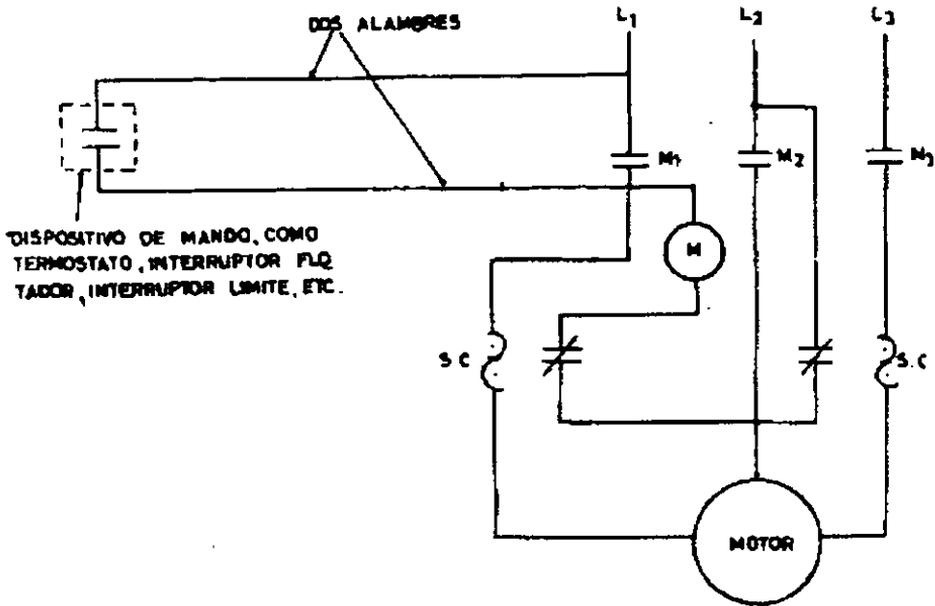


Figura 2.4 Circuito de dos hilos.

2.2.2.- Circuito de tres hilos.

Este tipo de circuitos de control, se conoce como de protección contra falla de tensión y/o contra baja tensión. Como el circuito de dos hilos, este es un circuito básico de control.

Se caracteriza porque cuando se desconecta por baja o falta de tensión, no se energizará cuando ésta regrese. Con esto se obtiene protección contra el arranque espontáneo de las máquinas al restablecerse la alimentación. En esta situación un operario tendrá que oprimir el botón de arranque para reanudar la operación, situación que observamos en la figura 2.5.

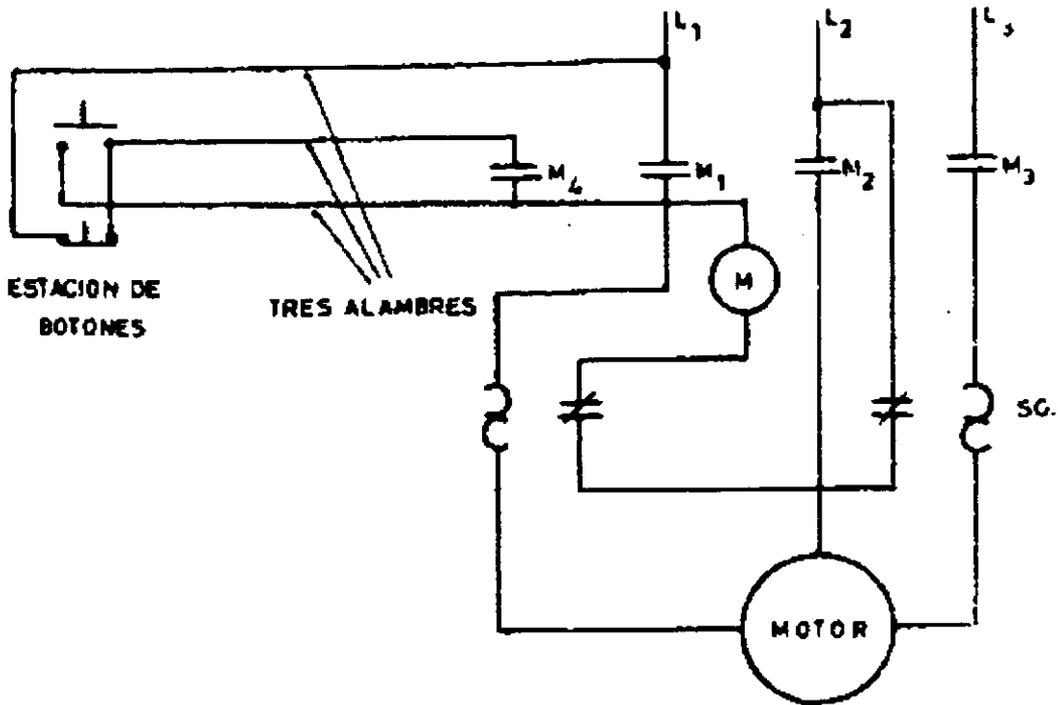


Figura 2.5 Circuito de tres hilos.

Se observa en esta figura que se añade el contacto M4 que no está en el circuito estudiado anteriormente, de dos hilos. Este es el contacto de retención o mantenimiento también llamado de enclave, y su función se puede observar más fácilmente en la figura 2.6.

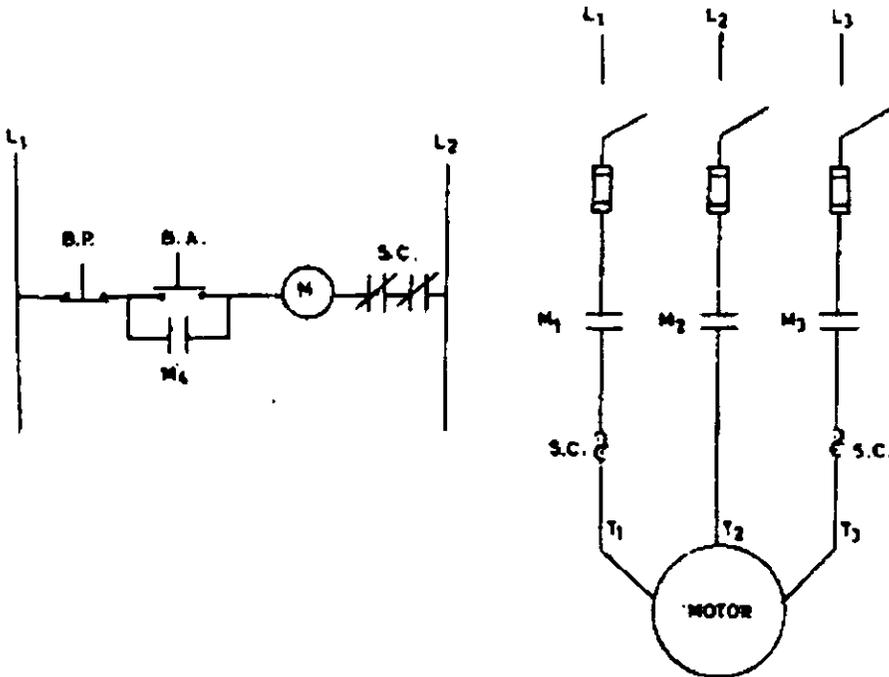


Figura 2.6 Circuito de tres hilos con contacto de enclave.

Al oprimirse el botón de arranque (de contacto momentáneo), se energiza la bobina M. Cuando ésta se encuentra excitado cierra los contactos M1, M2 y M3, que conectan el motor a la línea y el contacto M4, el cual mantiene cerrado el circuito de alimentación de la bobina M, aún cuando se haya dejado de pulsar el botón de arranque. Basta pulsar el botón de paro (de contacto momentáneo) para desenergizar a la bobina M, que abre los contactos desconectando el motor.

En el caso de sobrecarga, los elementos sensores en la línea de alimentación del motor, detectarán la corriente excesiva abriendo los contactos que para tal se colocan en el circuito de la bobina. Si la tensión de la línea falla la bobina no podrá mantener cerrados los contactos, abriéndose los de carga M1,

M2 y M3 y el de enclave M4. Así si regresa la tensión la bobina no se energizará y se hará necesaria la presencia de un operador, para reiniciar la operación.

En la figura 2.7 se muestra la silleta de un CCM típico.

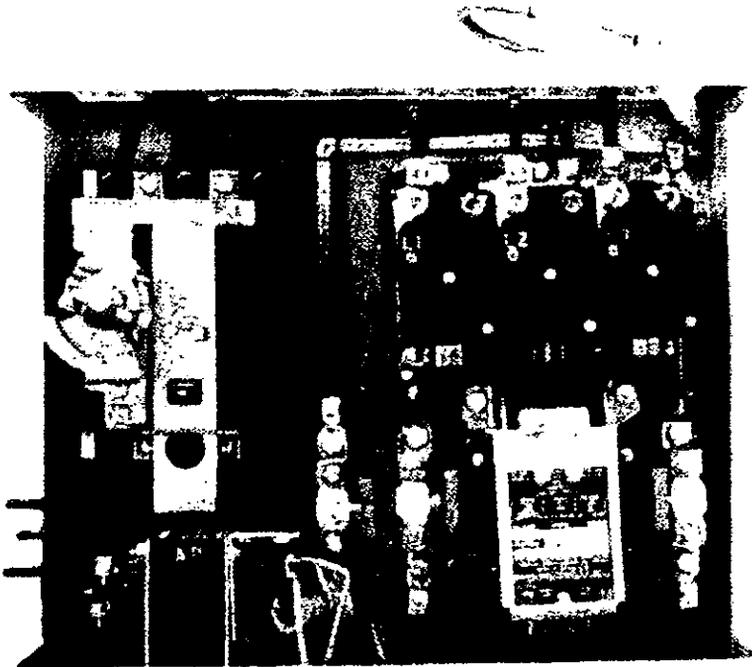


Figura 2.7.- CCM típico.

2.3.- Dispositivos empleados en controles y automatismos

2.3.1.- Aparatos de maniobra

Son todos aquellos aparatos que **permiten o interrumpen** el paso de la corriente de la red a una carga (motor, bobina, piloto, etc.). Se encuentran en dos modalidades:

- a) **con poder de corte:** aquellos aparatos que pueden maniobrarse bajo carga;

b) **sin poder de corte:** los que deben ser maniobrados sin carga.

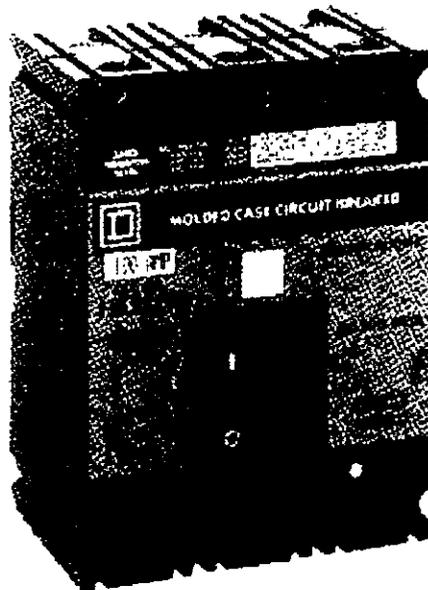
2.3.2.- Clasificación

I.- Manuales

a) **Interruptores:** son dispositivos, con bajo poder de corte, empleados para abrir y/o cerrar circuitos, necesiándose en cada una de estas operaciones, la acción directa del operario.

Los elementos conductores del interruptor, en el punto en que se establece la apertura y cierre del circuito, deben estar convenientemente dimensionados, de tal manera que permitan el paso de corriente, sin que se genere recalentamiento de los mismos.

En la figura 2.8 se muestra un interruptor termomagnético trifásico.



**FAL/FHL - 3 Polos
15-100 Amperes**

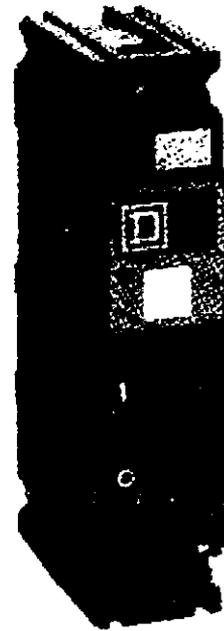
Figura 2.8.- Interruptor termomagnético trifásico típico.

En las figura 2.9 a) y 2.9 b) se muestran otros tipos de interruptores termomagnéticos.



**FAL/FHL - 2 Polos
15-100 Amperes**

a)



**FAL - 1 Polo
15-100 Amperes**

b)

Figura 2.9.- a) Interruptor termomagnético Bifásico típico.

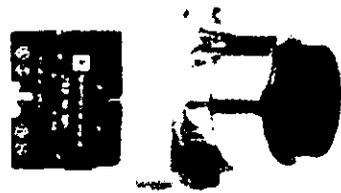
b) Interruptor termomagnético Monofásico Típico.

b) Pulsadores: aparatos con bajo poder de corte. Se diferencian de los interruptores porque cierran o abren circuitos, solamente mientras actúe sobre ellos alguna fuerza exterior, recuperando su posición inicial (de reposo) tan pronto como cese dicha fuerza, por acción del muelle.

En la figura 2.10 se muestran diferentes tipos de pulsadores.



a) Rasante.



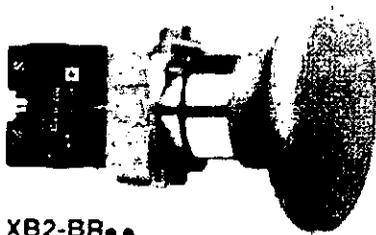
b) Saliente.



c) Con capuchón.

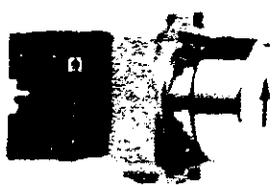


d) "De seta" Ø 40 mm.



XB2-BR...

e) "De seta" Ø 60 mm.



f) Rasante con inscripción incorporada.



g) saliente con inscripción incorporada

Figura 2.10.- Diferentes tipos de pulsadores.

c) **Seccionadores:** aparatos de maniobra sin poder de corte, y por consiguiente deben ser accionados únicamente cuando están sin carga (en vacío) o éstas son muy pequeñas.

Se emplean para aislar toda o parte de la instalación eléctrica, en caso de reparaciones y mantenimiento.

Deben estar dimensionados de acuerdo a la *In* del circuito.

II.- Automáticos

Son dispositivos diseñados para abrir y/o cerrar circuitos bajo carga, en función de valores que adquieren ciertas magnitudes físicas, como temperatura, presión, espacio, tiempo, etc., no necesitando la acción de un operario para su accionamiento.

En la actualidad se encuentra una gama muy amplia, para satisfacer las más diversas necesidades.

Para su elección se toma en cuenta:

- a) **capacidad de maniobra o robustez mecánica:** se refiere al número mínimo de maniobras que puede realizarse con ellos;
- b) **poder de corte:** nos indica la corriente máxima que puede interrumpirse sin peligro de que se dañe.

En este grupo de aparatos de maniobra automáticos tienen particular importancia, sobre todo en controles y automatismos, los contactores, por cuanto en la actualidad una gran parte de éstos, a su vez, se accionan con contactores, los interruptores de posición, detectores, presostatos, temporizadores, disyuntores o interruptores automáticos (cuya función específica es la de abrir un circuito bajo condiciones anormales: sobrecargas, sobretensiones, disminución de tensión), etc.

2.4.- Aparatos de protección

Son todos aquellos elementos destinados a proteger todo o parte del circuito, interrumpiéndolo de las líneas de alimentación, cuando se presentan irregularidades en su funcionamiento, particularmente por sobrecargas o sobreintensidades y cortocircuitos.

Existen dispositivos destinados a proteger un circuito específicamente de los cortocircuitos, de las sobrecargas o ambos simultáneamente.

En la figura 2.11 se muestran algunos interruptores de navajas comunes.

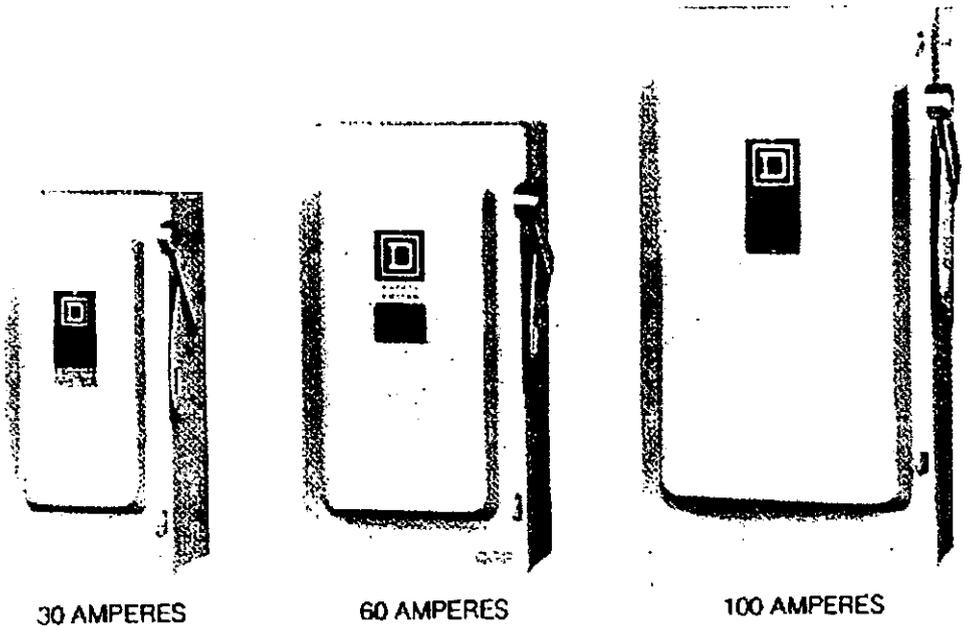


Figura 2.11.- Interruptores de navajas comunes.

