



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**Dirección General de Educación Tecnológica
Industrial y de Servicios**

Dirección Académica e Innovación Educativa

Subdirección de Innovación Académica

Departamento de Planes, Programas y Superación Académica

Cuadernillo de Aprendizajes Esenciales

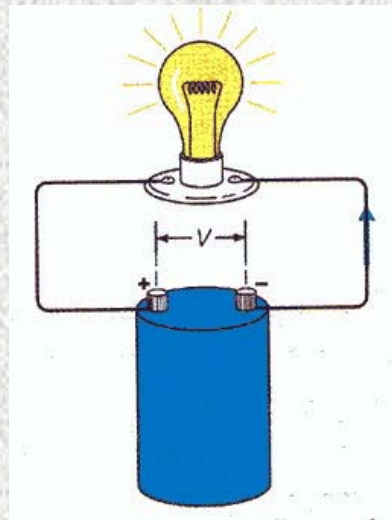
Anexos del Módulo III

Electricidad



CURSO #F03

**“CURSO BASICO DE
CIRCUITOS ELECTRICOS
DE CONTROL”**



INSTRUCTOR:
ING. GUILLERMO A. SIGÜENZA GLEZ., CMRP

OBJETIVO PRINCIPAL:

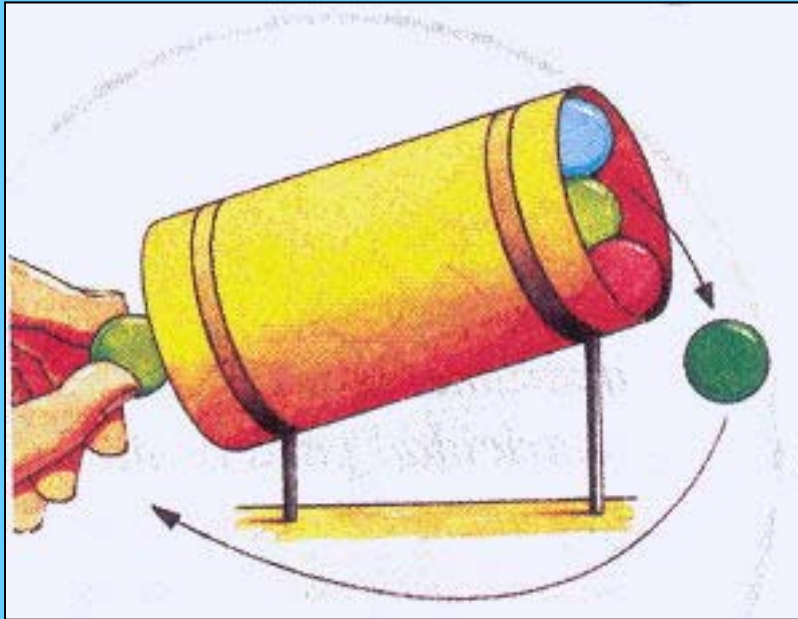
- CONOCER LA OPERACION DE LOS CIRCUITOS BASICOS DE CONTROL AUTOMATICO Y PODER LEER E INTERPRETAR LOS DIAGRAMAS DE CONTROL.

OBJETIVOS EDUCACIONALES:

- **LOS ASISTENTES AL TERMINAR EL CURSO:**
 - **1. PODRAN LEER E INTERPRETAR LOS DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTRICOS.**
 - **2. CONOCERAN LOS CIRCUITOS DE CONTROL BASICOS DE MOTORES.**
- **PODRAN DIAGNOSTICAR FALLAS DE CONTROL EN SUS EQUIPOS ACCIONADOS POR MOTORES ELECTRICOS.**

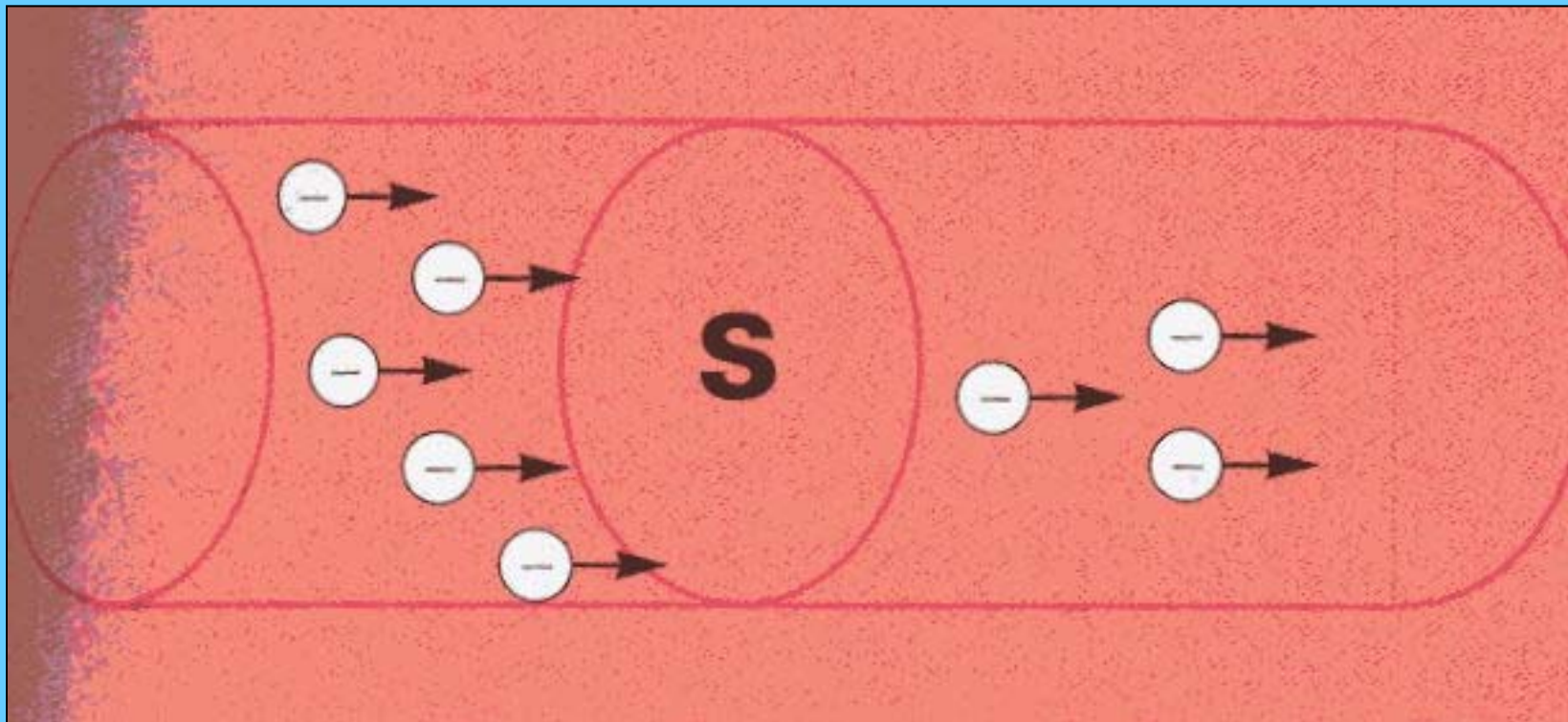
PRINCIPIOS BASICOS

CORRIENTE ELECTRICA



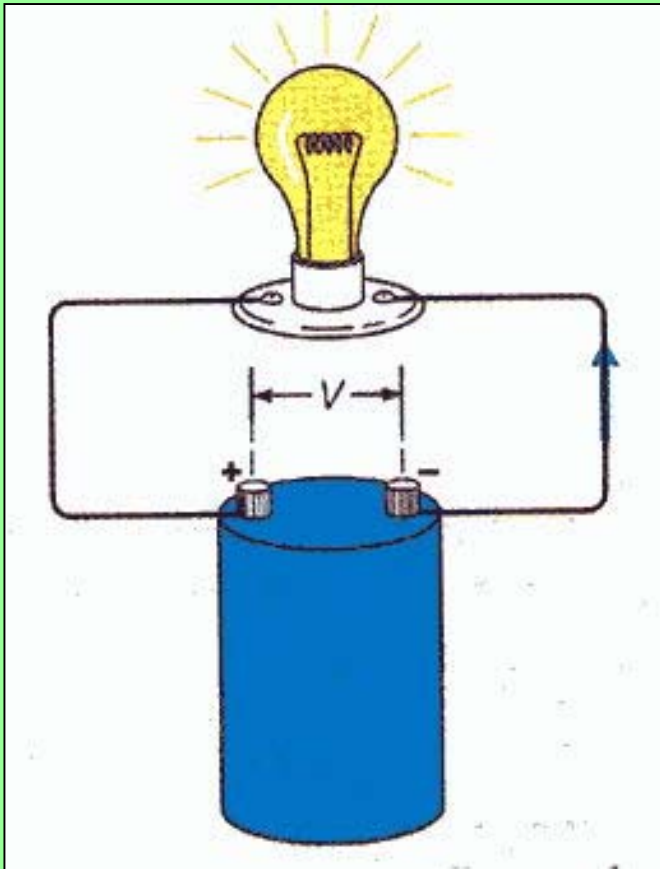
- **ES EL MOVIMIENTO DE ELECTRONES A LO LARGO DE UN MATERIAL CONDUCTOR.**
- **LOS ELECTRONES FLUYEN DEL LADO NEGATIVO AL LADO POSITIVO.**

FLUJO DE ELECTRONES O CORRIENTE A TRAVES DE UN CONDUCTOR.