2.4.1.- Fusibles:

Son conductores calibrados específicamente para el paso de determinadas cantidades de corriente (por consiguiente más débiles que el resto de los conductores del circuito), de manera que al producirse un corto circuito de

fundirán rápidamente (por el bajo punto de fusión que tienen), interrumpiendo inmediatamente el circuito y evitando daños mayores en las cargas o conductores, razón por la cual todo circuito debe estar protegido con fusibles.

Existen muchos tipos de fusibles tanto por la forma (de botella, de cartucho, de bayoneta, etc.) como por la rapidez con que actúan (fusión lenta, fusión rápida). En la figura 2.12 se muestra un desconectador de fusible común.

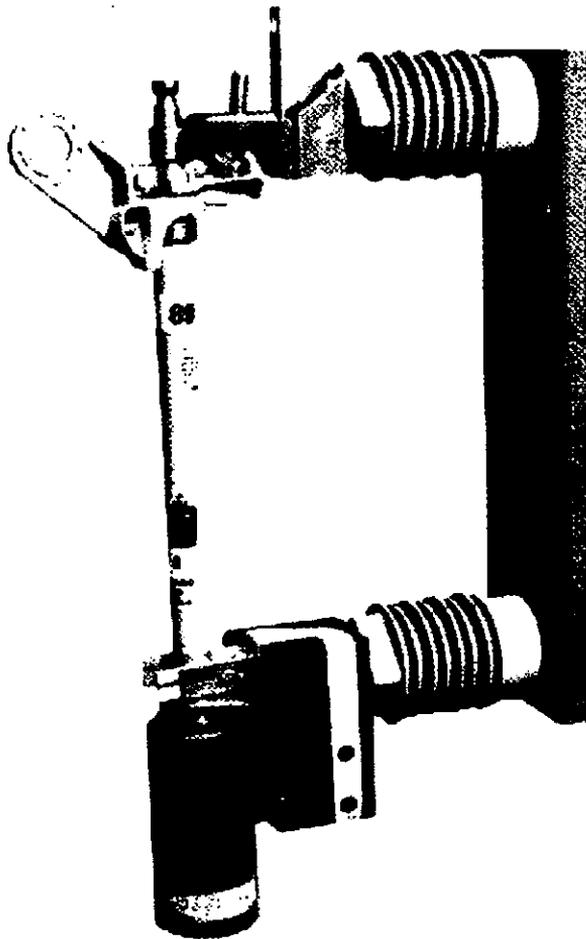


Figura 2.12.- Desconectador de fusible con fusible insertado.

2.5.- Aparatos de protección automáticos

Son dispositivos contruidos para proteger especialmente contra sobrecargas, aunque algunos protegen también contra cortocircuitos.

Los más empleados, en controles y automatismos, son los relés térmicos, relés termomagnéticos y relés electromagnéticos.

Los interruptores automáticos también pueden considerarse como elementos de protección.

En la figura 2.13 se muestra un detector fotoeléctrico tipo compacto enchufable de forma rectangular, con alimentación en corriente continua y salida estática.

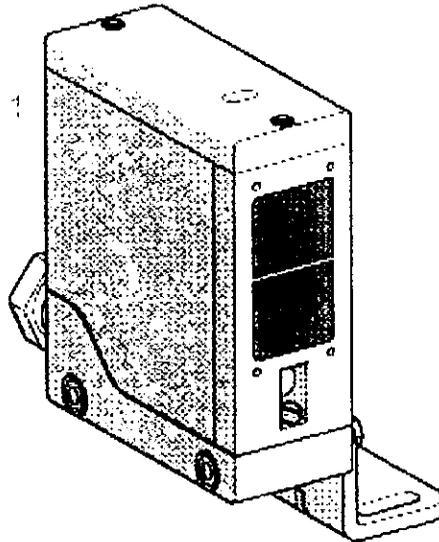


Figura 2.13.- Detector fotoeléctrico tipo compacto.

En la figura 2.14 se muestra un detector fotoeléctrico tipo miniatura de forma cilíndrica roscada y de alimentación en corriente continua.

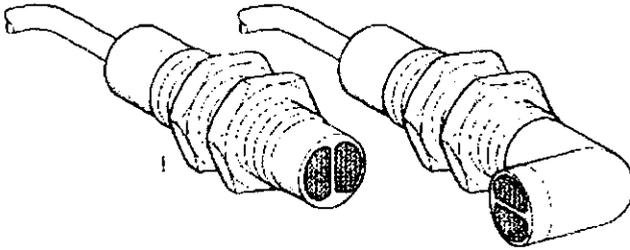


Figura 2.14.- Detector fotoeléctrico tipo miniatura.

2.6.- Aparatos de señalización

Elementos destinados para indicar si el contactor está o no funcionando, y por consiguiente si la carga está o no energizada, es decir en funcionamiento.

Los más empleados son los pilotos luminosos y acústicos.

CAPÍTULO 3

ELEMENTOS DE MANDO

3.1.- Contactores

El contactor eléctrico es el punto conductor de cierre o apertura de un circuito eléctrico, a través de ellos circulan diferentes magnitudes de corriente eléctrica.

Pueden estar fabricados de diferentes aleaciones como: Plata-Níquel, Plata-Cadmio, etc., en algunos casos tan resistentes como la aleación Plata - Tungsteno, que es capaz de soportar el paso de grandes corrientes.

Los contactos pueden clasificarse de acuerdo a su posición inicial. Si están abiertos se les denomina "normalmente abiertos", en forma abreviada "NA" (NO) y si están cerrados se les denomina "normalmente cerrados" (NC). Al accionarse cambian de posición; los contactos normalmente abiertos se cierran y los contactos normalmente cerrados se abren.

Su accionamiento puede ser mecánico o magnético.

CONTACTO	MECÁNICO	MAGNÉTICO
Normalmente Abierto (N. A.)		
Normalmente Cerrado (N. C.)		

Por las características de construcción y período de operación los contactos pueden ser de dos tipos: De operación instantánea, denominados contactos momentáneos, y de operación permanente o de larga duración, denominados contactos sostenidos.

3.1.1.- Contacto momentáneo N. A.- En el contacto momentáneo (NA) los contactos están abiertos, al presionarse el botón los contactos se cierran permitiendo el paso de corriente a través de ellos y al desaparecer la presión el

botón regresa a su posición original abriendo los contactos e interrumpiendo la corriente, figura 3.1.

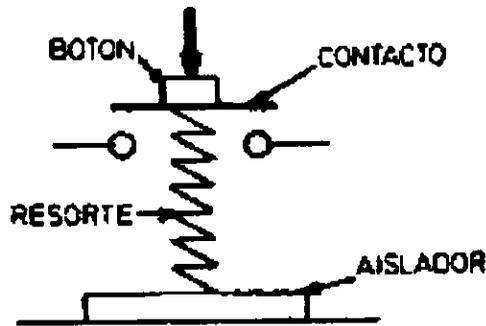


Figura 3.1 Contacto momentáneo N. A.

3.1.2.- Contacto momentáneo N. C.- El contacto momentáneo (NC) opera de manera contraria al NA, inicialmente los contactos están cerrados pero al presionar el botón se desconectan sus contactos interrumpiendo la corriente a través de ellos, pero al desaparecer la presión el botón regresa a su posición original, figura 3.2

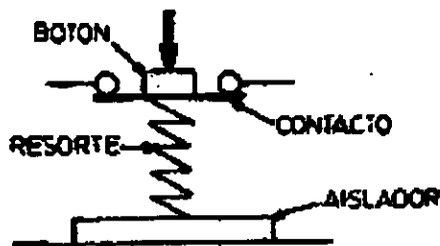
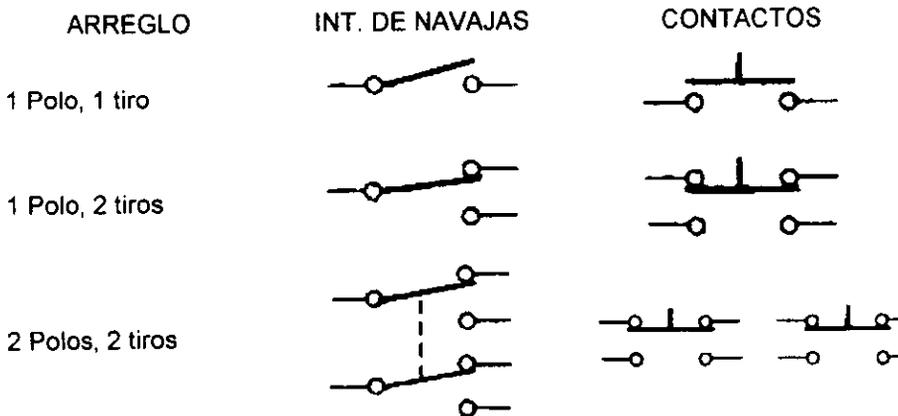


Figura 3.2 Contacto momentáneo N. C.

3.1.3.- Contactos sostenidos.- Los contactos sostenidos se diferencian de los contactos momentáneos en que una vez accionados quedan en la posición seleccionada aún al soltarse, a menos que vuelva a ser accionado para regresar a su posición original. Pueden ser normalmente abiertos (NA), normalmente cerrados (NC) o ambos, se encuentran en dispositivos de control como estaciones de botones, interruptores de límite, de presión, de flotador, selectores de tecla, de llave, etc.

Desde el punto de vista de posibilidades de operación, los contactos pueden organizarse en diferentes arreglos, de manera semejante a los interruptores de navaja:

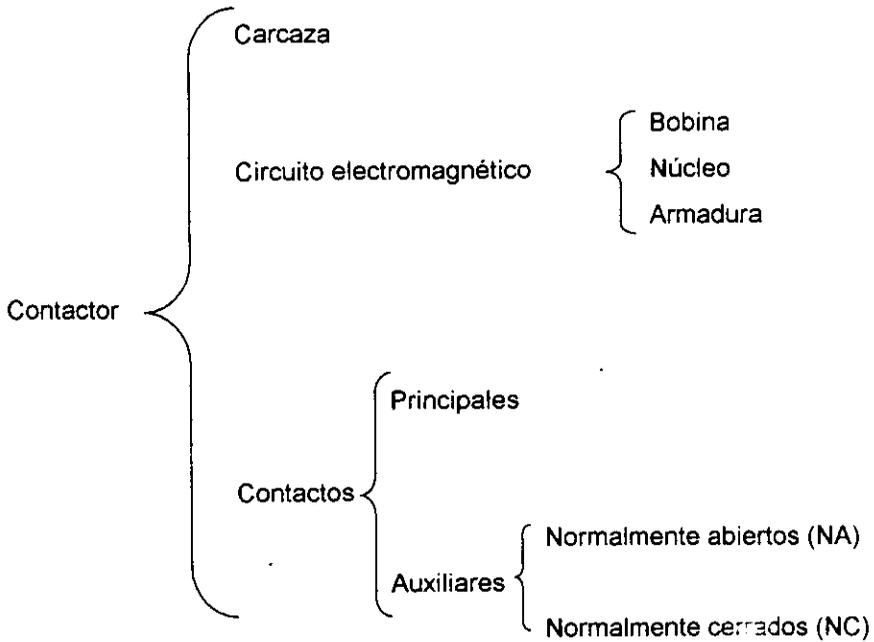


3.1.4.- Partes que conforman el contactor.

El contactor forma parte de los aparatos de maniobra automáticos con poder de corte.

Se le define como: **un interruptor accionado o gobernado a distancia por medio de un electroimán**

En forma esquemática indicamos las partes que tiene todo contactor:



3.1.5.- Carcaza

Soporte fabricado en material no conductor (plásticos o baquelitas especiales a base de fibra de vidrio, con el fin de obtener un alto grado de rigidez dieléctrica), sobre el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor.

Por sus características aislantes, estos materiales son bastante vidriosos, por lo cual es necesario tener mucho cuidado cuando se manipulan los contactores, especialmente en la zona de los contactos, para no quebrar parte alguna.

3.1.6.- Circuito electromagnético

Está compuesto por unos mecanismos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando un campo magnético muy intenso, el cual a su vez dará origen a un movimiento mecánico. en otros términos, se puede decir que es el electroimán del contactor.

3.1.6.1.- Bobina

Es un arrollamiento de alambre, con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión crea un campo magnético.

El flujo magnético genera un par electromagnético superior al par resistente de los muelles que separan la armadura del núcleo, de manera que éstos puedan juntarse estrechamente.

Se constituye con alambre muy delgado de cobre electrolítico, arrollado sobre una formaleta.

Cuando se energiza la bobina con CA, la intensidad absorbida por ésta es relativamente elevada, debido a que en el circuito prácticamente sólo se tiene la resistencia del conductor con que está hecha la bobina. en estas condiciones el $\cos \phi$ es alto (0.8 a 0.9), y la reactancia inductiva muy baja, por existir mucho entrehierro entre el núcleo y la armadura.

Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer la armadura, a pesar del gran entrehierro y la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo.

Una vez que se cierra el circuito magnético, al juntarse el núcleo y la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada reduce considerablemente, obteniéndose de esta manera una **corriente de mantenimiento o trabajo** mucho más baja (6 a 10 veces menor), con un $\cos \phi$ más bajo, pero capaz de mantener cerrado el circuito magnético. Así por ejemplo, en una bobina alimentada con 120 V, donde la corriente de llamada sea de unos 1500 mA, la corriente de mantenimiento se reducirá a unos 130 mA.

Las bobinas están calculadas y dimensionales para trabajar regularmente con las corrientes bajas de mantenimiento. Si el circuito magnético queda abierto total o parcialmente, la corriente de llamada circulará más tiempo del previsto (sólo algunos milisegundos), generando calor en la bobina, con el consiguiente peligro de recalentar e incluso dañarla totalmente.

Se comprende entonces porqué no debe energizarse una bobina si no tiene el núcleo y la armadura.

Cuando una bobina es alimentada con CC no se presenta este fenómeno, es decir que la corriente de mantenimiento será la misma de llamada. Como no hay variación en la impedancia, el valor de la corriente que circula por la bobina depende únicamente de la resistencia de ésta, que es la misma tanto en la llamada como en el mantenimiento. Por este motivo éstas bobinas y su sistema de alimentación deben tener algunas características especiales, limitándose además su uso a casos específicos.

Otro factor importante que hay que tener presente antes de energizar una bobina es la tensión y frecuencia de alimentación. Puede ser la misma del circuito de potencia o inferior a ésta (reducida por un transformador o suministrada por otra fuente de alimentación). Esta información debe venir claramente registrada en la bobina.

En la actualidad se consiguen bobinas para ser alimentadas con CA en una gran variedad de valores (desde 24V hasta 600V) para frecuencias de 50 y/o 60 Hz, o con CC (desde 12V hasta 600V). A Pesar de esta gama tan amplia, se tiende cada vez más al uso de bobinas para tensiones bajas, pues así se disminuyen los riesgos de que el operario sufra accidentes, por cuanto la alimentación de la bobina se realiza también a través de los pulsadores.

3.1.6.2.- Núcleo

Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de **E**, y que va fija en la carcasa.

Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.

Se construye con una serie de láminas delgadas (chapas), aisladas entre sí (pero formando un solo bloque fuertemente unidas por remaches) de acero al silicio, con la finalidad de reducir al máximo las corrientes de foucault (corrientes eléctricas que circulan por el núcleo al estar sometidas a una variación del flujo magnético, originando pérdidas de energía por efecto joule).

Estas características constructivas del núcleo y un pequeño entrehierro que se obtiene en el circuito magnético en posición de "trabajo", bien sea por la falta de metal o la inserción de un material paramagnético, eliminan completamente al magnetismo remanente (campo magnético que se mantiene cierto a pesar de haberse desenergizado la bobina).

En los contactores, cuya bobina va a ser alimentada con corriente alterna (no así cuando se alimenta con corriente continua), el núcleo debe llevar un elemento adicional (una espira o anillo de cobre) denominado espira de sombra, espira en cortocircuito, espira de Frager o anillo de defasaje.

Cuando circula corriente alterna en la bobina, cada vez que la tensión es 0 (120 veces por segundo) la armadura se separa del núcleo, porque el flujo magnético producida por la bobina es también 0.

En realidad, como el tiempo de separación es muy pequeño cada vez (1/120 de segundo cuando la frecuencia es de 60 Hz), es imposible que la armadura se separe completamente del núcleo, pero es suficiente para que se origine un zumbido y vibración (además de la elevación de la corriente de mantenimiento) que de ser continuo y prolongado acabará por estropear el contactor. Para evitar este inconveniente, se colocan en los extremos de las

columnas laterales de núcleo las espiras de sombra, que suministra al circuito magnético un flujo adicional (flujo retrasado respecto al principal), cuando la bobina no lo produce, obteniéndose así un flujo magnético constante, semejante al que se produce con corriente continua.