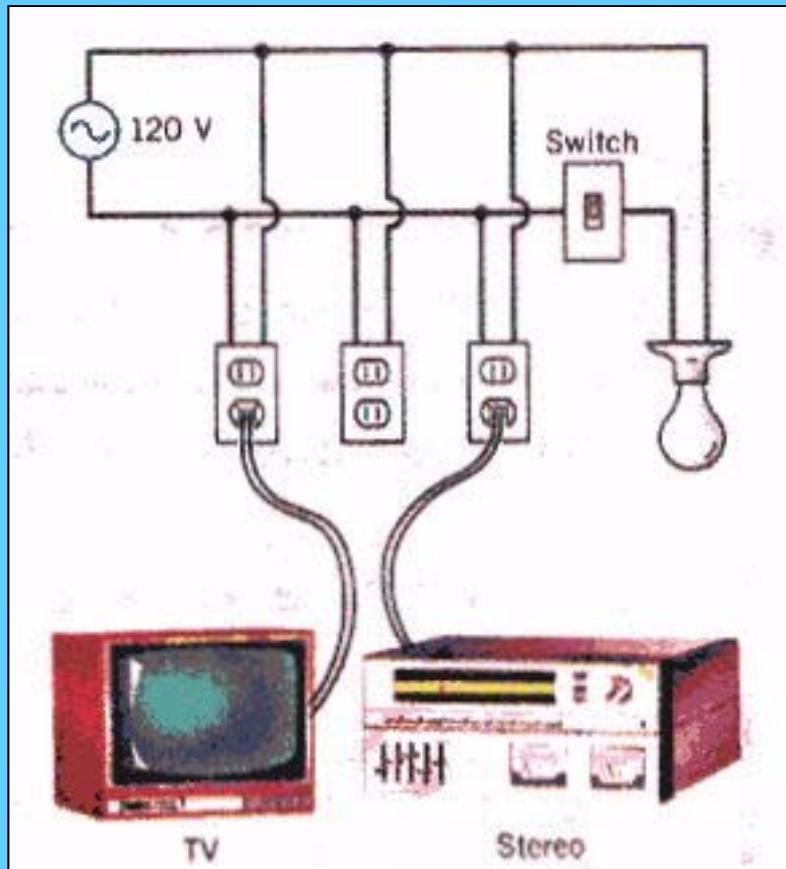
UNIDAD - EL AMPERE

CORRIENTE DIRECTA



- LA QUE FLUYE CONSTANTEMENTE EN EL MISMO SENTIDO DE POLO NEGATIVO A POLO POSITIVO.
- C.D. EN ESPAÑOL
D.C. EN INGLES.

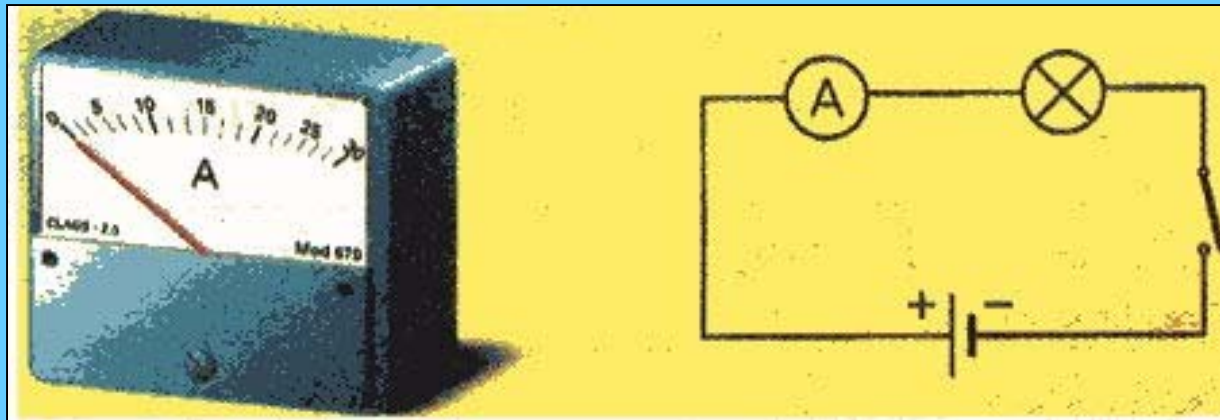
CORRIENTE ALTERNA



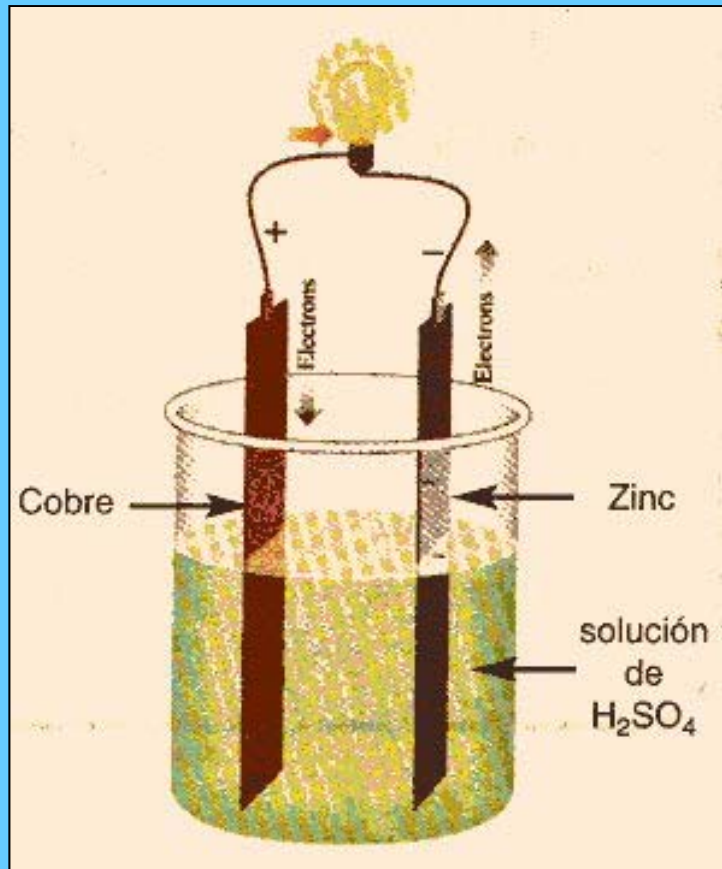
- LA QUE ALTERNA DIRECCION DE FLUJO A INTERVALOS REGULARES DE TIEMPO.
- C.A. EN ESPAÑOL
A.C. EN INGLES

EL AMPERIMETRO

- INSTRUMENTO PARA MEDIR CORRIENTE ELECTRICA EN AMPERES.

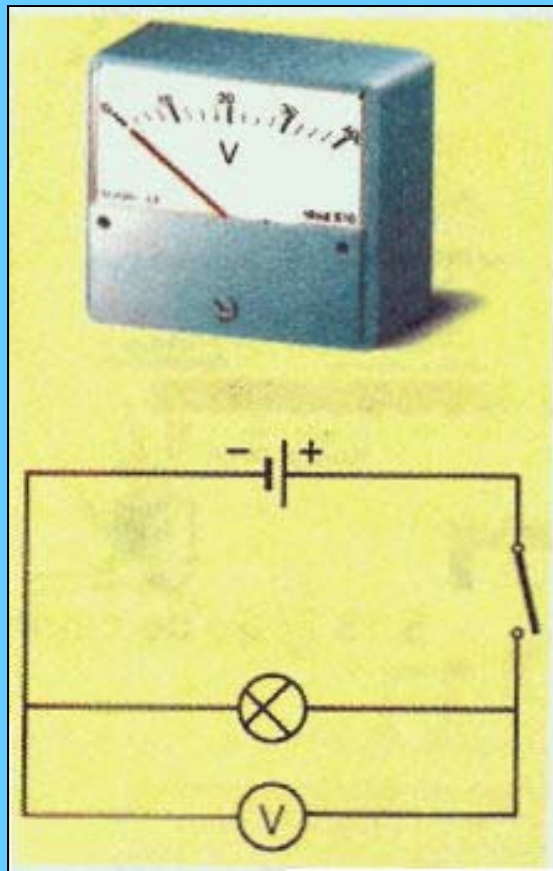


VOLTAJE(V)



- **PARA QUE FLUYA LA CORRIENTE DEBE EXISTIR UN POTENCIAL ENTRE LOS POLOS (-) Y (+)**
- **LA UNIDAD DE VOLTAJE ES EL VOLTIO.**

VOLTIMETRO



- INSTRUMENTO PARA MEDIR EL VOLTAJE EN VOLTIOS.
- INSTRUMENTO BASICO DEL TECNICO-ELECTRICISTA.