3.1.6.3.- Armadura

Elemento parecido al núcleo, en cuanto a su construcción, pero que, a diferencia de éste, no tiene espiras de sombra y es además una parte móvil, cuya función principal es cerrar el circuito magnético cuando se energiza la bobina, ya que en estado de reposo debe estar separada del núcleo, por acción de una muelle o resorte. este espacio de separación se denomina entrehierro o "cota de llamada"

El muelle debe ser tal que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético se realice en forma muy rápida (algunos milisegundos). Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logrará atraer la armadura o lo hará con gran dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se produce con la rapidez necesaria.

El movimiento que se obtiene de la armadura, cada vez que se energice o desenergice la bobina, a consecuencia de la generación o suspensión del campo magnético, se emplea para accionar los contactos que tiene el contactor, de modo que actúen como interruptores permitiendo o interrumpiendo el paso de corriente. Para ello se colocan sobre la armadura, debidamente aislada, una serie de contactos (específicamente el elemento móvil de los contactos) que abrirán o cerrarán simultáneamente varios circuitos, cada vez que la armadura se ponga en movimiento, porque los contactos quedarán mecánicamente unidos pero eléctricamente separados.

3.2.- Aspectos generales:

Los contactos son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de la corriente ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (contactos instantáneos).

La figura 3.3. muestra los elementos con que todo contacto está compuesto: dos partes fijas (contactos fijos) ubicadas en la carcaza y una parte móvil (contacto móvil) colocada en la armadura, que se establece el paso o interrupción de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva un resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de ambas partes.

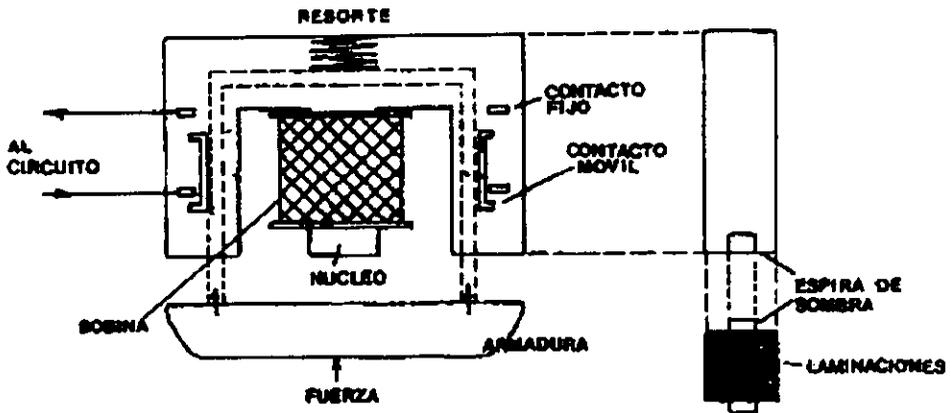


Figura 3.3 Elementos que componen un contacto.

Los contactos están hechos de bronce fosforado, material que no solamente tiene las características de buen conductor, sino que además es mecánicamente más resistente y con un mayor grado de elasticidad que el cobre o bronce.

En los puntos donde se establece el contacto (extremos de los contactos fijos y móvil) toda vez que se abre el circuito bajo carga, se produce una chispa y/o arco eléctrico proporcional a la I de la carga, por lo cual es necesario que

estos puntos tengan mayor dureza y resistencia mecánica. Para lograrlo se emplean, en dichos puntos, materiales aleados a base de Plata, cadmio, óxido de cadmio, níquel, paladio, etc., a fin de obtener no sólo mayor resistencia mecánica y resistencia al arco eléctrico, a la oxidación (el óxido puede constituirse en material aislante), al desgaste y la erosión, sino también disminuir la posibilidad de pegarse o soldarse, conservando al mismo tiempo sus características de muy buen conductor eléctrico.

Estos aspectos y exigencias hacen que los contactos (especialmente en la parte de unión) sean en realidad, las partes más delicadas del contactor, y que por consiguiente deben cuidarse con especial esmero, de tal manera que los circuitos se establezcan en forma óptima para un correcto y normal funcionamiento.

El cuidado que debe tenerse implica un mantenimiento periódico adecuado, donde no deben limarse, lijarse o engrasar los contactos.

Actualmente existen contactores con contactos denominados "autolimpiantes", porque cada vez que se unen, la parte móvil se desliza sobre la parte fija hasta que se establece el contacto definitivo.

Con el tiempo los contactos van sufriendo desgaste, por lo cual es necesario verificar periódicamente la cota de presión en funcionamiento, ya que es recomendable cambiarlos cuando ésta esté entre el 20 y 50 % de la cota inicial.

En caso de tener que cambiar los contactos se recomienda:

- A) Cambiar el contacto completo (partes fijas y móvil) que se ha deteriorado.
- B) Alinear los contactos, respetando la cota inicial de presión.
- C) Verificar la presión de cada contacto con el contactor de funcionamiento.
- D) Verificar el apriete de los tornillos y tuercas de reglaje.

3.2.1.- Contactos principales

Son contactos instantáneos cuya función específica es establecer o interrumpir el circuito principal, a través del cual se transporta la corriente desde la red a la carga, por lo cual deben estar debidamente calibrados y dimensionados para permitir el paso de las intensidades requeridas por la carga sin peligro de deteriorarse.

Por la función que realizan, estos contactos son únicamente abiertos.

Se tienen contactores con contactos capacitados para transportar corrientes desde unos cuantos amperios (9 A) hasta corrientes con intensidades muy elevadas (unos 1600 A en circuitos resistivos o de distribución).

Cuando un contactor bajo carga se desenergiza, se produce una chispa (como se dijo anteriormente) entre el contacto fijo y móvil, de tal manera que, a pesar de que estos contactos se hayan separados, el circuito no se interrumpe inmediatamente, sino que la corriente sigue pasando durante un breve tiempo a través del aire ionizado (= aire que al calentarse se vuelve conductor). Como la chispa se produce siempre, los contactos se ubican en una zona conocida comúnmente como **"cámara apagachispas"**, construida con materiales muy resistentes al calor (poliéster con un gran porcentaje de fibra de vidrio) y con características especiales que extinguen rápidamente esta chispa, para que al ser posible, no se transforme en un arco eléctrico prolongado, el cual al generar temperaturas altísimas (de 5,000 a 8,000 °C, que está muy por encima de la temperatura de fusión del material con el cual están hechos los contactos), desgastará por erosión, debilitará por el exceso de calor y finalmente destruirá por completo los contactos.

Por esta razón, sobre todo en los contactores contruidos para controlar circuitos que absorben corrientes altas, es imprescindible reducir y apagar la chispa o el arco que pudo formarse en el tiempo más breve posible. Esto se puede lograr mediante diferentes sistemas.

1) Soplado por autoventilación:

Cuando se usa este sistema, la cámara apagachispas o cámara de soplado, se construye de tal manera que tenga una amplia abertura en la parte inferior y una pequeña en la parte superior, para que la circulación de aire se produzca como en una chimenea; al producirse la chispa, por la elevada temperatura, calienta el aire de la cámara, que al salir por la abertura superior es sustituida por el aire fresco que entra por la parte inferior. Este movimiento de aire hace que el arco se alargue, se enfríe al rozar con las diversas piezas metálicas y finalmente se extinga por completo.

Este sistema es adecuado y efectivo solamente cuando las intensidades que interrumpe el contactor no son muy altas.

2) Soplo magnético:

Es una técnica que permite alargar el arco eléctrico para aumentar su resistencia eléctrica, impidiendo de esta manera, que la corriente siga circulando. Para conseguirlo se emplea un procedimiento electromagnético: el campo eléctrico formado crea, a su vez, un campo magnético circular, el cual es orientado y canalizado por dos placas de acero que se encuentran a los lados de la cámara apagachispas, para ser aumentado a través de un núcleo de láminas, que por repulsión magnética, tiende a alejar el arco desplazándolo y alargándolo hasta su extinción total.

Ordinariamente este sistema, para mayor eficacia de la extinción del arco, en la etapa final, requiere del método de autoventilación.

El campo magnético que provoca el alargamiento del arco y su proyección hacia la parte superior de la cámara, debe ser tal que la extinción total del arco se realice en un tiempo, ni muy prolongado, que ocasionaría el desgaste y daño prematuros de los contactos, ni demasiado corto, que podría producir sobretensiones capaces de producir perforaciones en los materiales aislantes, particularmente si los circuitos son inductivos.

3) Baño en aceite:

Recordemos que si la chispa no se extingue y se produce el arco, es porque el aire que rodea el punto de contacto está ionizado. Si en la cámara apagachispas se coloca aceite dieléctrico, que absorba el calor, se elimina toda posibilidad de que de genere un arco eléctrico.

4) Cámaras desionizadoras:

Son cámaras cuyas paredes se recubren con láminas metálicas, para que absorban el calor producido, actuando como disipadores. De esta manera el aire no alcanza las temperaturas de ionización, por lo cual la chispa se apagará rápidamente, antes de que se forme el arco.

5) Transferencia y fraccionamiento del arco:

Este sistema consiste en dividir el arco que se produce, en muchos arcos más pequeños, de tal manera que su extinción sea más fácil y sencilla.

Para lograr esta división se hace que el arco inicial pase rápidamente a unas puntas ubicadas en los extremos del contacto móvil, y a unas guías de arco de los contactos fijos, para que finalmente se realice el fraccionamiento y la extinción total del arco, en una serie de aletas (algunas cámaras llevan hasta 32 aletas) que se encuentran en las paredes de la cámara de corte.

Como los contactos principales se usan exclusivamente en los circuitos de potencia, sus símbolos los encontraremos solamente en los esquemas de potencia, con la misma marca del contactor al cual pertenece. Además llevan unas marcas o índices tanto a la entrada, como a la salida.

3.2.2.- Contactos auxiliares

Son aquellos contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de corriente a las bobinas de los contactores o a los elementos de

señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades débiles (miliamperios o algunos amperios).

La versatilidad que tienen los contactos depende, en gran parte, del uso correcto que se le de a los contactos auxiliares, por lo cual es fundamental conocer las funciones que pueden realizarse con ellos, si se quiere optimizar la etapa de tratamiento en un automatismo eléctrico.

Los contactos auxiliares son contactos instantáneos, es decir que actúan tan pronto se energice la bobina (excepcionalmente se encuentran contactos retardados, es decir que actúan un poco después de los instantáneos).

Existen dos clases de contactos auxiliares:

3.2.2.1.- Contactos normalmente abiertos (NA)

Llamados también contactos instantáneos de cierre: contactos cuya función es cerrar un circuito cuando se energice la bobina del contactor al cual pertenecen, ya que en estado de reposo se encuentran abiertos.

3.2.2.2.- Contactos cerrados (NC)

Llamados también contactos instantáneos de apertura: contactos cuya función es abrir un circuito cuando se energice la bobina del contactor al cual pertenecen, ya que en estado de reposo se encuentran cerrados.

Un contactor puede tener varios contactos auxiliares abiertos y/o cerrados, pero deberá llevar necesariamente por lo menos un contacto auxiliar instantáneo NA.

Uno de los contactos auxiliares NA debe cumplir la función de asegurar la autoalimentación de la bobina, por lo cual recibe el nombre específico de auxiliar de sostenimiento o retención.

A pesar de que todos los contactos auxiliares actúan solidariamente, cuando se tienen contactos auxiliares NA y NC se da un tiempo de conmutación entre ambos, por la forma constructiva y ubicación que tienen en la armadura.

Normalmente, al energizar la bobina, primero se abren los contactos cerrados y luego de 2 a 5 milisegundos se cierran los abiertos.

Existen contactores que tienen únicamente contactos auxiliares con variedad de combinaciones (sólo abiertos, sólo cerrados o abiertos y cerrados), por lo cual se llaman **contactores auxiliares** o simplemente relés. Por lo general deben tener una gran robustez mecánica.

Cuando un contactor no tienen el número suficiente de contactos auxiliares que requiere un determinado circuito, se puede obviar el problema con:

a) Bloques aditivos de contactos auxiliares: son bloques de contactos que se accionan con la misma armadura del contactor al que se asocia mecánicamente.

Solamente algunos modelos de contactores pueden llevar estos bloques.

b) Contactores auxiliares: en este caso se conecta la bobina del contactor (o contactores) que se adiciona en paralelo con la bobina del contactor que tiene insuficiencia de contactos auxiliares, de tal manera que los contactos de aquél actuarán como si fueran contactos auxiliares de éste.

Además podemos decir como norma general deben usarse únicamente los contactos auxiliares que sean estrictamente necesarios.

Los símbolos de los contactos auxiliares se encuentran solamente en los esquemas de mando o control.

3.2.3.- Funcionamiento

Cuando la bobina es recorrida por la corriente eléctrica, genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atrae la armadura con un movimiento muy rápido. al producirse este movimiento, todos los contactos del contactor (tanto principales como auxiliares) cambian de posición solidariamente: los contactos cerrados se abren y los contactos abiertos se cierran.

Para los contactos a su posición inicial de reposo basta con desenergizar la bobina.

3.2.4.- Clasificación

3.2.4.1.- Por el tipo de corriente que alimenta la bobina

- a) Contactores para AC
- b) Contactores para DC

3.2.4.2.- Por la función y clase de contactos

- a) Contactos principales: si tienen contactos principales y auxiliares.
- b) Contactos auxiliares: si tienen únicamente contactos auxiliares.

3.2.4.3.- Por la carga que pueden maniobrar

Es lo que se conoce como categoría de empleo, que tiene en cuenta el valor de las corrientes que el contactor debe establecer o cortar durante las maniobras en carga.

Para ello se toma en cuenta el tipo de carga controlada (inductivo, resistivo...) y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes (motor lanzado, inversión, frenado por contracorriente...).

- a) AC1: Cargas no inductivas (calefacción, distribución) o débilmente inductivas, cuyo factor de potencia es mínimo 0.95
- b) AC2: Para arranques de motores de anillo, inversión de marcha, frenado por contracorriente, marcha a impulsos de motores de anillos, cuyo factor de potencia es de 0.3 a 0.7
- c) AC3: Para el control de motores jaula de ardilla (motores de rotor en corto circuito) que se apagan a plena marcha y que en el arranque consumen de 5 a 7 veces la I_n : ascensores, escaleras, cintas transportadoras, elevadores, compresores, etc.

- d) AC4: Arranque de motores de rotor en corto circuito, inversión de marcha, marcha a impulsos, frenado por contracorriente: máquinas de imprenta, máquinas de trefilar, máquinas herramientas con marcha por impulso permanente, etc.

Un mismo contactor, dependiendo de la categoría de empleo, puede usarse con diferentes intensidades. Por ejemplo un contactor que en categoría AC1 se puede usarse para controlar hasta 80 A, en la categoría AC3 solamente podrá usarse para controlar hasta 63 A.

3.2.4.4.- Ventajas

- a) Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, con la ayuda de los aparatos auxiliares de mando como interruptores de posición, detectores, presostatos, etc. , (llenado automático de tanques, puente grúas, sistemas secuenciales, etc.).
- b) Automatización en el arranque y paro de motores.
- c) Posibilidad de maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas mediante corrientes débiles. Por ejemplo se puede accionar una carga que absorbe 100 A maniobrando un contactor cuya bobina absorbe solamente miliamperios.
- d) Posibilidad de controlar completamente una máquina desde varios puntos de maniobra (estaciones).
- e) Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga y las corrientes (incluso tensiones) que se manipulan con los aparatos de mando (pulsadores, manipuladores) son muy débiles.
- f) Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

3.2.4.5.- Elección

Para elegir el contactor más conveniente y adecuado hay que tener presente:

- a) Tipo de corriente, tensión y frecuencia de alimentación de la bobina.

- b) Potencial nominal de la carga.
- c) Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras (marcha a impulsos, inversión directa o inmediata de un motor, etc.) que modifican la intensidad de arranque y de ruptura.
- d) Frecuencia de maniobras (robustez mecánica) y robustez eléctrica: no es lo mismo una maniobra diaria que millares de maniobras diarias.
- e) Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- f) Posición de funcionamiento del contactor: vertical u horizontal.
- g) Categoría de empleo o clase de carga.

Habrá que tener en cuenta especialmente, cuando se trabaje en circuitos de distribución:

- i. Si se usa como contactor de línea: debe ser de gran calibre y alto poder de corte; reducido de maniobras y gran duración del servicio; normalmente para cierre en vacío y apertura a carga normal.
- ii. Si se usa como contactor de acoplamiento o distribución: se usa para alimentar varios circuitos; duración y servicio como en el punto anterior; apertura y cierre por lo general en vacío.

Además de los Circuitos de calefacción: pocas maniobras y corte bajo carga. Y en los Circuitos de Alumbrado las siguientes consideraciones:

- i. Lámparas de filamento: pocas maniobras; factor de potencia próximo a 1; elevación de la I_n (15 a 29 I_n) en el cierre por estar los filamentos fríos y ser poco resistivos.
- ii. Lámparas de vapor de mercurio, sodio y halógenas sin compensación y bajo factor de potencia: pocas maniobras; factor de potencia medio (0.5); poca elevación de la corriente en el cierre (1 a 1.6 I_n), y corrientes altas en la apertura, que producen arcos bastante significativos.

- iii. Fluorescentes, lámparas de mercurio, sodio y halógenas con compensación y alto factor de potencia: pocas maniobras; factor de potencia 1 por la adición de condensadores; elevación de I_n (15 a 20 I_n), en el cierre.

También en el arranque de motores asíncronos jaula de ardilla y de anillos, se tiene lo siguiente:

- I. Corte en funcionamiento: se puede tener un número significativo de maniobras; la apertura del circuito es a plena carga; el contactor debe estar dimensionado para la intensidad absorbida en el cierre del circuito (5 a 7 I_n).
- II. Corte en el arranque: gran número de maniobras; intensidad de corte considerable, por lo que el desgaste de los contactos es mayor, debido a la frecuencia del arco que se produce; el contactor debe estar dimensionado para una intensidad mayor a la I_n .

3.2.4.6.- Causas de deterioro o daño

Cuando un contactor o no funciona, o funciona en forma deficiente, lo primero que debe hacerse es revisar el circuito de mando y de potencia (esquemas y montaje), verificando el estado de los conductores y de las conexiones (falsos contactos, tornillo flojos, etc.).

Además es conveniente tener presente los siguientes aspectos:

3.2.4.6.1.- En la bobina

- a) La tensión permanente de alimentación debe ser la especificada por el fabricante (con $\pm 10\%$ de tolerancia).
- b) Tener presente que el cierre del contactor se puede producir con un 85% de la E_n y la apertura puede realizarse cuando la tensión desciende por debajo del 65%.

- c) Si el núcleo y la armadura no cierran por completo, la bobina se recalentará hasta deteriorarse completamente.

3.2.4.6.2.- En el núcleo y la armadura

Cuando el núcleo y la armadura no se juntan y/o separan completamente, produciendo un campo electromagnético ruidoso, es necesario revisar:

- a) La tensión de alimentación de la bobina: si es inferior a la especificada generará un campo magnético débil, sin la fuerza suficiente para atraer la armadura completamente.
- b) Los muelles, ya que pueden estar vencidos o muy tensos.
- c) Presencia de cuerpos extraños en el entrehierro: si hay suciedad en las superficies rectificadas del núcleo y/o la armadura debe limpiarse con gasolina o algo similar, pero jamás se deben raspar y menos aún limar.

3.2.4.6.3.- En los contactos

Su deterioro prematuro se produce cuando circulan a través de ellos corrientes superiores a las especificadas por el fabricante, de tal manera que ante un daño de los contactos hay que revisar:

- a) Si la elección del contactor corresponde a la potencia nominal del motor.
- b) Cuando el contactor es el adecuado y sobre todo si la intensidad de bloqueo del motor es inferior al poder de cierre, el daño puede tener su origen en el circuito magnético, de tal manera que los contactos, al no cerrarse completamente y carecer de la presión necesaria, acaban por soldarse.
- c) Cortes de tensión en la red: al reponerse la tensión, la intensidad puede ser muy alta, especialmente si todos los motores arrancan simultáneamente, lo cual, a su vez, provocará una caída de tensión.

Para obviar esta situación y disminuir la caída de tensión, debe colocarse un dispositivo para espaciar los arranques según orden de prioridad.

Microcortes en la red: cuando un contactor se cierra nuevamente después de un microcorte (algunos milisegundos), la fuerza contraelectromotriz produce un aumento de la corriente pico que puede alcanzar a ser el doble de los normal, provocando la soldadura de algunos contactos y un arco eléctrico en otros. Este problema puede eliminarse usando un contacto temporizado que retarde dos o tres segundos en nuevo cierre.

3.3.- Interruptores termomagnéticos

El interruptor termomagnético puede abrir o cerrar un circuito en forma manual o por medio no automático, asimismo provee protección en forma automática contra corrientes de sobrecarga y de corto circuito a instalaciones y equipos.

La naturaleza del interruptor termomagnético hace posible que el número de aplicaciones sea muy grande. Para poder disponer de un interruptor para cada aplicación se construyen de diferentes clases, tales como; rangos de corriente nominal, capacidad interruptiva, número de polos, tipo de montaje, ajuste de disparo magnético, dimensiones físicas, figura 3.4.

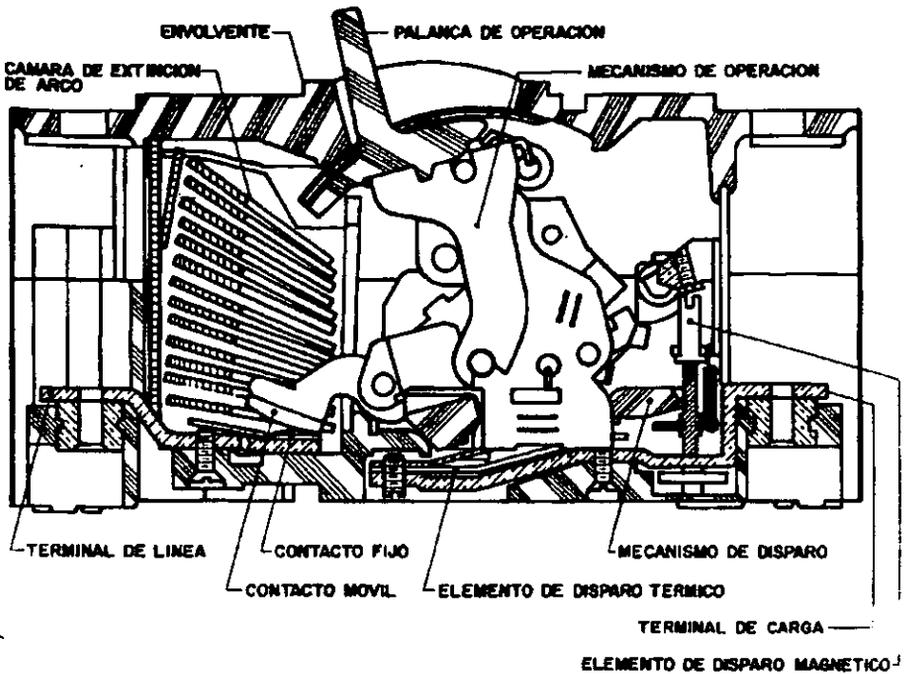


Figura 3.4. Partes que componen un interruptor termomagnético.

3.3.1.- Construcción

3.3.1.1.- Envoltente

La función de la envoltente o caja moldeada es la de proveer una caja aislante y sellada que aloje totalmente los componentes del interruptor, se compone de dos partes: base y cubierta.

3.3.1.2.- Elemento de disparo térmico

Consiste básicamente de un bimetálico construido de dos materiales de diferentes dilataciones, unidos por medio de un tercero. El calor generado por una

sobrecarga, causa una deformación del bimetalo el cual actúa sobre el mecanismo de disparo del interruptor abriendo el circuito.

3.3.1.3.- Elemento de disparo magnético

Formado básicamente del circuito magnético (yugo, placa móvil y resorte) conectado en serie con las terminales y elementos de disparo térmico. Al circular una corriente de corto circuito se forma un campo magnético tan intenso cuya fuerza atrae la placa móvil hacia el yugo, liberando el mecanismo de disparo del interruptor abriendo el circuito.

3.3.1.4.- Terminales de línea y carga

Partes conductoras que sirven para la conexión del equipo tanto a la línea de suministro como a la carga eléctrica del equipo tanto a la línea de suministro como a la carga eléctrica conectada, es posible su conexión en cualquier extremo (conexión inversa).

3.3.1.5.- Cámara de extinción de arco

Conjunto de partes tanto aislantes como conductores arregladas convenientemente para extinguir el arco eléctrico generado en el punto de apertura del circuito durante las operaciones de cierre-apertura.

3.3.1.6.- Contactos

Elementos conductores que forman el punto de cierre y apertura (interno) del equipo.

3.3.1.7.- Mecanismo de disparo

Conjunto de elementos que interrelacionan mecánicamente la operación de los elementos de disparo con los mecanismos de operación.

3.3.1.8.- Mecanismo de operación

Conjunto de elementos que sirven para efectuar la operación mecánica del interruptor, bien sea de apertura, de cierre o restablecimiento.

3.3.1.9.- Palanca de operación

Elemento de operación externa por medio de la cual es posible llevar a cabo manualmente las operaciones de cierre, apertura o restablecimiento del interruptor.

3.3.1.10.- Marco

Es un ensamble compuesto de todas las partes del interruptor, excepto la unidad de disparo. Generalmente se designa en amperes, el cual corresponde a la mayor de las calibraciones posibles del grupo.

3.3.2.- Operación

Las funciones principales del interruptor termomagnético son las de cierre y apertura de un circuito en forma no automática y la de protección contra sobrecorrientes (sobrecarga y corto circuito) de manera automática.

3.3.2.1.- Operación normal

La corriente llega de la instalación eléctrica a las terminales de línea, sigue por los contactos fijos que se encuentran alojados dentro de las cámaras de extinción de arco, de ahí pasa por los contactos móviles que se encuentran firmemente presionados contra contactos fijos, posteriormente la corriente circula por los elementos de disparo térmico y magnéticos los cuales se encuentran conectados en serie, para finalmente concluir su trayectoria dentro del interruptor en las terminales de carga y de esta manera continuar hacia el circuito alimentado por el interruptor.

Puede operarse manualmente o por otro medio no automático para interrumpir el circuito.

3.3.2.2.- Operación en sobrecorriente

Al presentarse una sobrecorriente el interruptor se dispara abriendo y desenergizando el circuito, la palanca asume la posición central. Para restablecerse, debe eliminarse la causa de la falla para así mover la palanca en dirección "OFF" (fuera) y después hacia "ON" (dentro).

Ante una "corriente de sobrecarga" se genera calor que ocasiona una deformación del "disparo térmico", entonces, éste actúa sobre el mecanismo de disparo abriendo el circuito.

En situaciones de "corriente de corto circuito" se produce una fuerza magnética que atrae a la placa móvil del "elemento de disparo magnético", entonces, éste actúa sobre el mecanismo de disparo abriendo el circuito.

Enseguida se ilustran los elementos de disparo magnético y térmico indicando sus efectos.

3.3.2.3.- Elemento de disparo magnético

Al circular una corriente de corto circuito por la terminal de carga se produce un efecto magnético grande cuya fuerza magnética "FM" atrae a la placa móvil hacia el yugo venciendo la fuerza del resorte "FR", abriendo el circuito, figura 3.5.

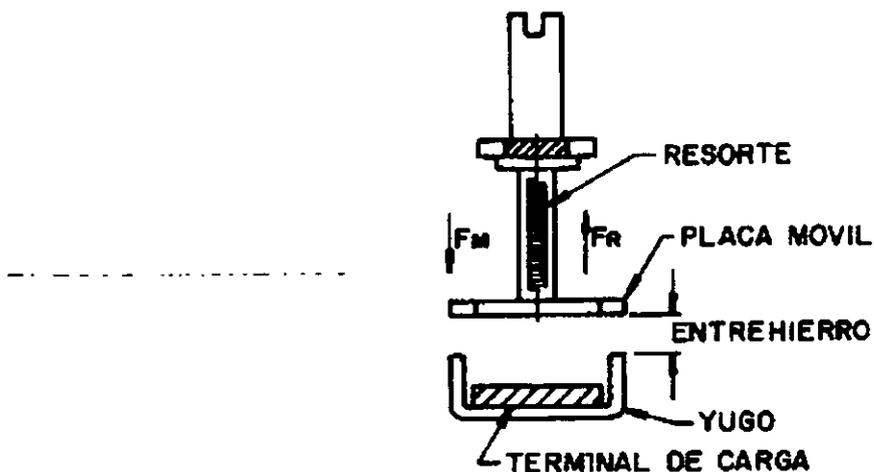


Figura 3.5 Efecto magnético.

3.3.2.4.- Elemento de disparo térmico

Al circular una corriente de sobrecarga "I" por el bimetetal, se produce un efecto térmico deformándolo y ejerciendo una fuerza "F" sobre el mecanismo de disparo del interruptor abriendo el circuito. La respuesta del bimetetal es de tiempo inverso, figura 3.6.

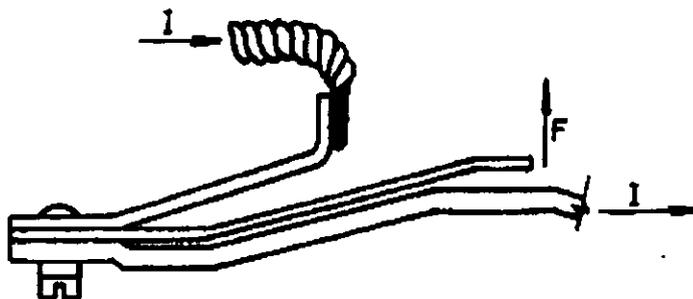


Figura 3.6 Efecto térmico.

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

3.4.- Estación de botones

De los elementos de entrada de los circuitos de control, las estaciones de botones juegan un factor muy importante, pues son dispositivos que proporcionan el control de un motor con solo oprimirse un botón. Se accionan mecánicamente para que a su vez, cierren o abran (o realicen ambas cosas) circuitos auxiliares que eventualmente accionen contactores u otros elementos de los circuitos principales de potencia.

Existen dos tipos de botones pulsadores: de contacto momentáneo y de contacto sostenido, fabricados para dos clases de servicio; normal, para la aplicación usual y el de servicio pesado, para su uso continuo.

Con frecuencia los botones se combinan con otros elementos envolventes, formando las estaciones de botones, con las que se pueden mandar operaciones verdaderamente complejas, algunos ejemplos podemos observarlos en la figura 3.7.

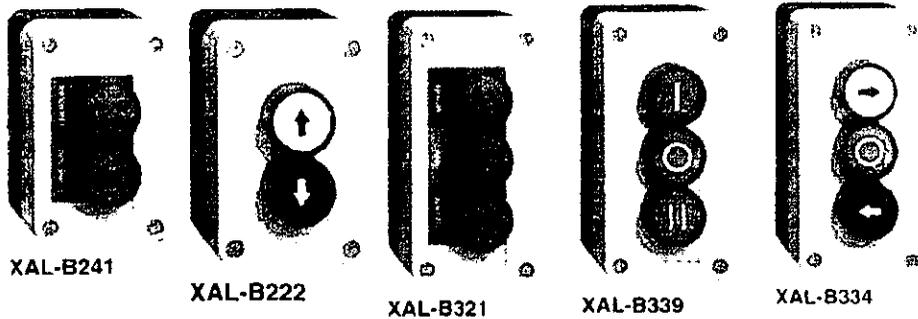


Figura 3.7 Diversos tipos de estación de botones.

3.4.1.- Aspectos prácticos para la conexión de pulsadores

Ante todo tengamos presente que cuando se habla de un pulsador se hace referencia a un "botón" que se debe accionar, y no al número de contactos que pueda tener.

Cuando un pulsador tiene dos o más contactos que actúan solidariamente, bajo un solo impulso, se los representa unidos por sus puntos medios con una línea interrumpida o a trazos.

Si para un determinado montaje hay que usar un pulsador con dos o más contactos, al diseñar el esquema de mando, los símbolos de los diversos contactos se ubican en los circuitos donde realizan una determinada función, pero no olvidando que siempre deben unirse sus puntos medios con una línea interrumpida recta o quebrada, buscando siempre que tenga una trayectoria continua y sin derivaciones.

En estos casos la línea interrumpida o a trazos representa unión mecánica (no eléctrica), es decir que actuarán solidariamente (como una sola unidad), aún cuando los elementos estén separados en el esquema.

Estas líneas, por representar unión mecánica, pueden cruzarse entre sí o con líneas que representan conductores.

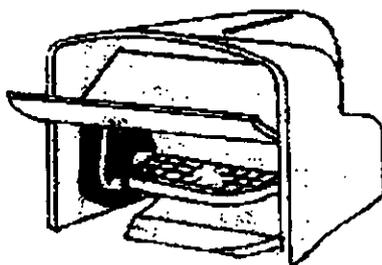
3.5.- Interruptores de pedal

Está formado por un micro interruptor y un pedal, montados en una estructura de ensamble dentro de un gabinete. El interruptor es operado al pisar el pedal y este acciona la maquinaria, generalmente es de contacto momentáneo.

Su aplicación es recomendable en procesos industriales donde por seguridad o necesidad del proceso el operador requiere tener las dos manos libres y accionar la máquina con su pie, como prensas troqueladoras, transportadores, punzonadoras, punteadoras y muchas máquinas mas, figuras 3.8 y 3.9.