CONTROL

- MEDIO DE LIMITAR ACCIONES FISICAS EN FORMA ORDENADA O SECUENCIAL.
- LOS MEDIOS PUEDEN SER ; MANUALES, ELECTRICOS, ELECTRONICOS, NEUMATICOS O HIDRAULICOS.

COMPONENTES

- **DISPOSITIVOS, INSTRUMENTOS, SENSORES, RELEVADORES, INTERRUPTORES Y OTROS ACCESORIOS QUE FORMAN PARTE DE UN SISTEMA DE CONTROL.**

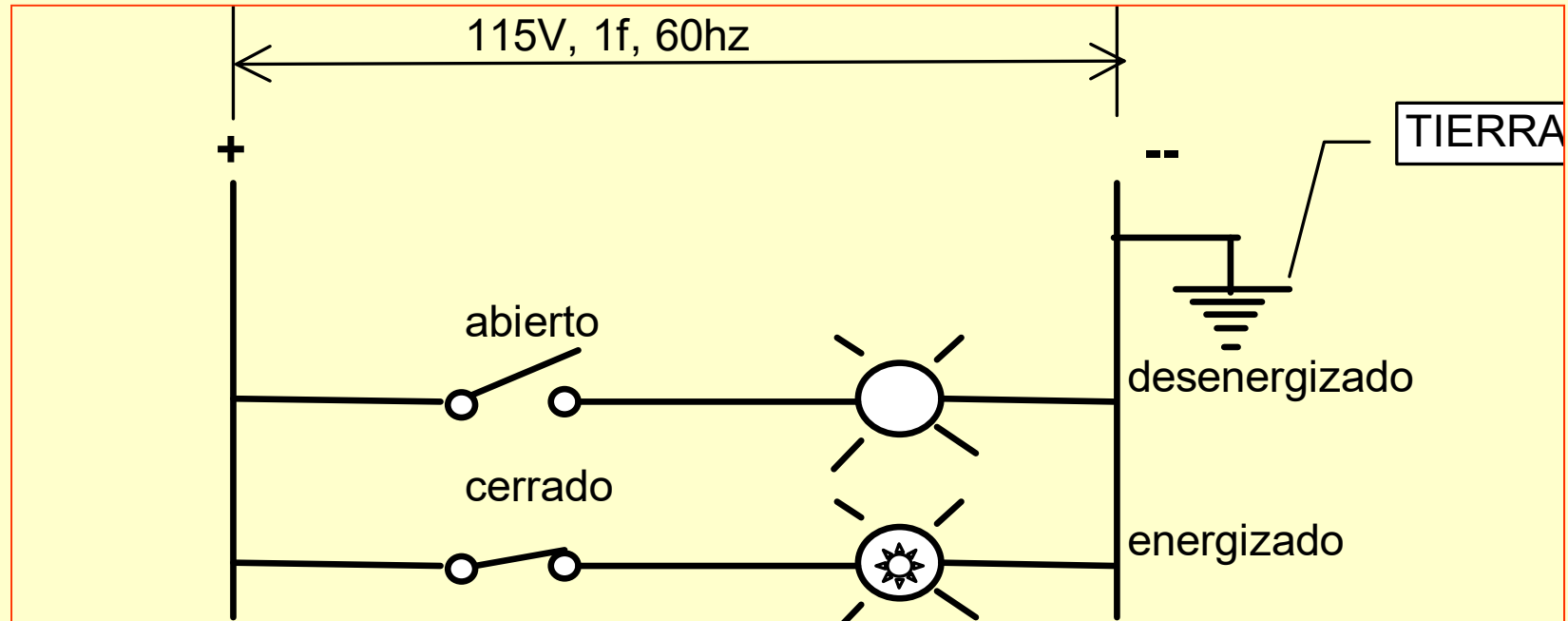
CIRCUITOS

- **CIRCUITO ELECTRICO ES EL CAMINO QUE FORMAN LOS CONDUCTORES Y DISPOSITIVOS QUE PERMITEN QUE LA CORRIENTE ELECTRICA FLUYA POR ELLOS.**

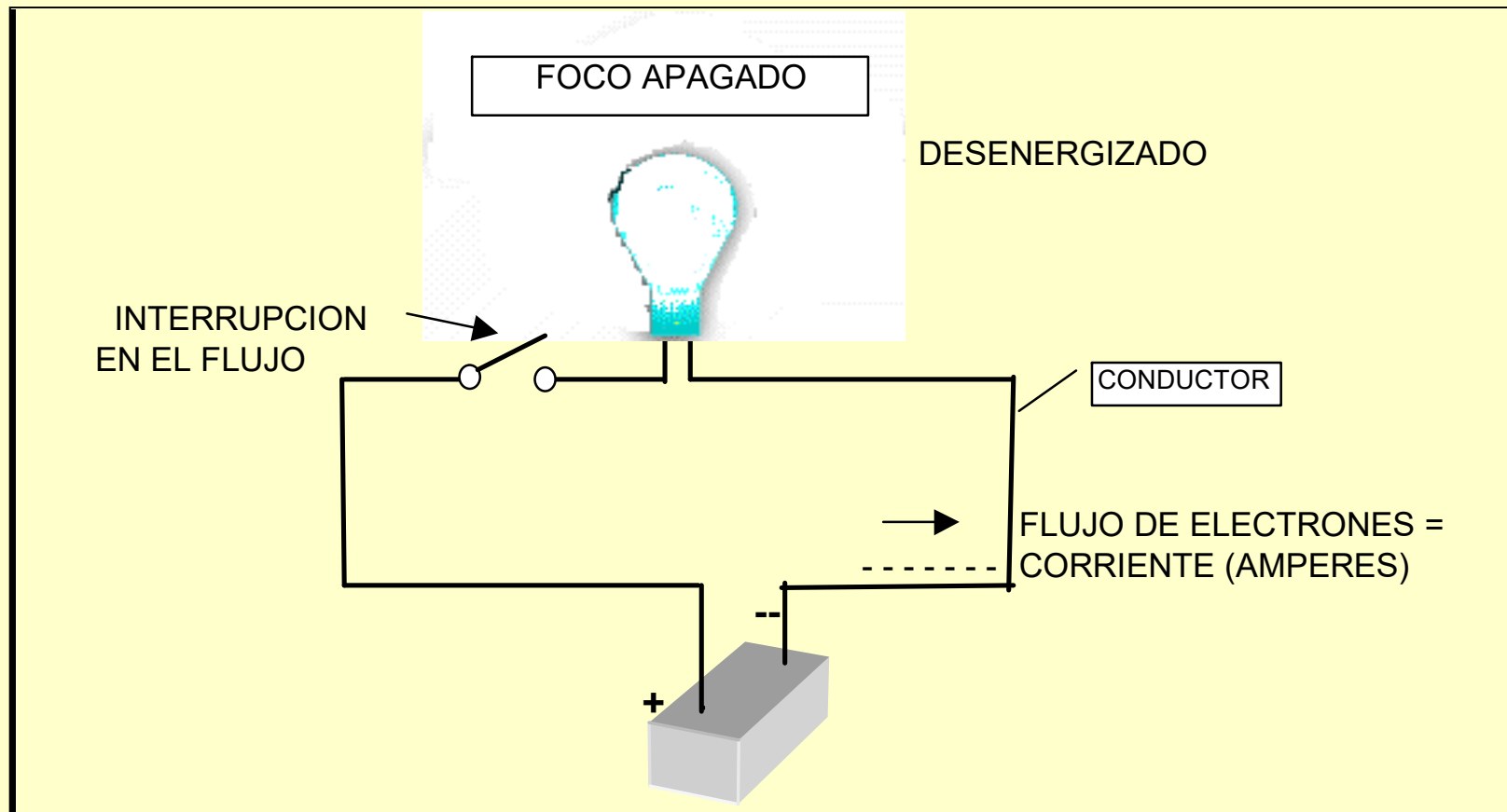
- **CIRCUITO DE CONTROL ES EL CONJUNTO DE COMPONENTES ELECTRICOS O ELECTRONICOS, CONECTADOS MEDIANTE CONDUCTORES ADECUADOS, QUE DESARROLLAN CIERTA FUNCION DE CONTROL.**

FUNCION DE UN CIRCUITO:

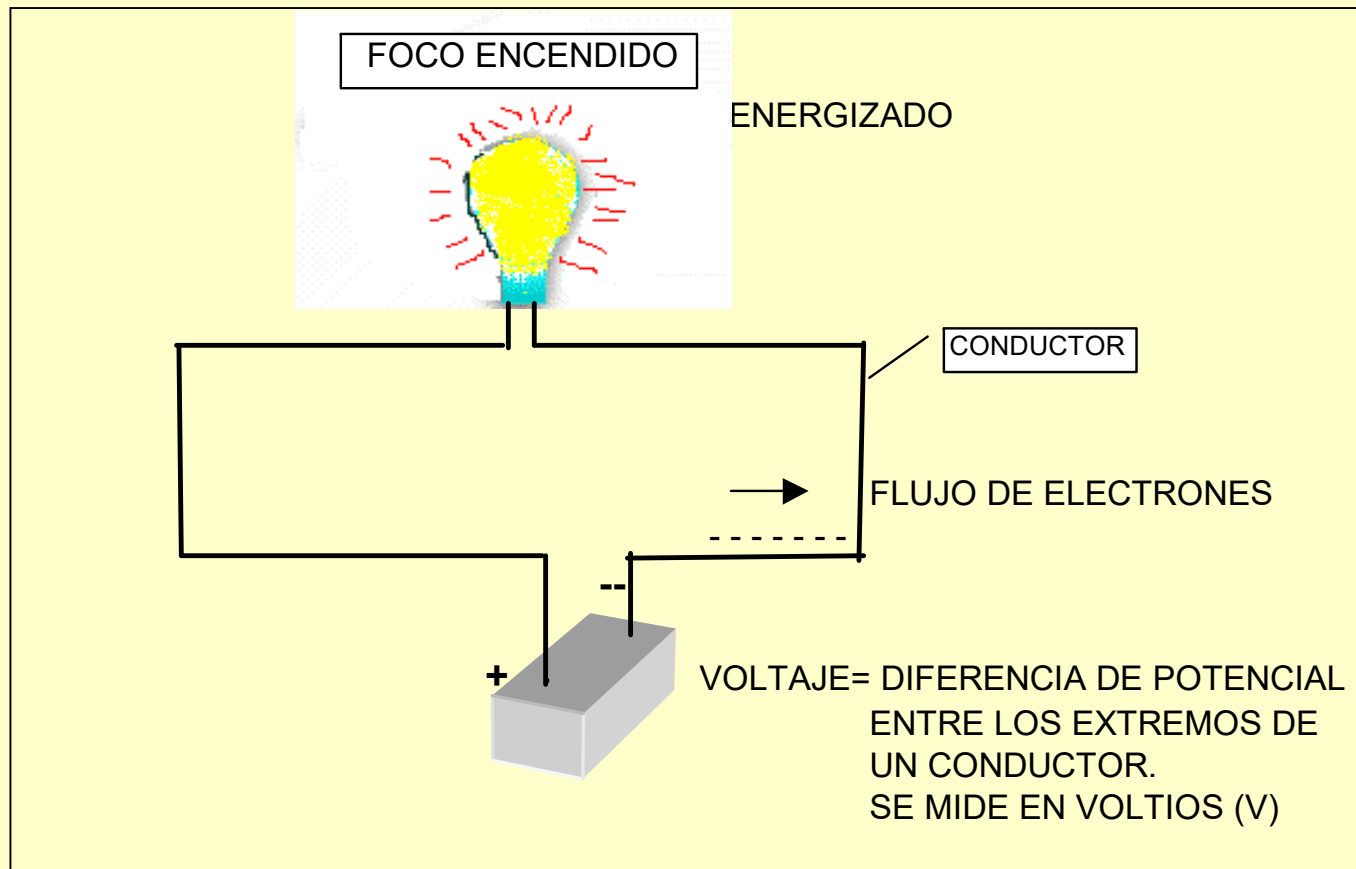
ENERGIZAR O DESENERGIZAR UN COMPONENTE ELECTRICO O ELECTRONICO.



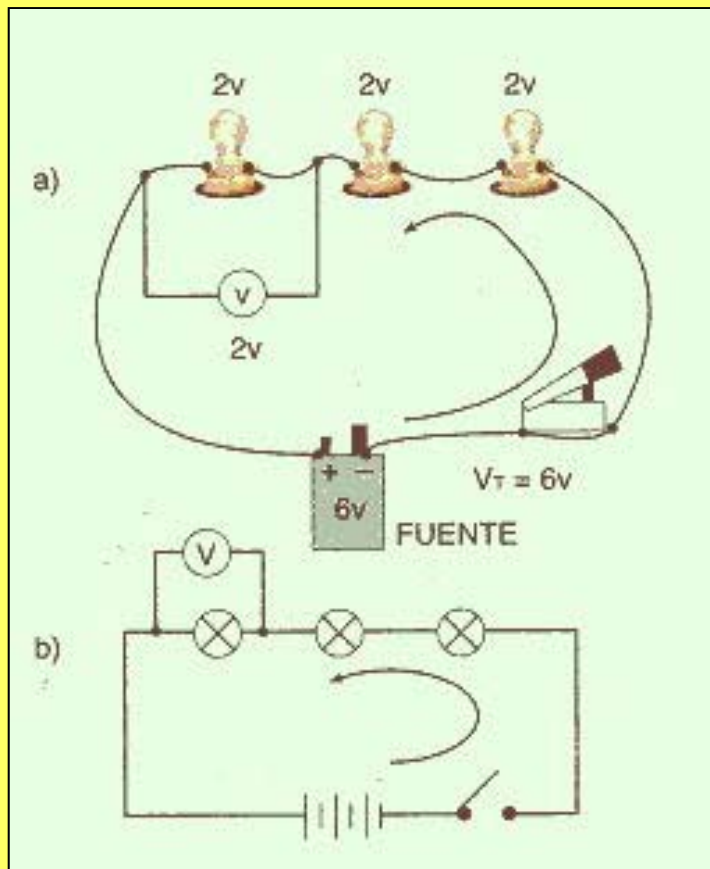
CIRCUITO DESENERGIZADO (OFF)



CIRCUITO ENERGIZADO (ON)

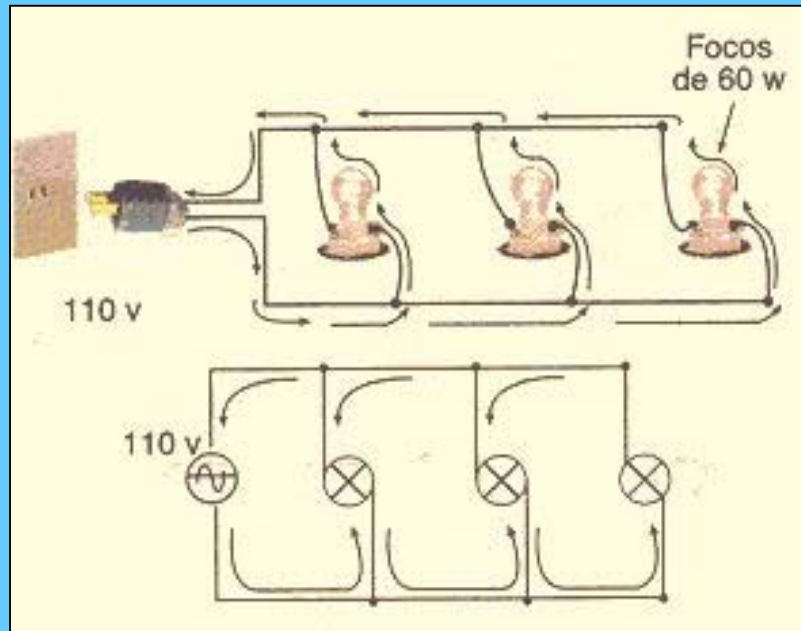


CIRCUITO EN SERIE



- **LOS PUNTOS DE CONTACTO DE CADA DISPOSITIVO QUE INTERVIENE SE CONECTAN LA SALIDA DE UNO CON LA ENTRADA DEL OTRO.**
- **LA CORRIENTE FLUYE POR UN SOLO CAMINO.**

CIRCUITO EN PARALELO



- **EN ESTE TIPO DE CIRCUITO LA CORRIENTE TIENE VARIOS CAMINOS POR DONDE FLUIR.**
- **TODOS LOS ELEMENTOS RECIBEN EL MISMO VOLTAJE.**

DIAGRAMA DE CONTROL

- ES UN MAPA DE FLUJO DE CORRIENTE A TRAVES DE CIRCUITOS; ELECTRICOS, ELECTRONICOS O NEUMATICOS.

TIPOS DE DIAGRAMAS DE CONTROL

- DIAGRAMA ELEMENTAL (DE ESCALERA).
- DIAGRAMA DE CONEXION (PUNTO A PUNTO).
- DIAGRAMA UNIFILAR.
- DIAGRAMA DE CONEXIONES. TABLERO-CAMPO.

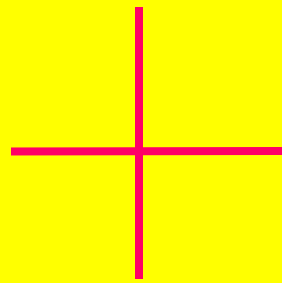
PREGUNTAS?