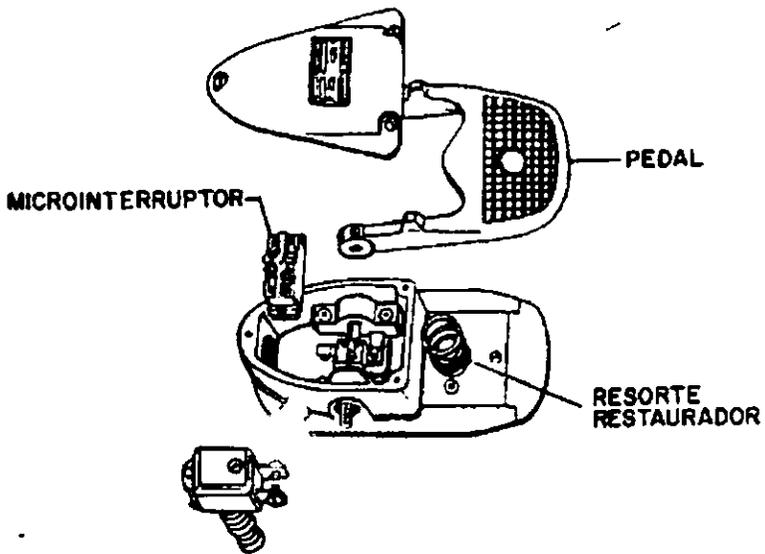


CON GUARDA

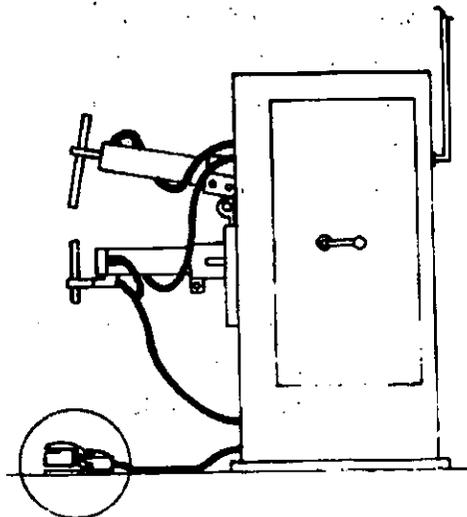


CON GUARDA DE PEDAL Y
PROTECTORES LATERALES
INTEGRADOS

Figura 3.8.- Interruptores de pedal típicos.



Partes que lo componen.



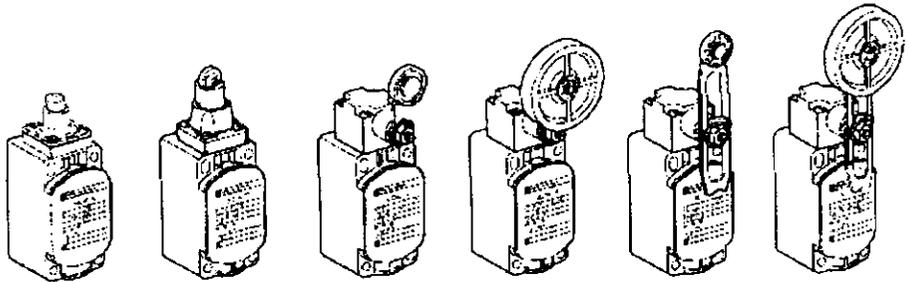
Aplicación en Punteadoras.

Figura 3.9 Partes y aplicaciones de los interruptores de pedal.

3.6.- Interruptores de limite

Muchas otras aplicaciones requieren dispositivos que se accionan por el movimiento de las máquinas, estos dispositivos son los interruptores de límite o de fin de carrera. Existe una gran cantidad de diseños de interruptores de límite, sin embargo, la mayor parte de éstos está construido de tal manera, que un abrazo o palanca de operación sea empujado por algún equipo móvil, ejemplos de ellos los tenemos en la figura 3.10. El movimiento de este brazo abre o cierra unos contactos dependiendo de su estado. Convierte movimiento mecánico en una señal eléctrica, de tal manera que al accionar partes móviles de maquinaria o equipo sobre el operador del interruptor de límite, se accionan los contactos del microinterruptor interno, produciendo una señal de control que limita o controla el movimiento de la máquina.

Pueden ser de contacto momentáneo o contacto sostenido. Los de contacto sostenido se emplean en control de dos hilos.



Pulsador metálico

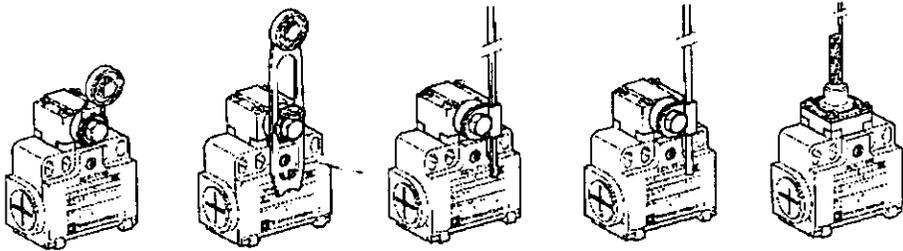
Pulsador y roldana de acero

Palanca y roldana termoplástica (1)

Palanca y rold. de caucho Ø 50 mm (1)

Palanca de longitud variable con roldana termoplástica (1) Ø 50 mm (1)

(1) Regulable sobre 360° de 5 en 5° o cada 90° girando la arandela con muesca.
 (2) Regulable sobre 360° de 5 en 5° o cada 45° girando la palanca.



Palanca y roldana termoplástica (1)

Palanca y roldana termoplástica de longitud variable (1)

Vanilla cuadrada 3 mm de acero (1)

Vanilla redonda Ø 3 mm de fibra de vidrio (1)

Vanilla flexible y resorta

(1) = regulable sobre 360° de 5 en 5° o cada 90° girando la arandela con muesca.

Figura 3.10 Diferentes tipos de Interruptores de Limite.

CAPÍTULO 4

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1.- Aplicación práctica.

En este capítulo se realiza la aplicación práctica, partiremos de la necesidad de llevar un grano o semilla desde un punto de recepción, hasta un punto final de almacenamiento.

4.2.- Diagrama de flujo.

En la Figura 4.1 se muestra en un diagrama de flujo la secuencia de arranque de los motores.

Se inicia con la recepción del grano y la transportación de este por un acarreador de gusano, el cual tiene acoplado un motor de 10 HP.

El siguiente paso es llevar el grano por medio de un elevador hacia una banda transportadora, que a través de un alimentador se almacenará en primera instancia en una tolva 1.

Se observa en el mismo diagrama de flujo la segunda etapa del transporte y almacenamiento del grano. A partir de la tolva 1 es necesario separar los tamaños del grano a través de una criba, para seguir con la extracción de posibles metales por medio de una banda magnética, y finalmente es llevado por medio de un elevador y a través de un acarreador a la etapa final de almacenamiento, la tolva 2.

Hasta aquí nos interesa saber del proceso del grano. Aplicaremos los pasos explicados en los capítulos precedentes en lo concerniente a **La metodología para la implementación del Control Eléctrico.**

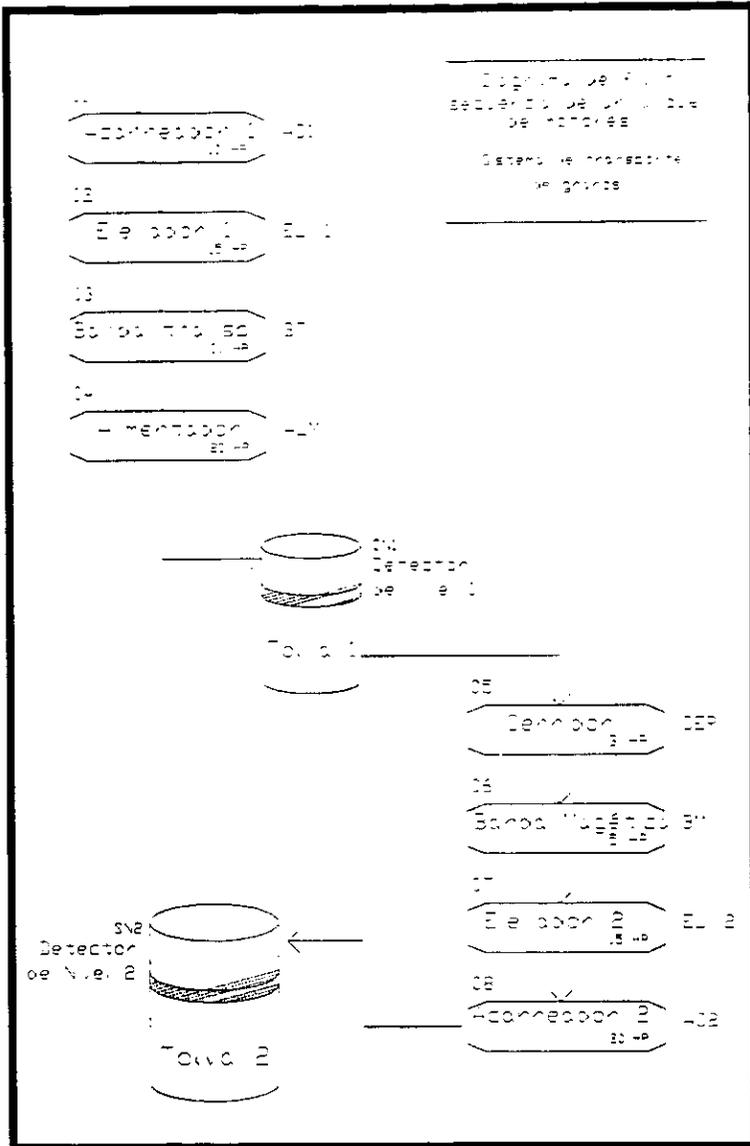


Figura 4.1.- Diagrama de flujo.

4.3.- Primera etapa de control.

En la figura 4.2 se encuentra diseñado el diagrama de alambrado del primer equipo que interviene en la secuencia, observemos que es el acarreador 2, es el último equipo de la secuencia lógica y es el que vacía el grano en la tolva 2. Se comienza en este equipo porque es el que da paso a que los demás funcionen, es decir, si el acarreador 2 no funciona ninguno de los equipos que están en esta segunda etapa del transporte de granos arrancará.

Regresemos a la figura 4.1 y recordemos que tenemos dos etapas lógicas de la secuencia del transporte del grano, una primera etapa lógica concluye en la tolva 1, la etapa lógica dos concluye en la tolva 2.

Es en la segunda etapa lógica que comenzamos a diseñar el control eléctrico, hemos colocado un detector de nivel en las tolvas con el fin de que llegadas a su límite de llenado no permitan se siga transportando grano, y se lleguen a atascar los equipos de transportación, con el consiguiente daño a los motores, pues estarían forzándose si no existiera una señal de paro y esto se logra con la señal de paro automático mandada por el detector de nivel.

En este diagrama de alambrado se indican los puntos de conexión. Para el control de los equipos tenemos tres puntos diferentes desde los cuales podemos accionarlos, desde el Centro de Control de Motores, desde un Tablero de Control localizado en un lugar estratégico del sistema de transportación de grano, y finalmente una Estación de Control Local que está localizada muy cercana al motor que impulsa al equipo de transportación, esto último con el fin de que en caso de mantenimiento del equipo se tenga la precaución de bloquear el arranque accidental de este.

Es preciso recordar que cuando se realice el mantenimiento de cualquier equipo es necesario mantener señalizado que está fuera de servicio, y esto se logra bloqueando el equipo desde el CCM y desde la estación de control local (bloqueando con el botón de paro) señalizando que no se debe de operar.

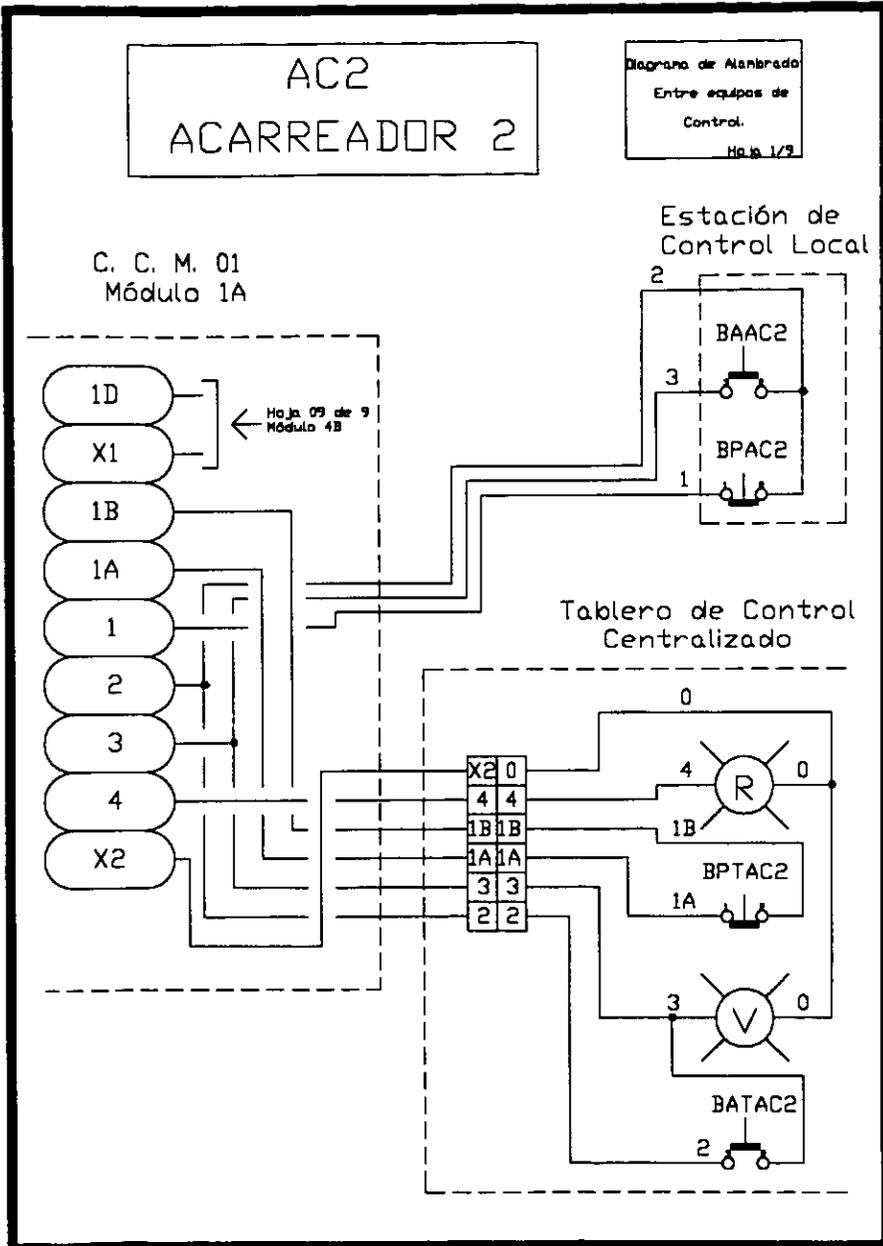


Figura 4.2.- Diagrama de alambrado del acarreador 2.

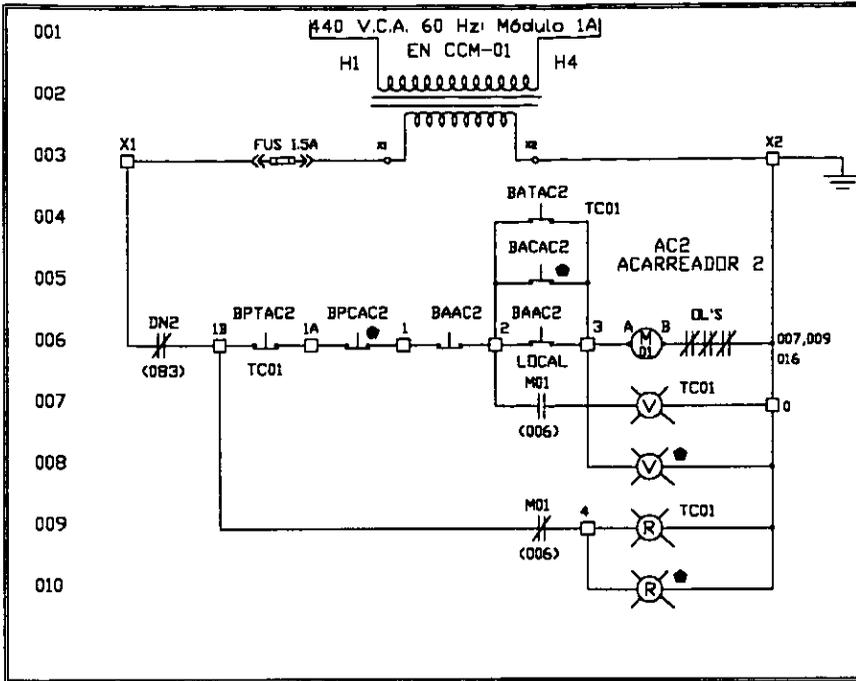


Figura 4.3.- Esquema de control del acarreador 2.

4.3.1.- Esquema de control del Acarreador 2.

En la Figura 4.3 se muestra el esquema de control para el Acarreador 2, en el se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

Se tiene además indicados los elementos de protección, elementos térmicos y un fusible.

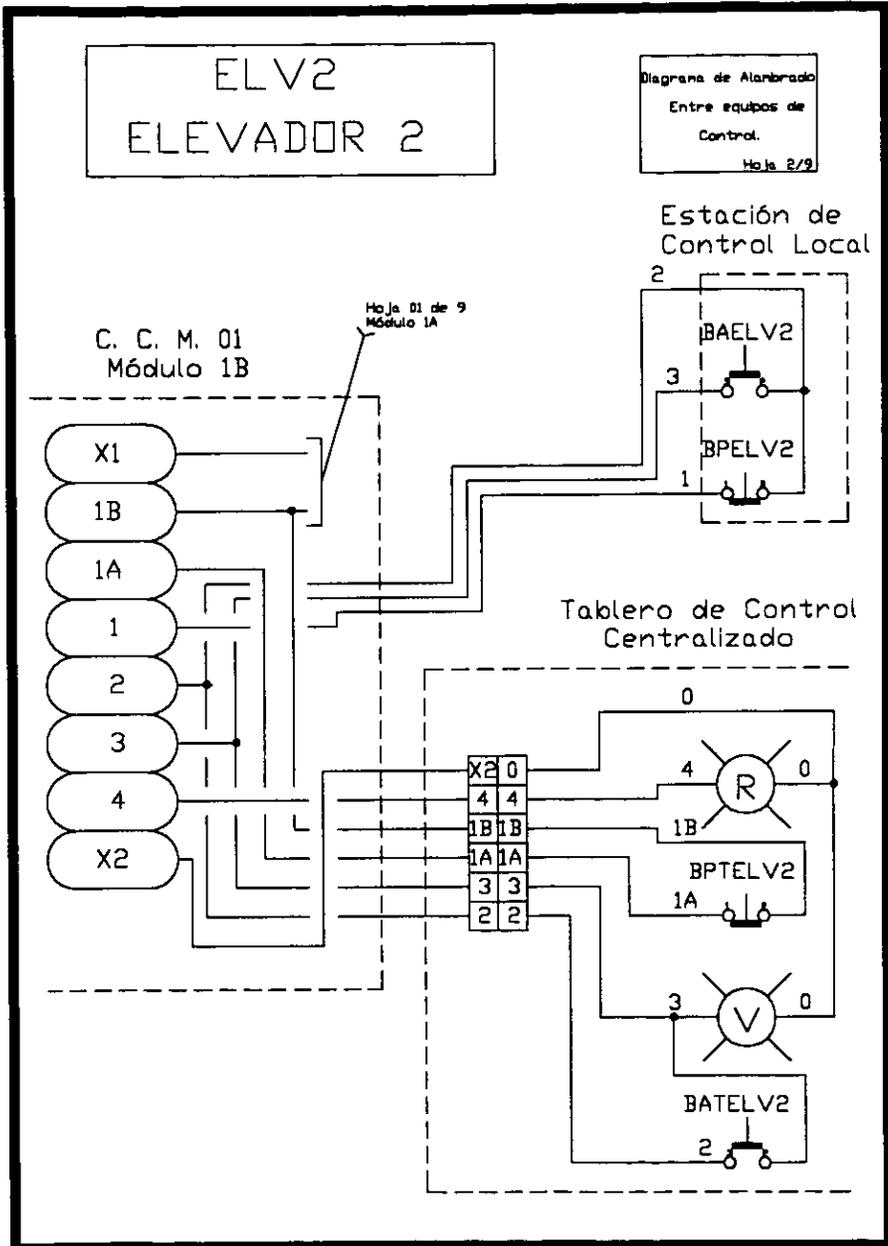


Figura 4.4.- Diagrama de alambado del elevador 2.

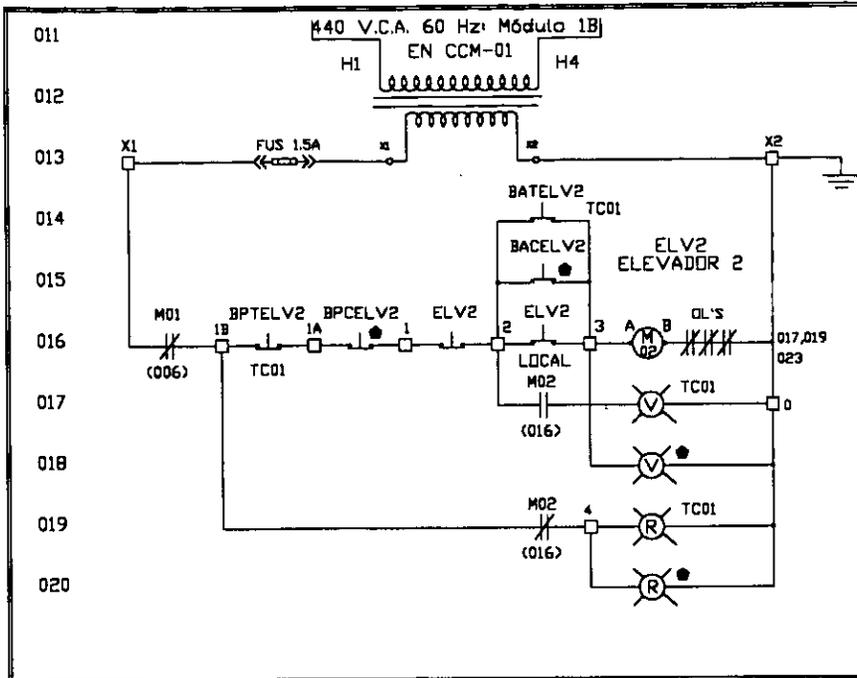


Figura 4.5.- Esquema de control del elevador 2.

4.3.2.- Esquema de control del Elevador 2.

En la figura 4.4 se indica el diagrama de alambrado del Elevador 2 y en la figura 4.5 está indicado el Esquema de control del mismo.

En el diagrama se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

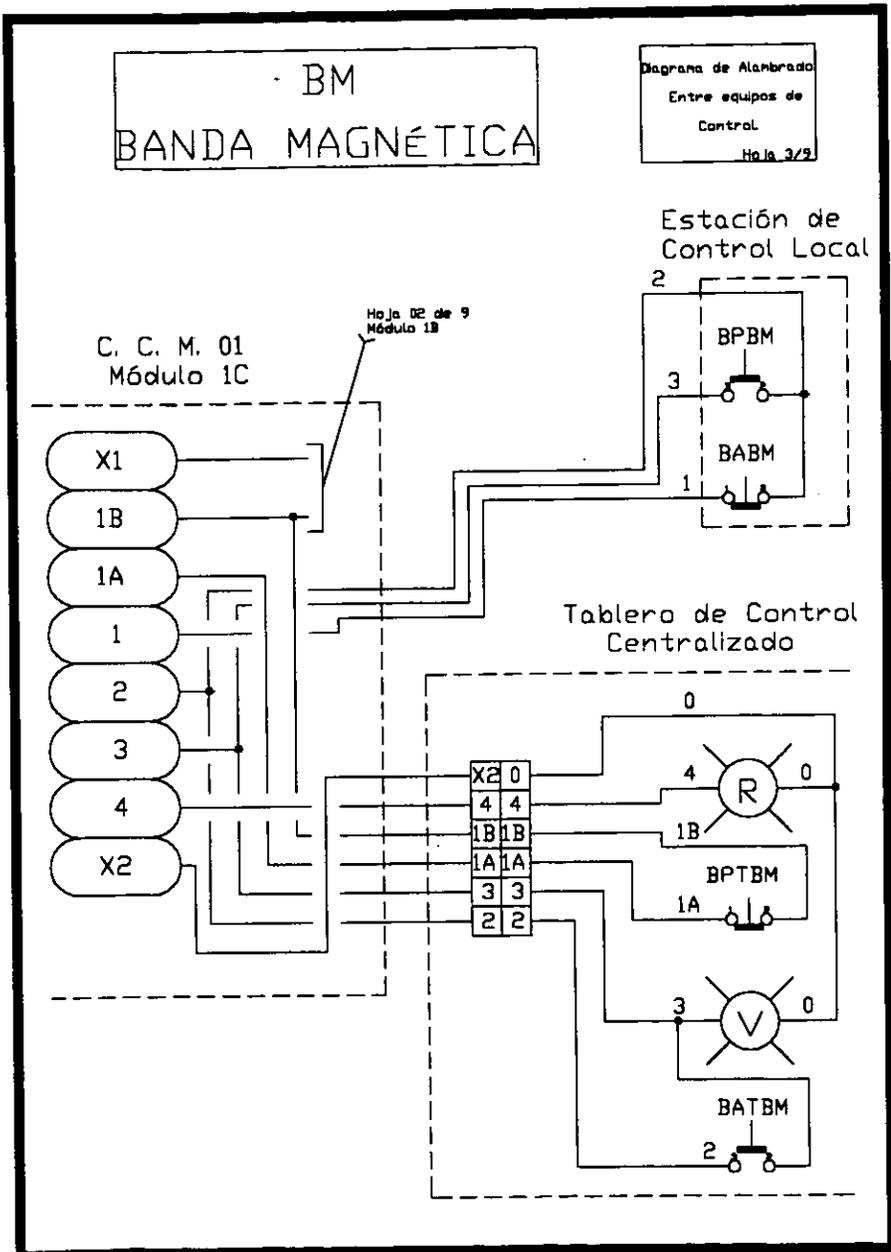


Figura 4.6.- Diagrama de alabrado de la Banda Magnética.

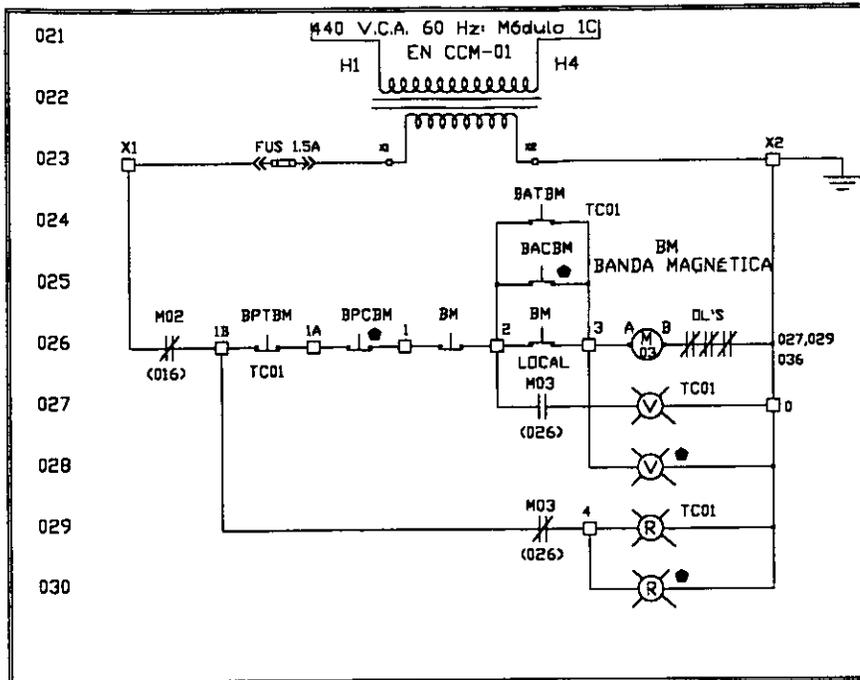


Figura 4.7.- Esquema de control de la Banda Magnética.

4.3.3.- Esquema de control de la Banda Magnética.

En la figura 4.6 se indica el diagrama de alambrado de la Banda Magnética y en la figura 4.7 está indicado el Esquema de control del mismo.

En el diagrama se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

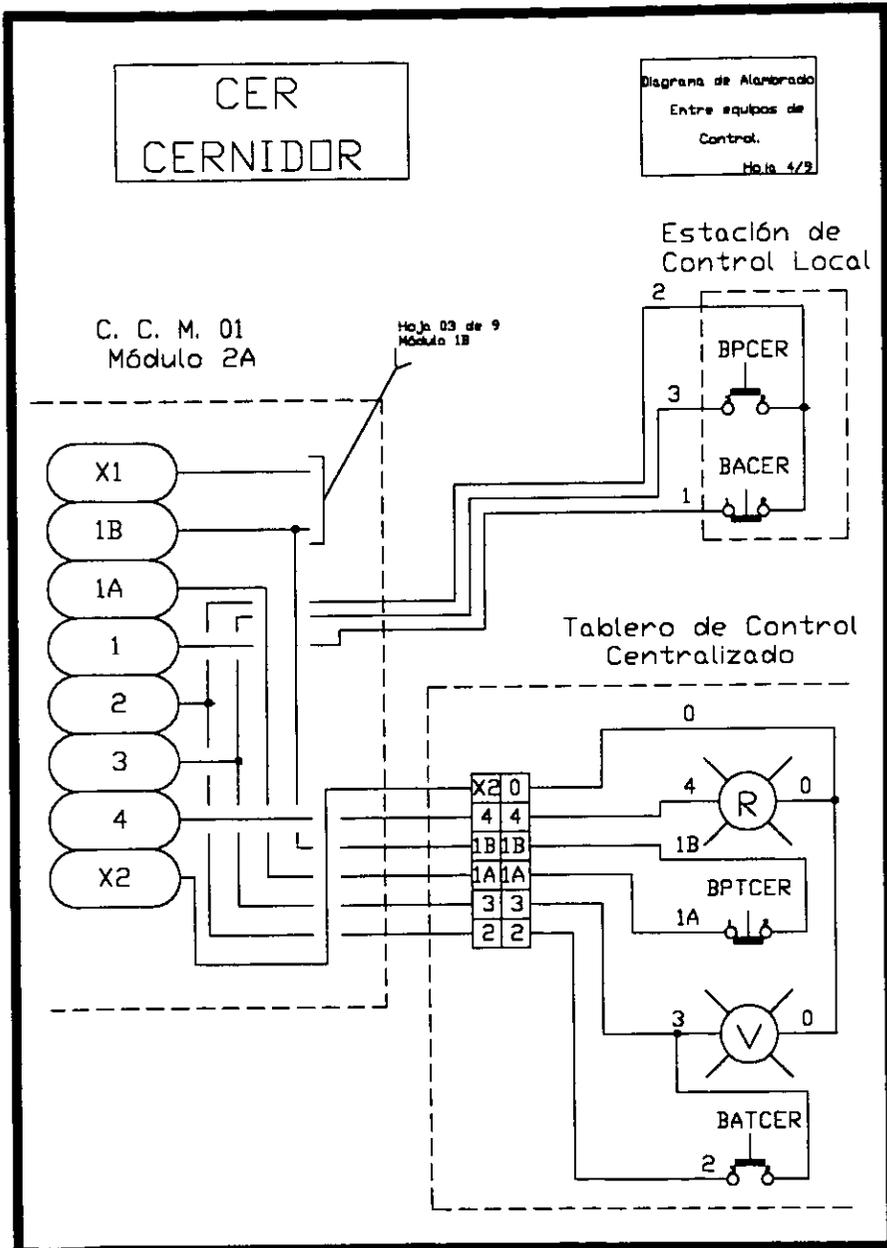


Figura 4.8 Diagrama de alambrado del Cernidor.

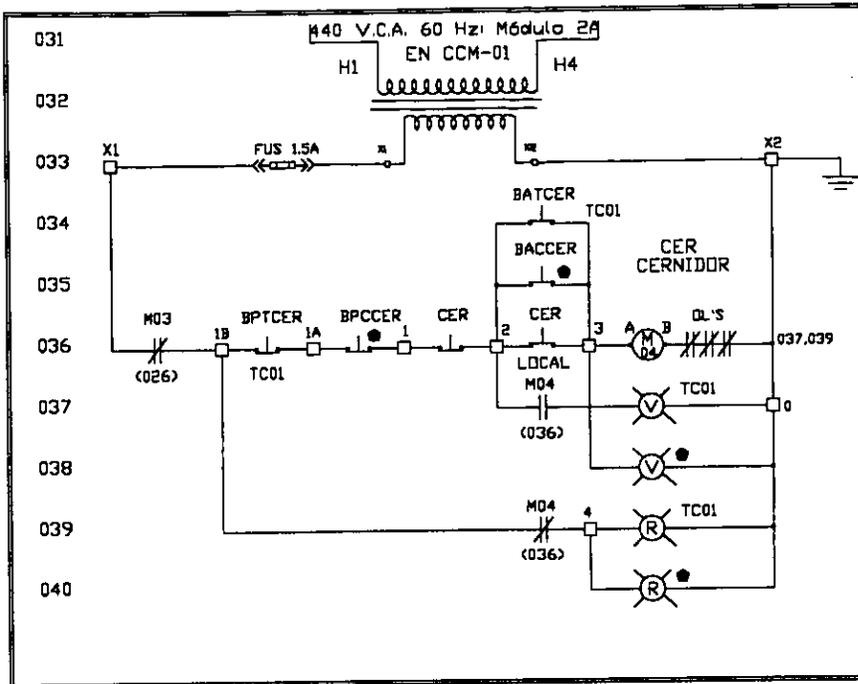


Figura 4.9.- Esquema de control del cernidor.

4.3.4.- Esquema de control del Cernidor.

En la figura 4.8 se indica el diagrama de alambrado del Cernidor y en la figura 4.9 está indicado el Esquema de control del mismo.

En el diagrama se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

Hasta aquí se tiene la primer etapa del control de equipos de transportación de grano, se observa que en cada uno de los esquemas se indican también los elementos de protección, fusible y elementos térmicos.

Es importante hacer notar que se tienen en el equipo del acarreador 2 se tiene conectado un contacto NC que está en función con el detector de nivel. Como la habíamos mencionado con anterioridad, este dispositivo es muy importante en la secuencia, puesto que cuando el detector actúa, en decir cierra, energiza una bobina de operación propia que a su vez manda actuar el contacto NC, esto es que pasa del estado de NC a NA mientras se mantenga energizada la bobina, mandando a su vez energizar la lámpara indicadora roja de alerta. La lámpara está situada en el Tablero de control centralizado, con la finalidad de que los operadores del equipo tenga una forma de conocer el estado de **lleno** de la tolva 2, y así proceder a su vaciado.