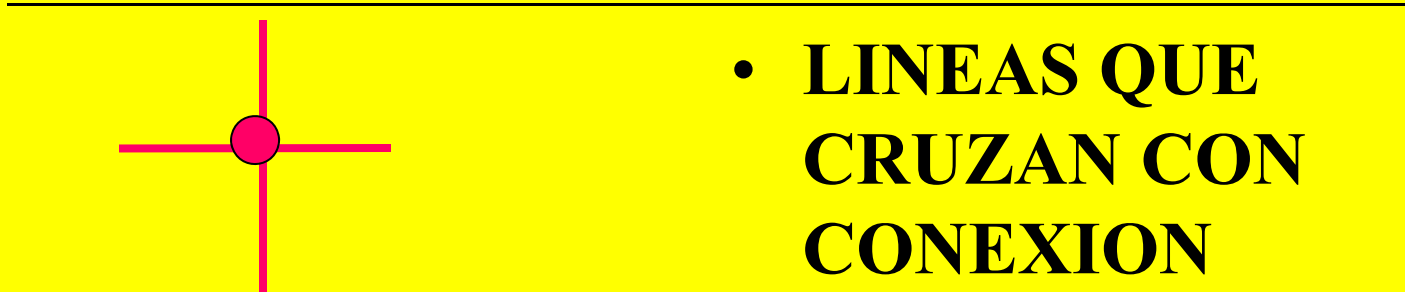
- **ALGUNA DUDA?**
- **ENTONCES VAMOS A CONTESTAR UN PEQUEÑO EXAMEN.**

COMPONENTES ELECTRICOS Y DE CONTROL.

LINEAS CONDUCTORAS








- LINEAS QUE CRUZAN SIN CONEXION ELECTRICA.



- LINEAS QUE CRUZAN CON CONEXION ELECTRICA.

TERMINALES

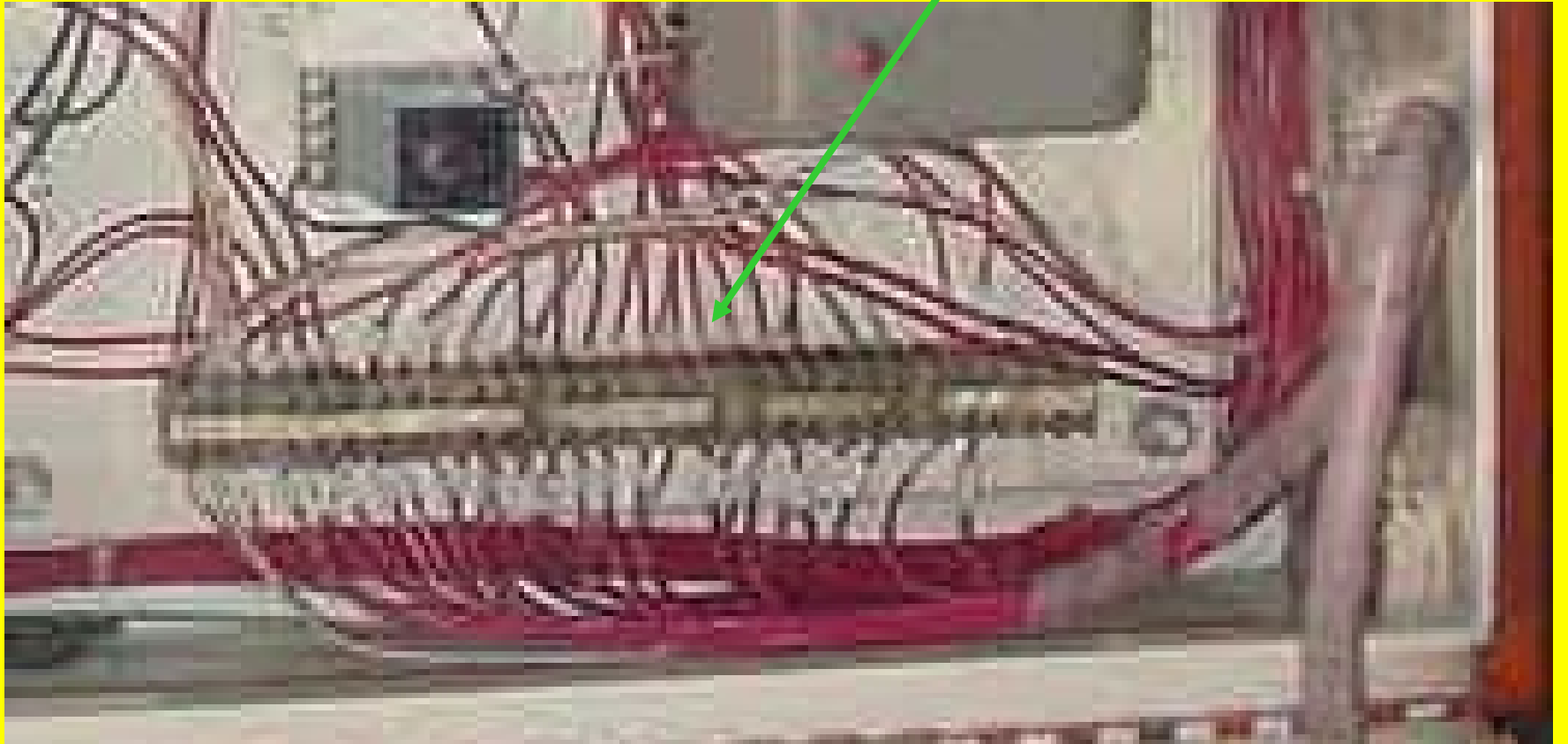
- PUNTOS DE INTERCONEXION ENTRE DOS O MAS COMPONENTES SEPARADOS FISICAMENTE.
- PUEDEN SER TABLILLAS EN TABLEROS O EN CAJAS DE INTERCONEXION.
- SIMBOLOS:     

TABLILLAS

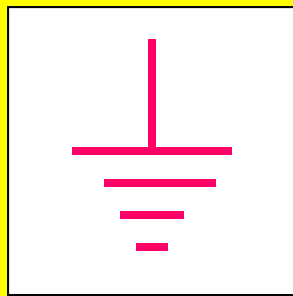


- **PUNTOS DE CONEXION EN TABLEROS O CAJAS ELECTRICAS O INSTRUMENTOS DONDE LOS CONDUCTORES SE FIJAN CON TORNILLOS U OTROS MEDIOS.**

TABLILLAS

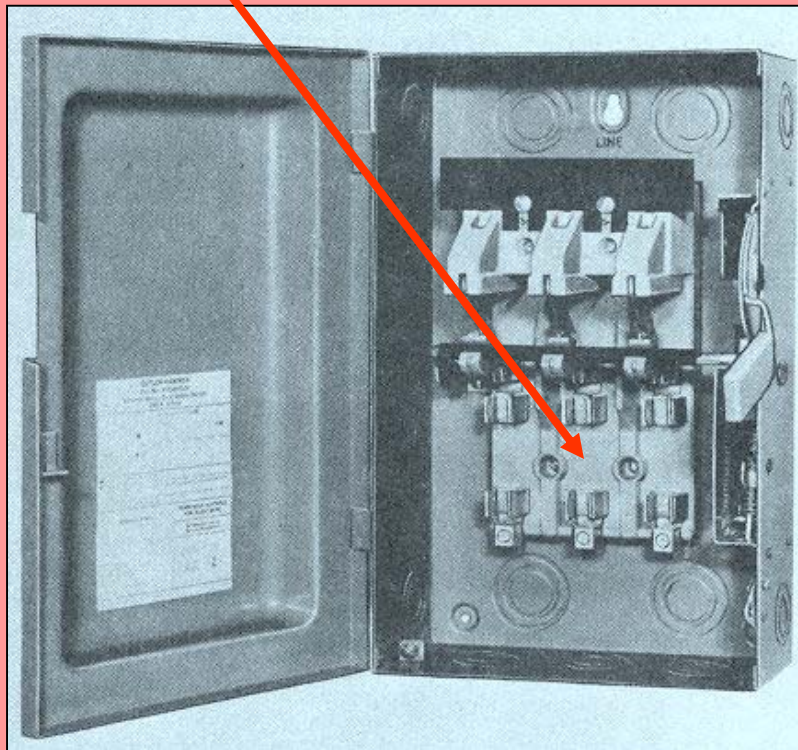
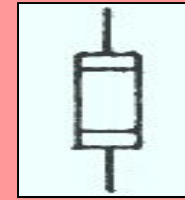


CONEXION A TIERRA. (GROUND)



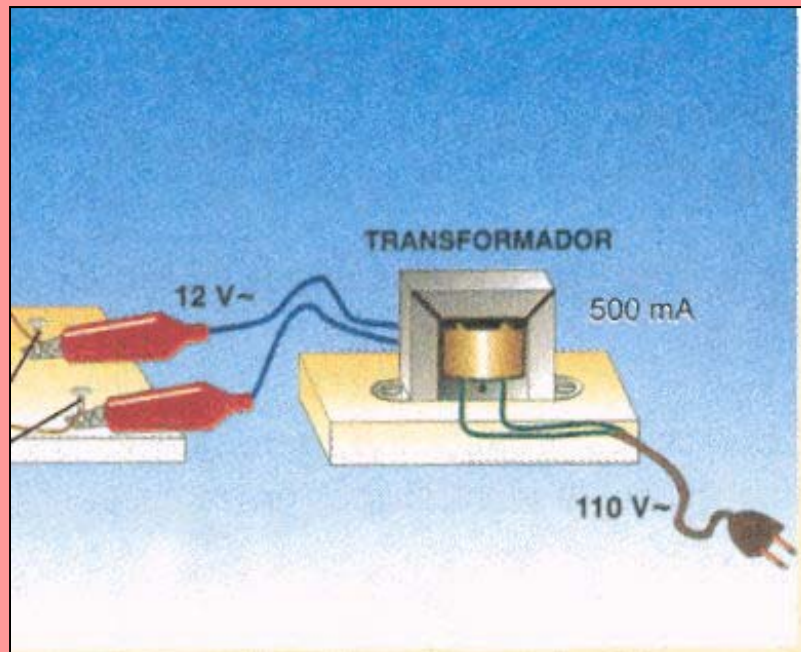
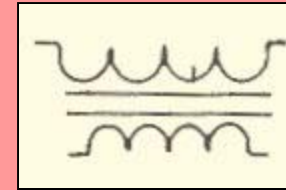
- **CONEXION DE UN CONDUCTOR ENERGIZADO A UNA PARTE METALICA NO ENERGIZADA EN UN CIRCUITO TAL COMO UN TABLERO O CAJA METALICA.**