Con esta indicación los operadores no podrán poder arrancar los equipos mientras el nivel de llenado no permita su funcionamiento.

4.4.- Segunda etapa de Control.

En esta segunda etapa de control eléctrico están involucrados los siguientes equipos, alimentador, banda transportadora, elevador 1 y acarreador 1, que son la primer etapa de secuencia lógica del diagrama de flujo, indicado en la figura 4.1.

Comenzaremos con el alimentador, indicando en primera instancia el diagrama de alambrado, posteriormente el esquema de control.

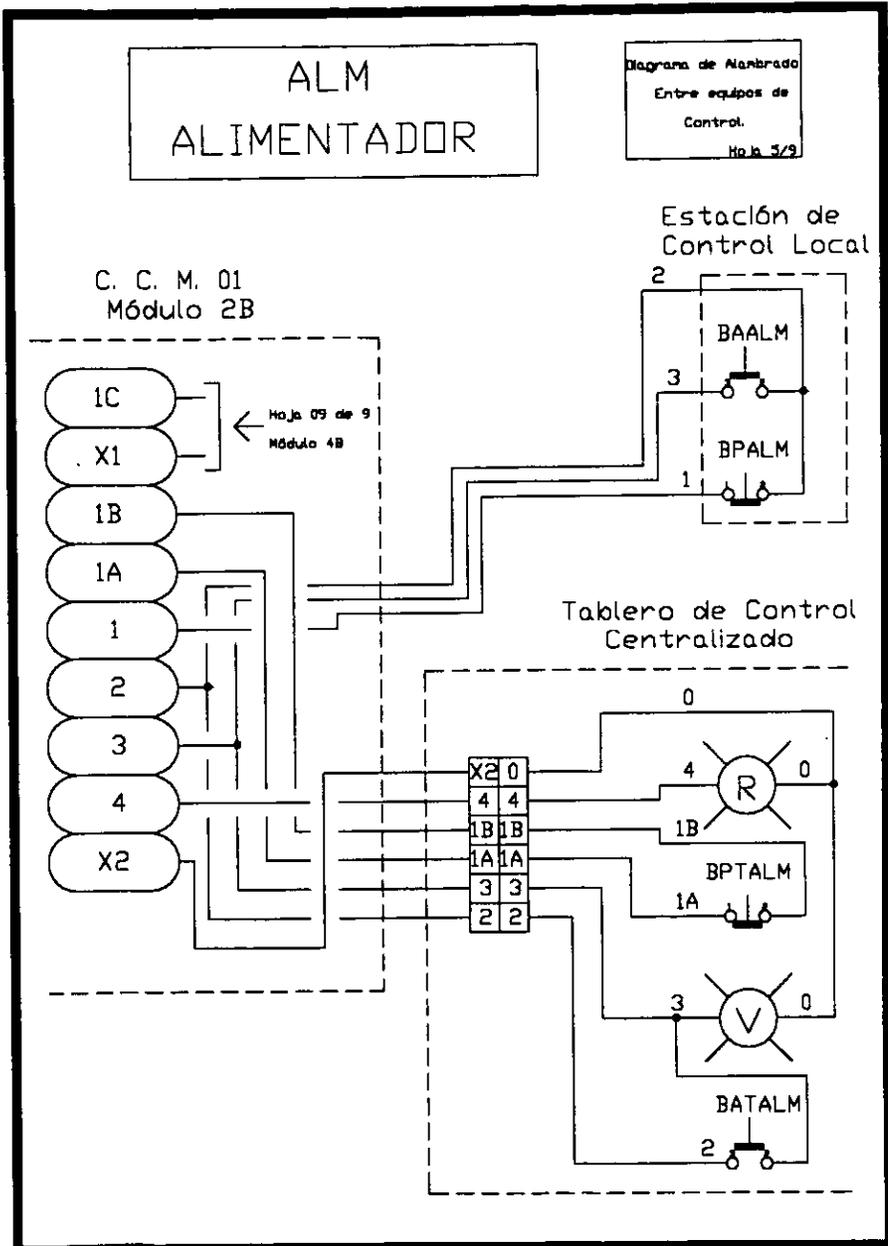


Figura 4.10.- Diagrama de alambrado del Alimentador 1.

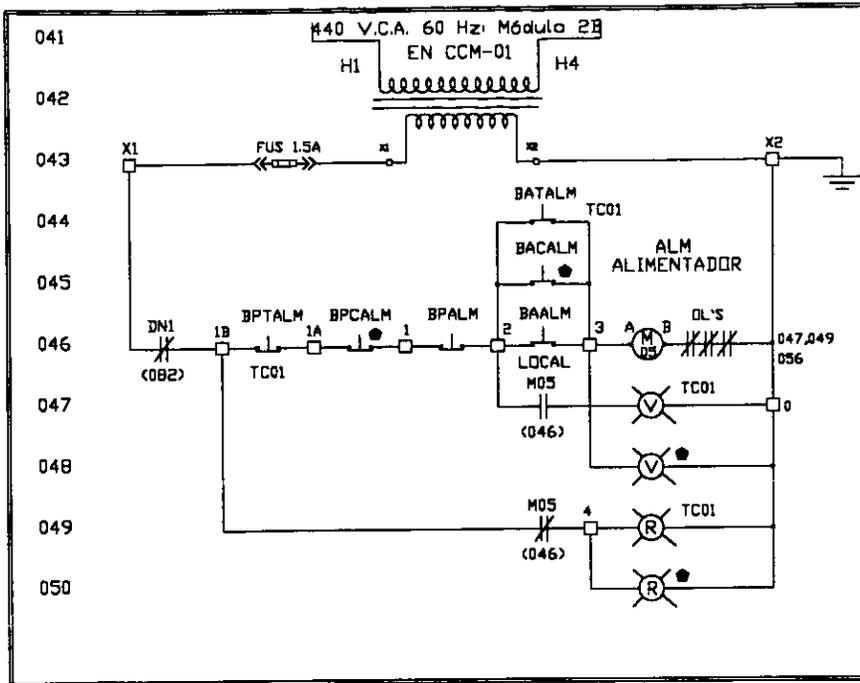


Figura 4.11.- Esquema de control del Alimentador 1.

4.4.1.- Esquema de control del Alimentador 1.

En la figura 4.10 se indica el diagrama de alambrado del Alimentador 1 y en la figura 4.11 está indicado el Esquema de control del mismo.

En el diagrama se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

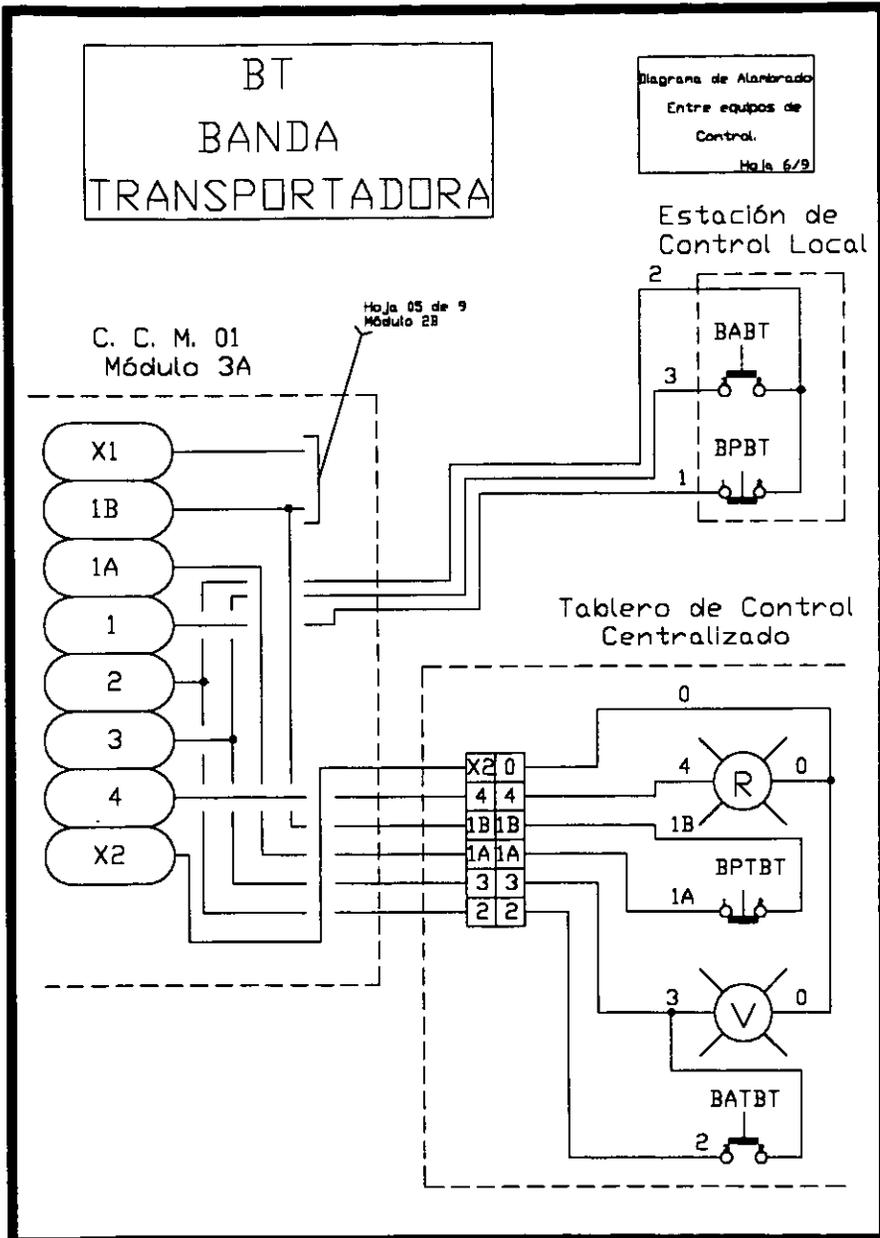


Figura 4.12.- Diagrama de alambrado de la Banda Transportadora.

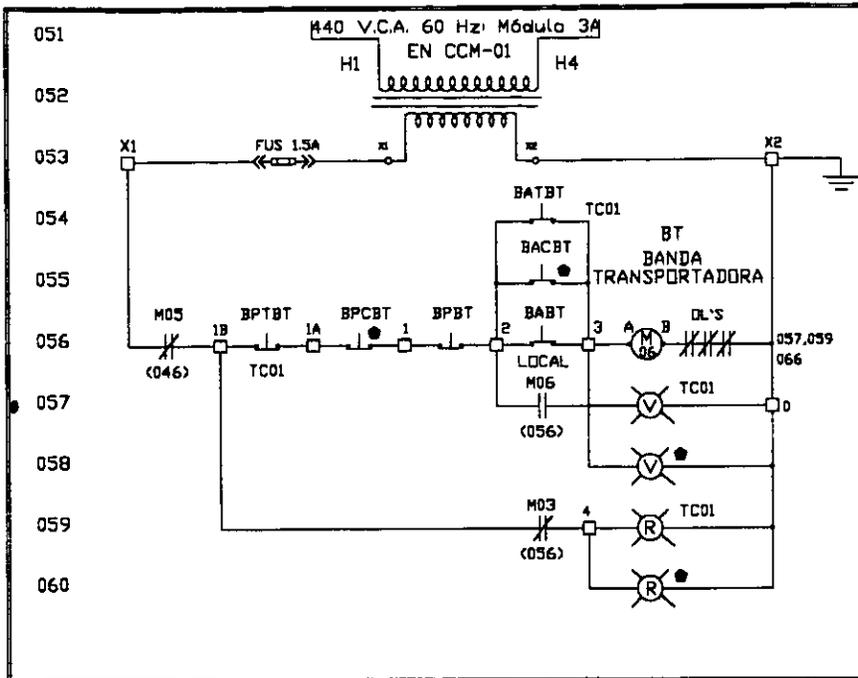


Figura 4.13.- Esquema de control de la Banda Transportadora.

4.4.2.- Esquema de control de la Banda Transportadora.

En la figura 4.12 se indica el diagrama de alambrado de la Banda transportadora y en la figura 4.13 está indicado el Esquema de control del mismo.

En el diagrama se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

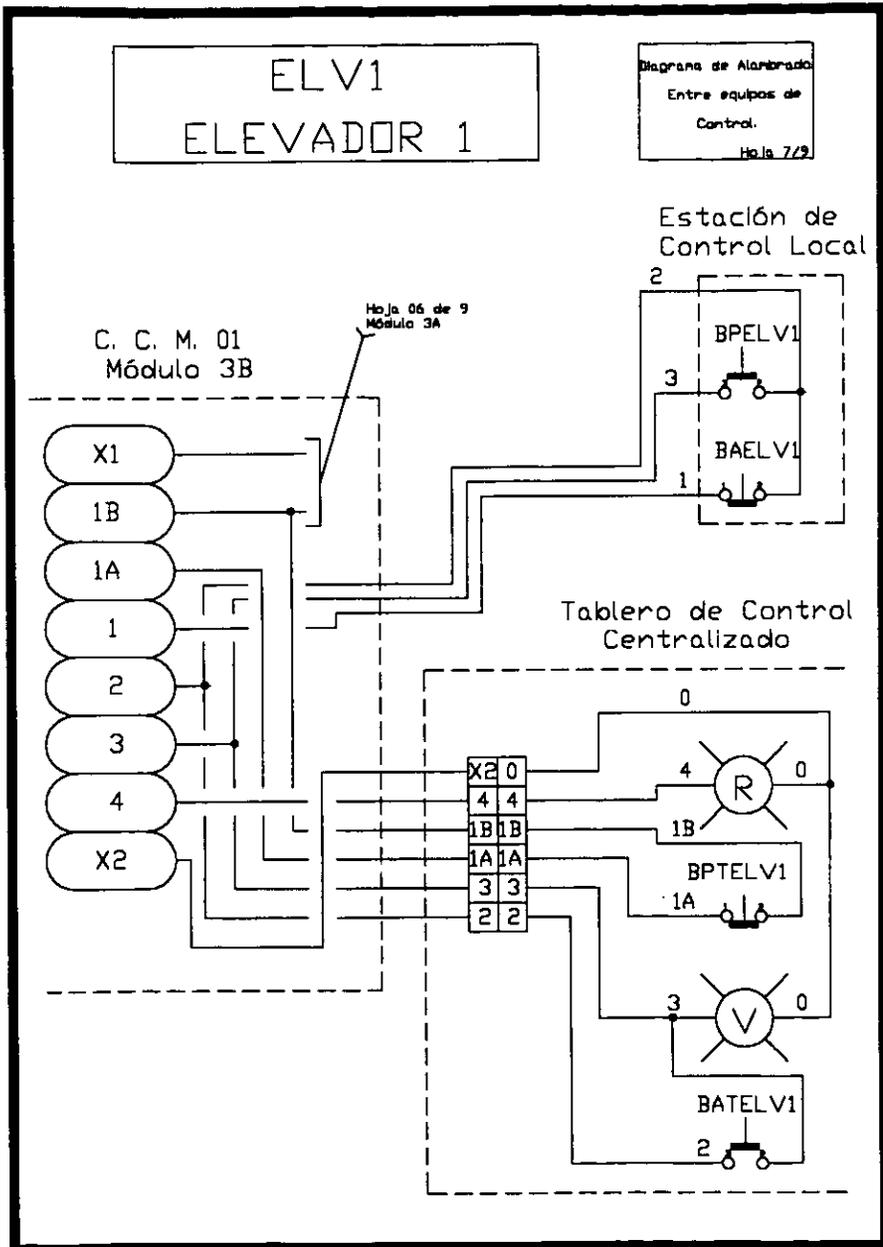


Figura 4.14.- Diagrama de alabrado del Elevador 1.

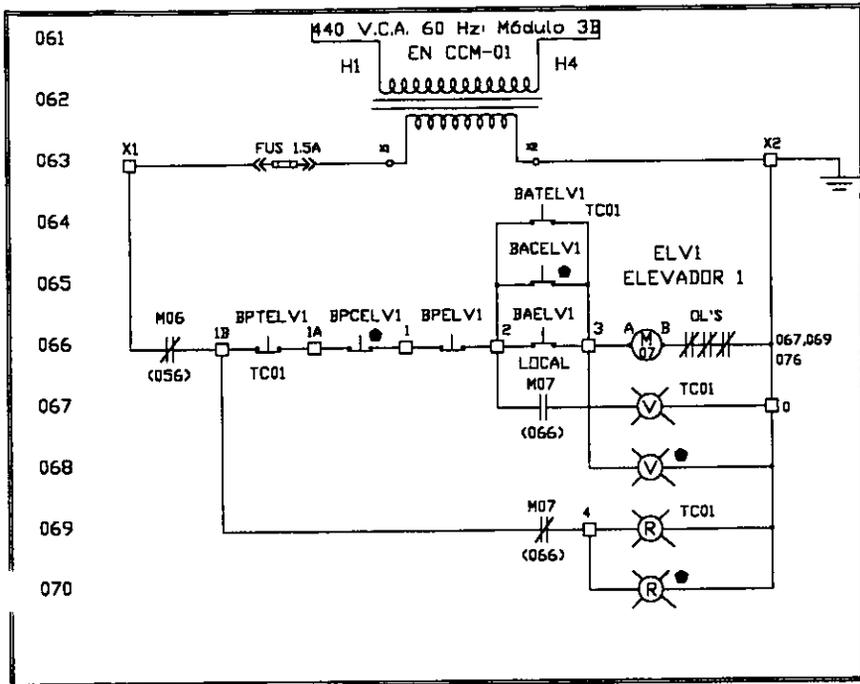


Figura 4.15.- Esquema de control del Elevador 1.