FUSIBLES



- **ELEMENTO DE PROTECCION DE CORRIENTE EXCESIVA.**
- **CONSTRUIDO DE UN HILO O TIRA METALICA QUE SE FUNDE A DETERMINADA CORRIENTE INTERRUPIENDO EL CIRCUITO.**

TRANSFORMADOR



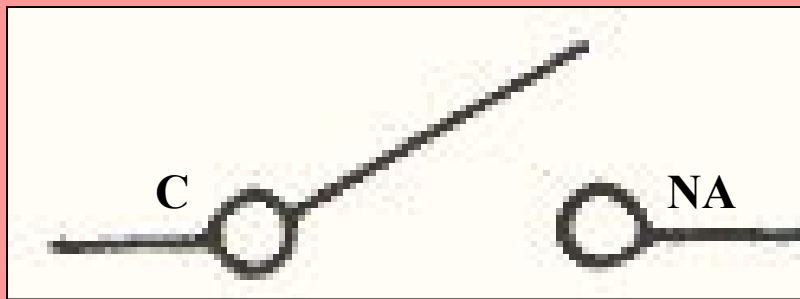
- **DISPOSITIVO ELECTRO-MAGNETICO QUE AUMENTA O REDUCE VOLTAGES Y CORRIENTES ELECTRICAS MANTENIENDO CONSTANTE LA POTENCIA.**

TRANSFORMADORES DE IGNICION.

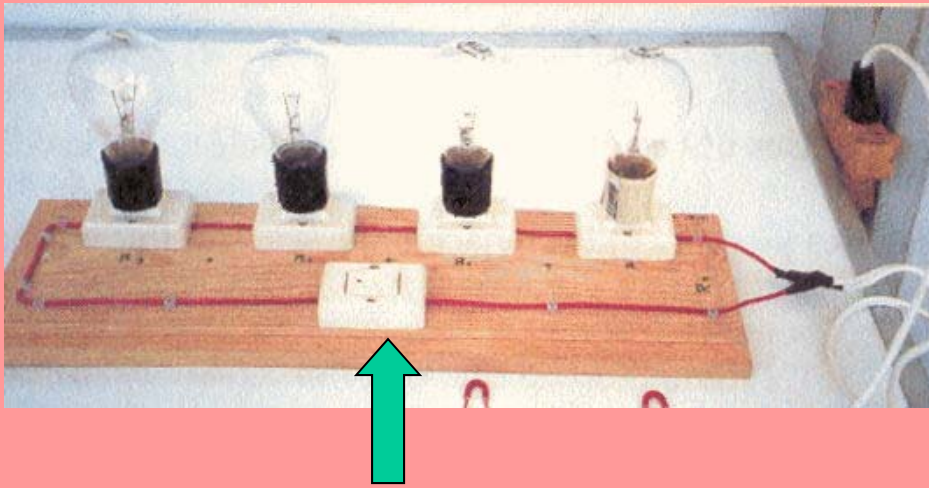


- PROPORCIONAN EL ALTO VOLTAJE REQUERIDO PARA PRODUCIR CHISPAS ENTRE LOS ELECTRODOS DE IGNICION QUE ENCIENDEN LOS PILOTOS DE GAS.
- EL PRIMARIO ES DE 120 VCA Y EL SECUNDARIO ES DE 6,000 V. O 10,000 V.

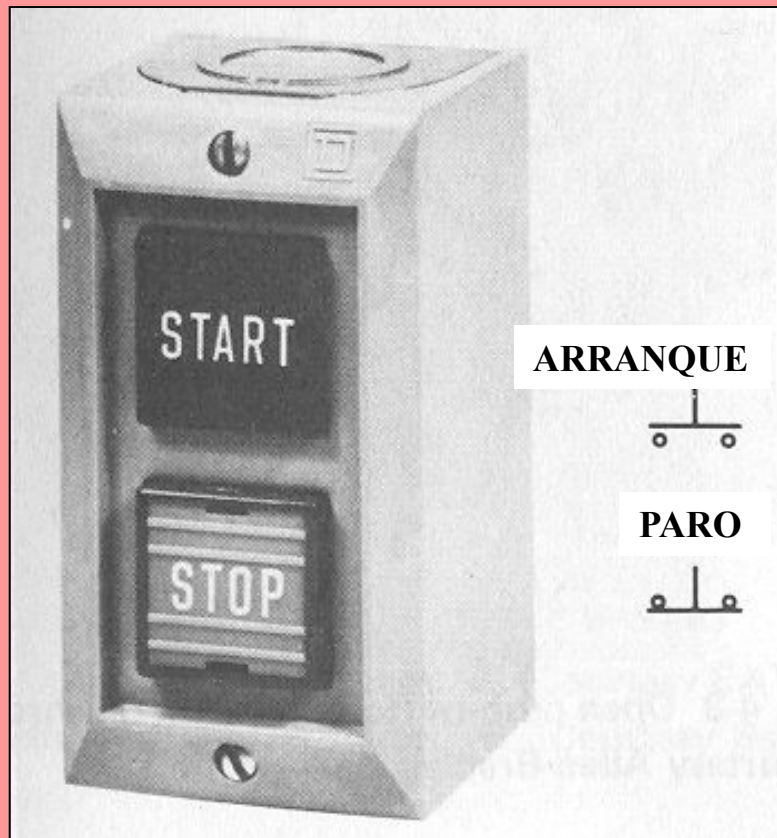
INTERRUPTOR GENERAL



- **ELEMENTO BASICO DE UN CIRCUITO QUE SE UTILIZA PARA ABRIR O CERRAR EL PASO DE LA CORRIENTE ELECTRICA.**

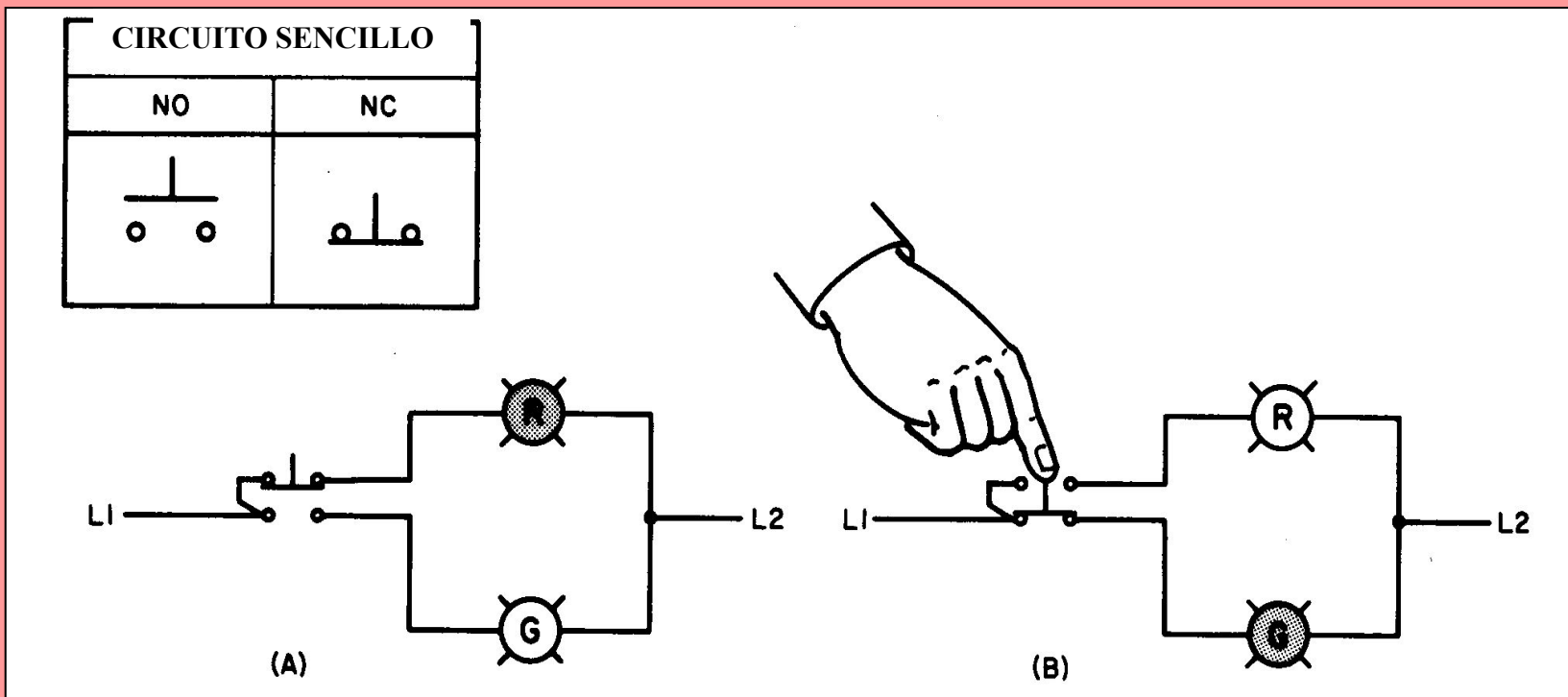


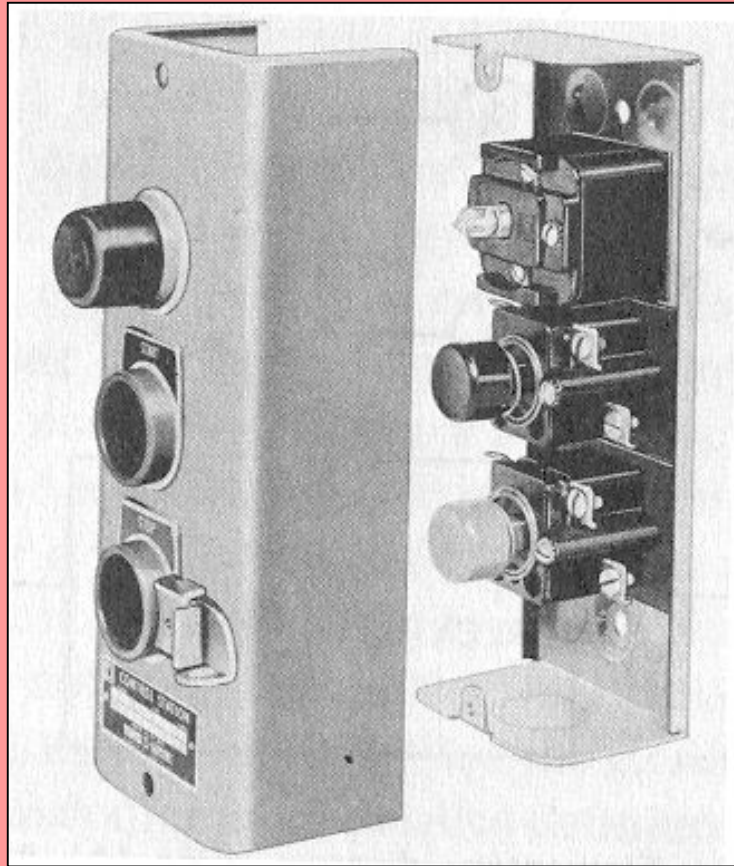
ESTACION DE BOTONES. ARRANQUE -PARO



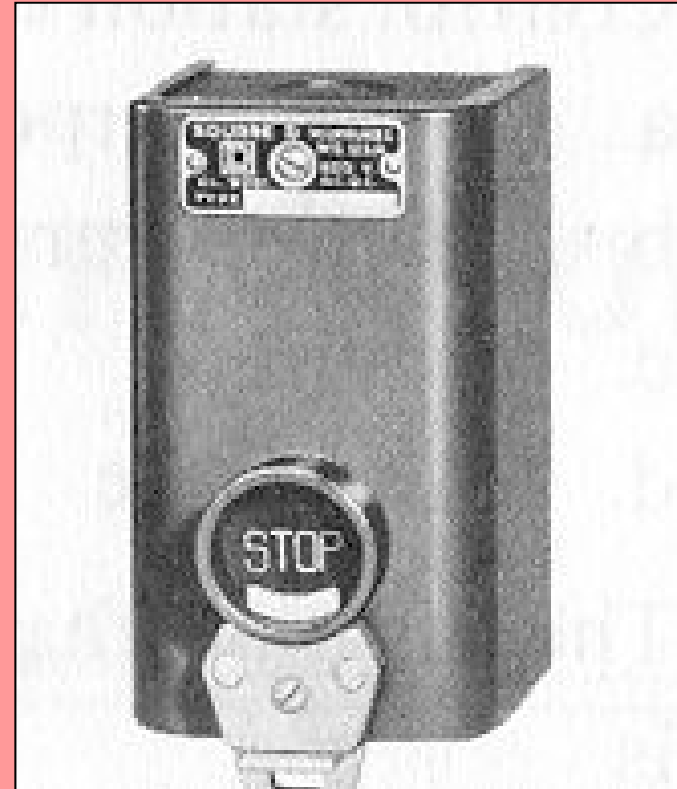
- ARRANCA O PARA UN MOTOR ABRIENDO Y CERRANDO UN PAR DE CONTACTOS.
- SE PUEDEN TENER VARIAS STACIONES EN DIFERENTES LUGARES QUE ARRANQUEN EL MISMO MOTOR.

OPERACION DE UNA ESTACION DE BOTONES.