4.4.3.- Esquema de control del Elevador 1.

En la figura 4.14 se indica el diagrama de alambrado del Elevador 1 y en la figura 4.15 está indicado el Esquema de control del mismo.

En el diagrama se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

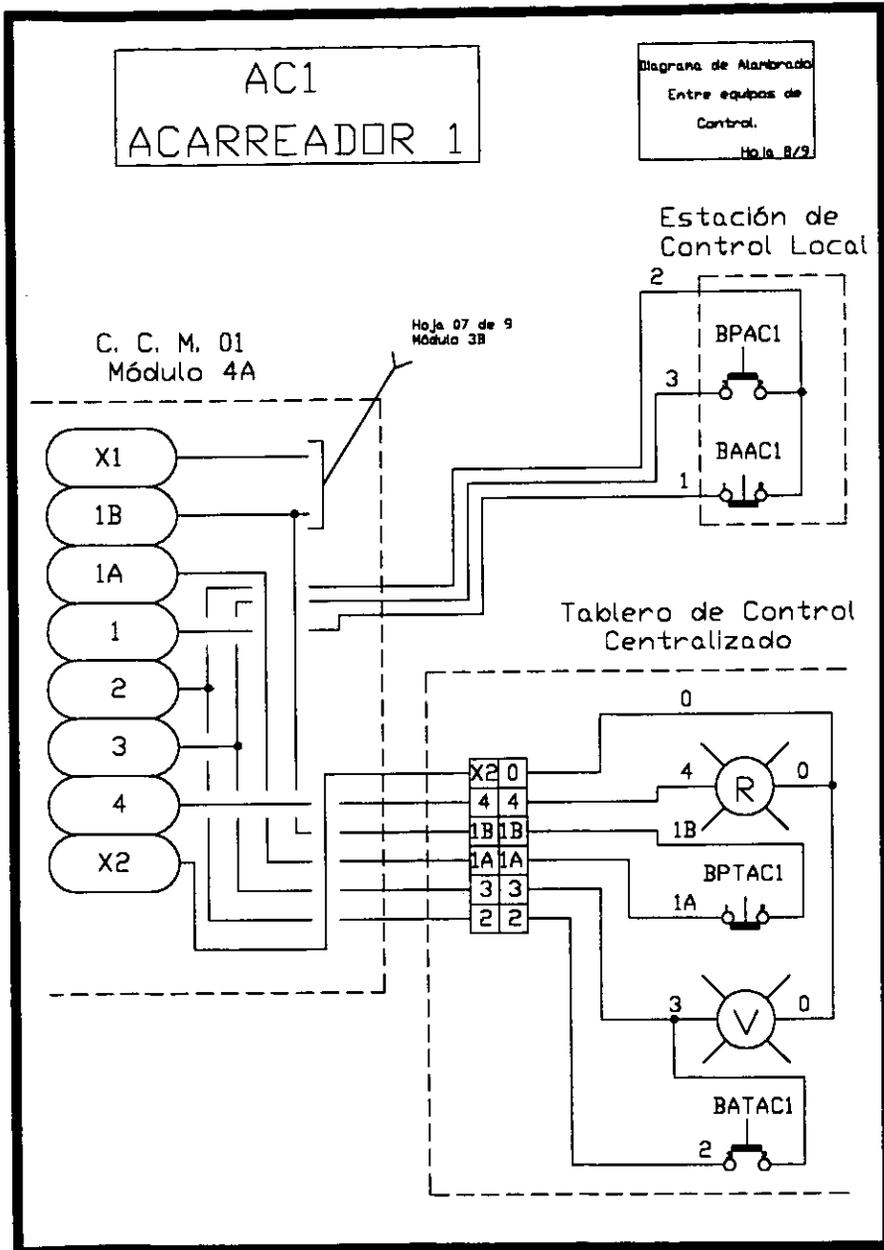


Figura 4.16 Diagrama de alambrado del Acarreador 1.

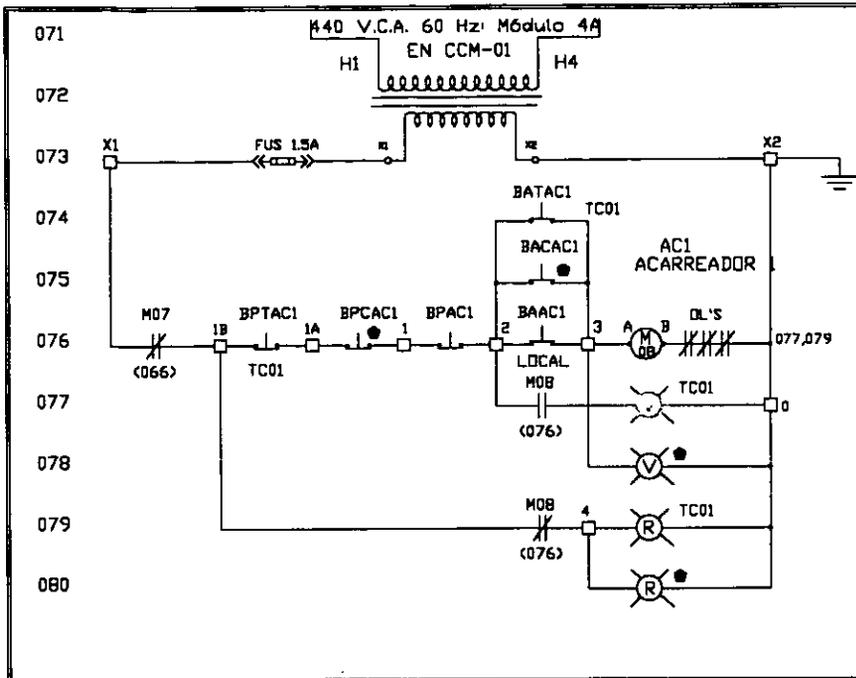


Figura 4.17.- Esquema de control del acarreador 1.

4.4.4.- Esquema de control del Acarreador 1.

En la figura 4.16 se indica el diagrama de alambrado del Acarreador 1 y en la figura 4.17 está indicado el Esquema de control del mismo.

En el diagrama se indica en la parte izquierda la secuencia numérica, como referencia de los puntos de conexión de todos los elementos que intervienen en el control eléctrico de esta secuencia.

Se indican así la conexión de los botones de paro y arranque, las bobinas de control, los contactos NA y NC, así como las lámparas indicadoras de color rojo, para el paro, y de color verde, para el arranque. Observemos que se tiene una alimentación a partir de la salida de un transformador de 440/120, es decir se tiene un circuito a 120 VCA.

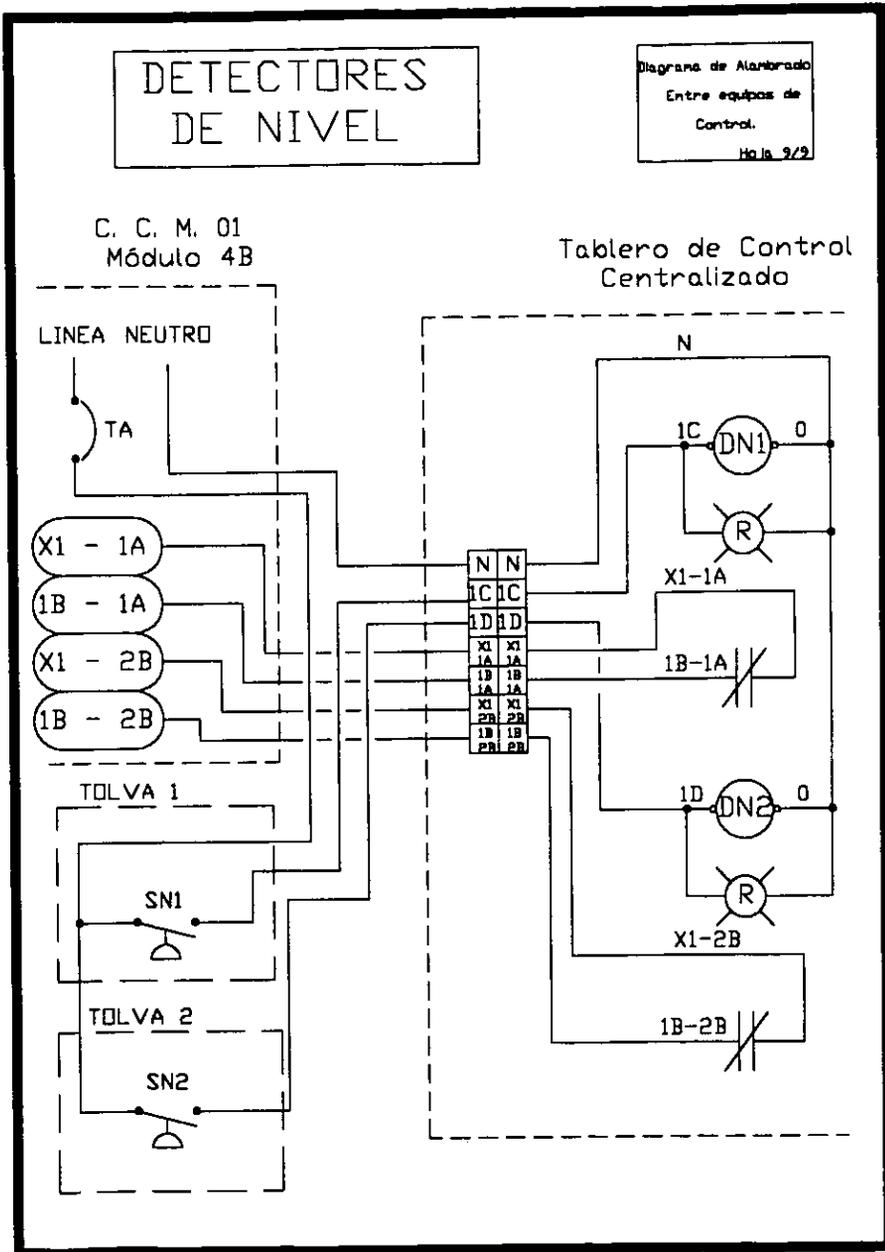
Aquí es importante hacer notar, al igual que en la etapa de control anterior, que se tiene conectado al equipo del Alimentador un contacto NC, que en el momento que el Detector de nivel cierra, energiza una bobina de operación y manda accionar éste contacto, pasando del estado de NC al de NA, manteniéndolo así hasta que los operadores vacíen la tolva. Al igual que en la etapa anterior, se tiene una lámpara indicadora en el Tablero de Control Centralizado con el fin de que los operadores observen esta señal luminosa, está indicada con el color rojo.

4.5.- Detectores de nivel.

Hemos mencionado con anterioridad a los detectores de nivel, se ha indicado la conexión de dos, uno en la tolva 1 y otro en la tolva 2.

4.5.1.- Diagrama de alambrado de los detectores de nivel.

En la figura 4.18 esta indicado el diagrama de alambrado de los detectores de nivel.



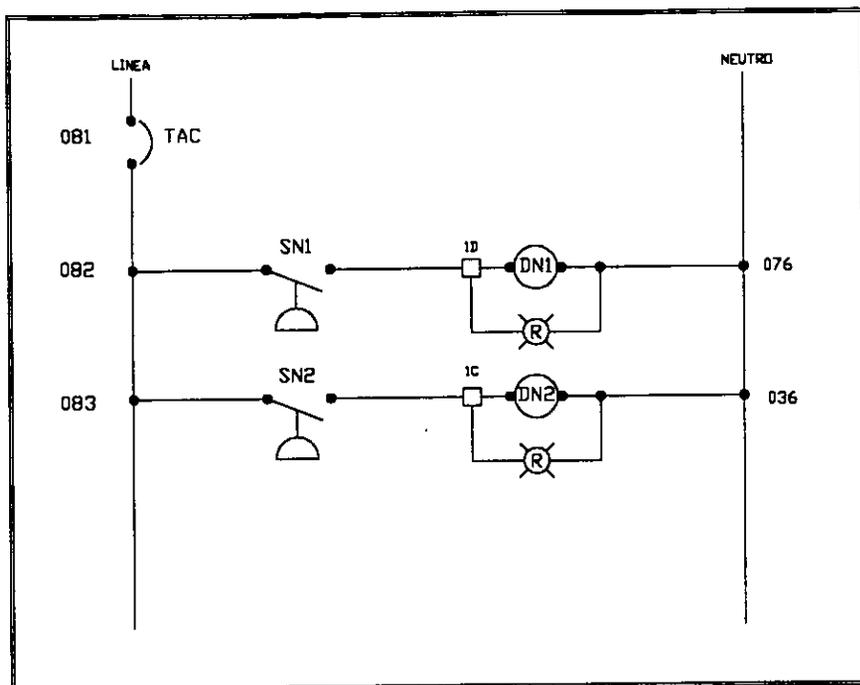


Figura 4.19.- Esquema de control de los detectores de nivel.

4.5.2.- Esquema de control de las detectores de nivel.

En la figura 4.19 se indica el esquema de control de los detectores de nivel, se conecta un interruptor termomagnético con el fin de mantener el control para energizar el circuito, este viene del tablero de alumbrado, con el fin de obtener 120 VCA., este tablero estará en el CCM.

Se observa la conexión de los dos detectores de nivel con las bobinas de operación correspondientes a cada uno de ellos y las lámparas indicadoras.

4.6.- Tablero de control centralizado.

En la figura 4.20 se tiene dibujado el Tablero de Control Centralizado, en el se indican todos los equipos que intervienen en el sistema de transporte de grano.

TABLERO DE CONTROL CENTRALIZADO

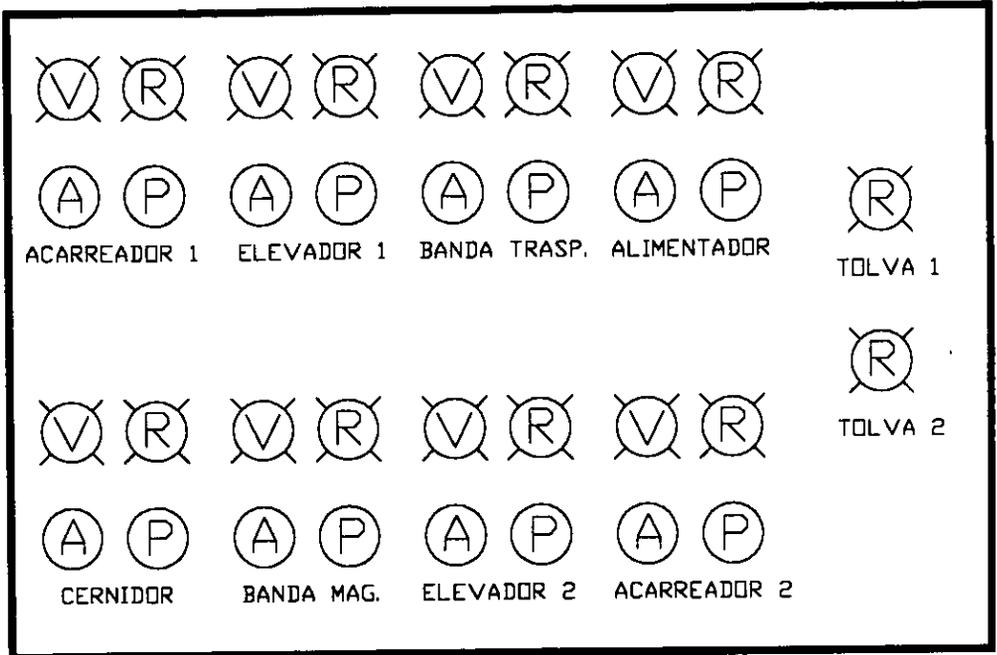


Figura 4.20.- Tablero de Control Centralizado.

CONCLUSIONES.

A TRAVÉS DEL PRESENTE TRABAJO SE TIENE UN CONOCIMIENTO MÁS PRECISO DE TODOS LOS DISPOSITIVOS QUE INTERVIENEN EN EL CONTROL ELÉCTRICO.

FINALMENTE SE VISLUMBRA EN LA APLICACIÓN PRÁCTICA CÓMO SE REALIZA UN DISEÑO DEL CONTROL ELÉCTRICO DE MOTORES, BASADO EN UN PROCESO DE TRANSPORTACIÓN DE GRANOS, ES IMPORTANTE HACER MENCIÓN QUE SE DISEÑAN LOS DIAGRAMAS DE ALAMBRADO Y LOS ESQUEMAS DE CONTROL DE TODOS LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL CITADO PROCESO.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Controles y automatismos eléctricos.
Groupe Schneider, Luis Flower Leiva

- 2.- Operación Control y Protección de Motores Eléctricos
HP Editor, Horacio Buitrón Sánchez

- 3.- Fundamentos de Equipo IEC
Square D Company

- 4.- Fundamentos de Control Eléctrico
Square D Company

- 5.- Catálogo concentrado de Equipo Eléctrico
Groupe Schneider

- 6.- Control de Motores Eléctricos
Ed. Diana, Walter N. Alerich