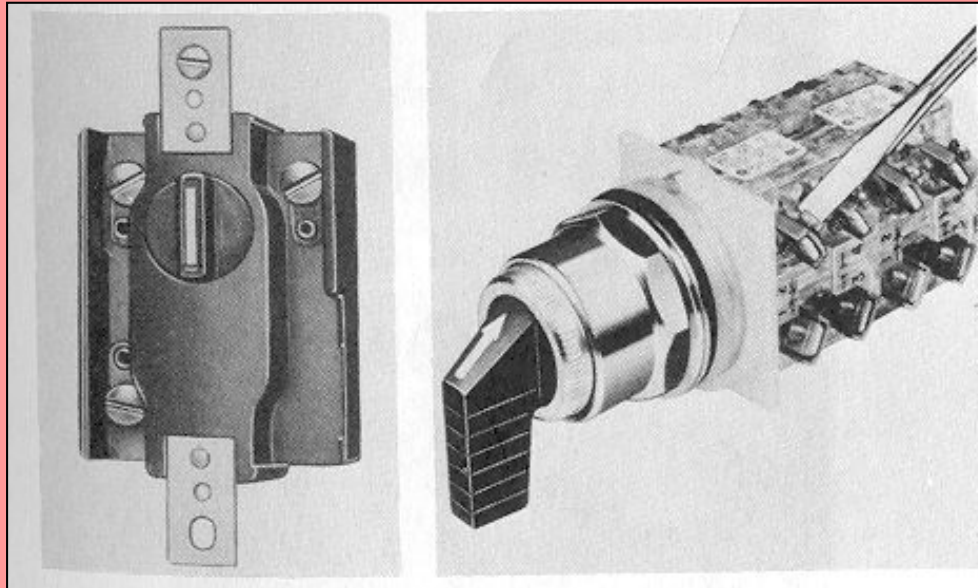


**BOTONERA CON LUZ
PILOTO INTEGRADA.**



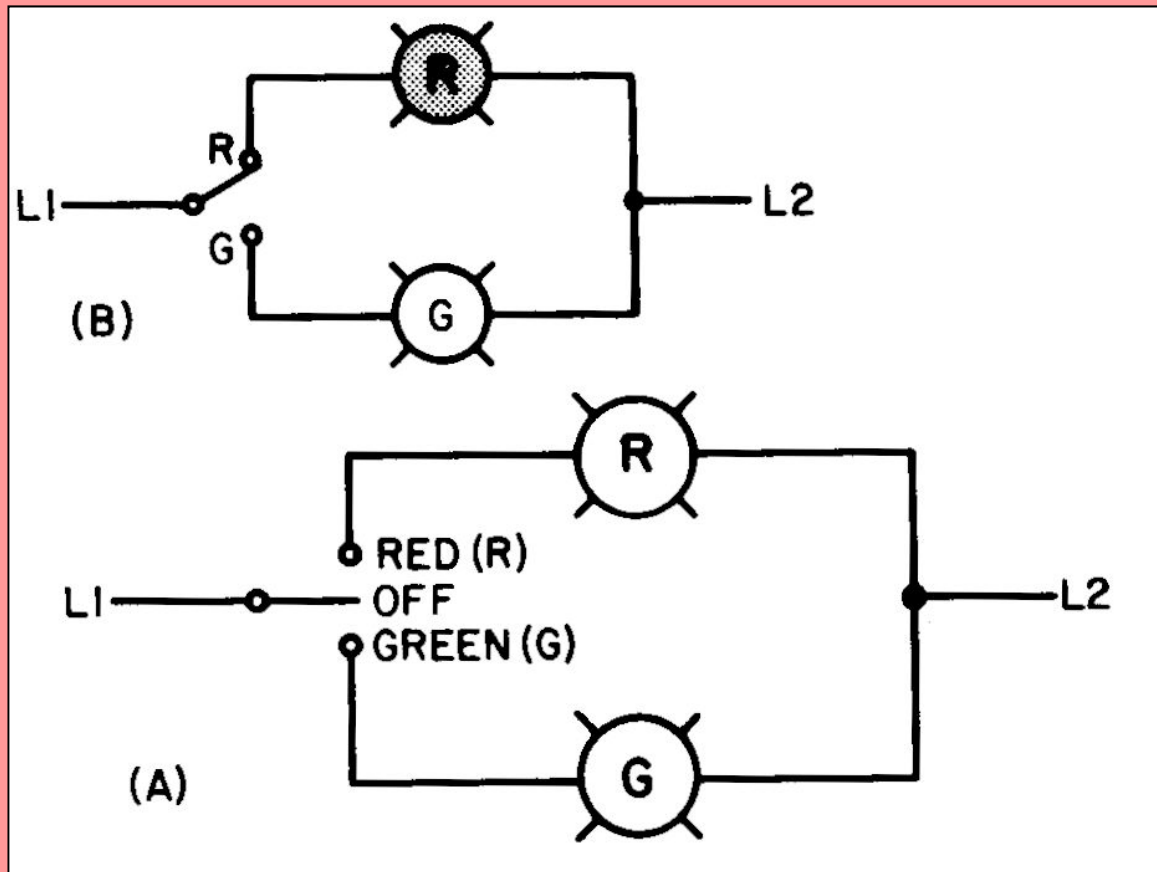
**BOTONERA CON
CANDADEO SEGURO.**

SWITCH SELECTOR.

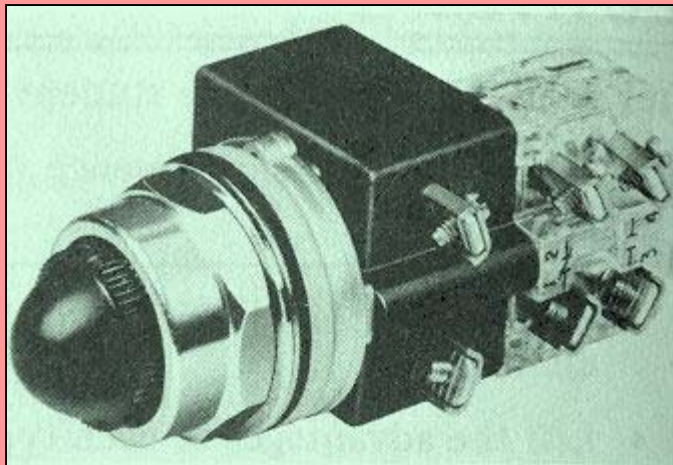
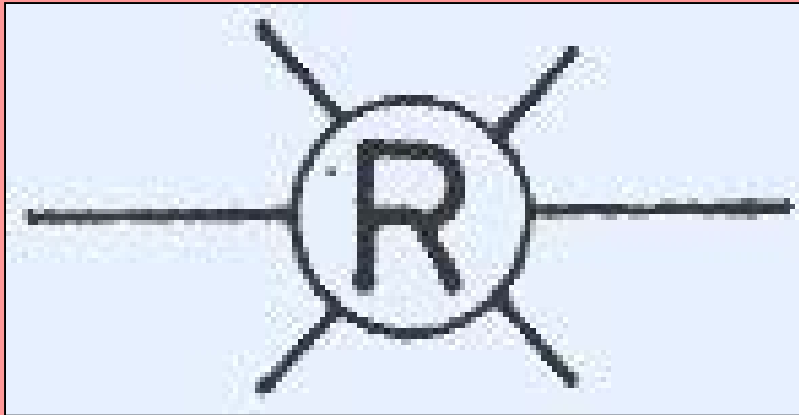


- ABREN O CIERRAN CONTACTOS AL GIRAR LA PERILLA.
- PUEDEN SER DE VARIOS POLOS DOBLE TIRO.
- PUEDEN SER DE 2 O 3 POSICIONES.

CIRCUITO ELEMENTAL DE UN SELECTOR 3 POSICIONES.

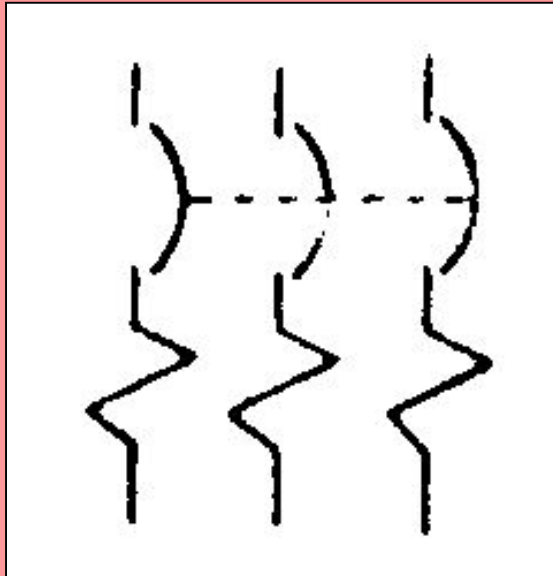


LUZ INDICADORA



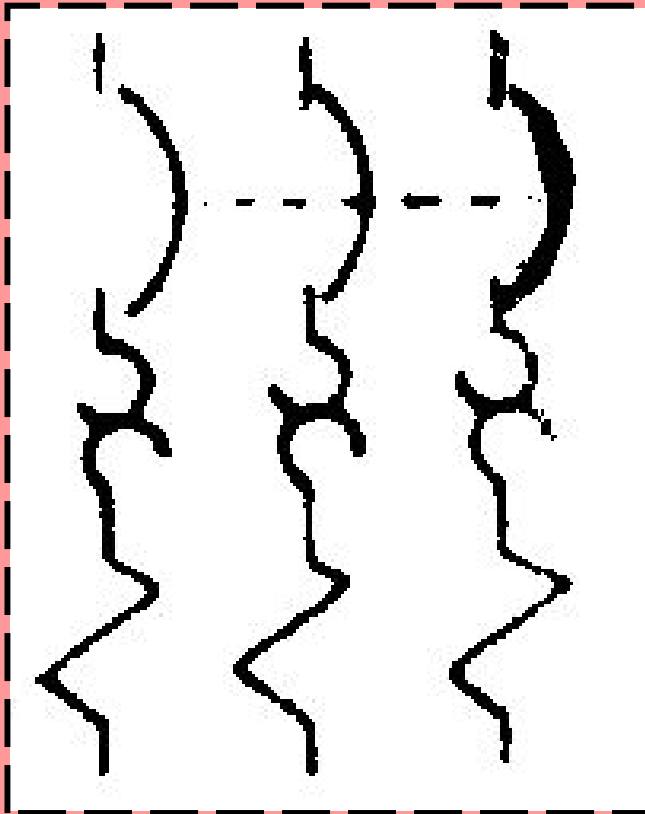
- **INDICACION VISUAL Y LUMINOSA DE OPERACION DE UN CIRCUITO.**
- **LA LETRA INDICA EL COLOR**

INTERRUPTORES MAGNETICOS.



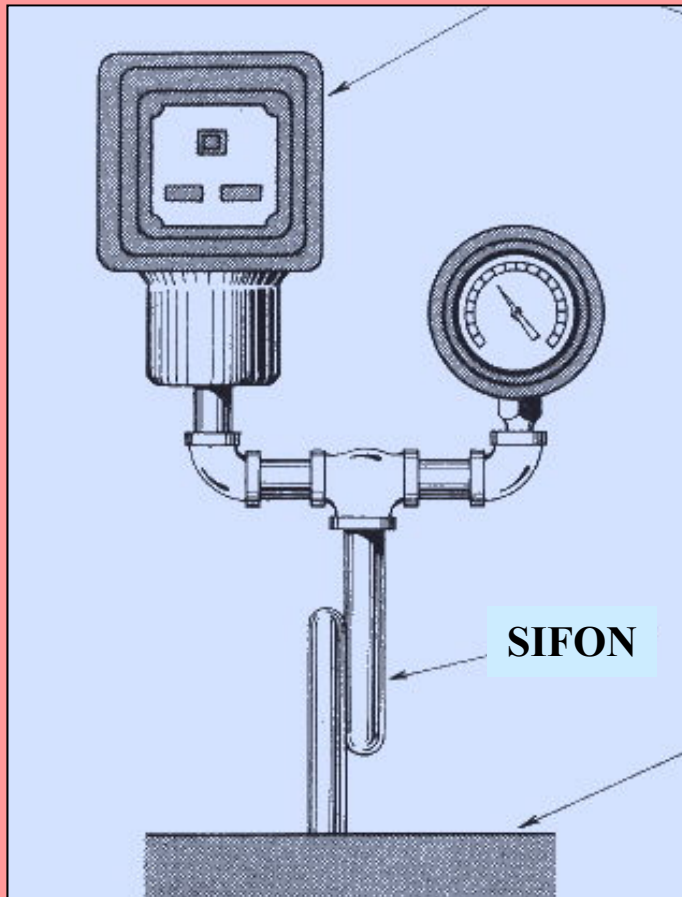
- UN DISPOSITIVO ELECTRICO MAGNETICO QUE PROTEJE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES DE ALTAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO.

DIAGRAMA DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO



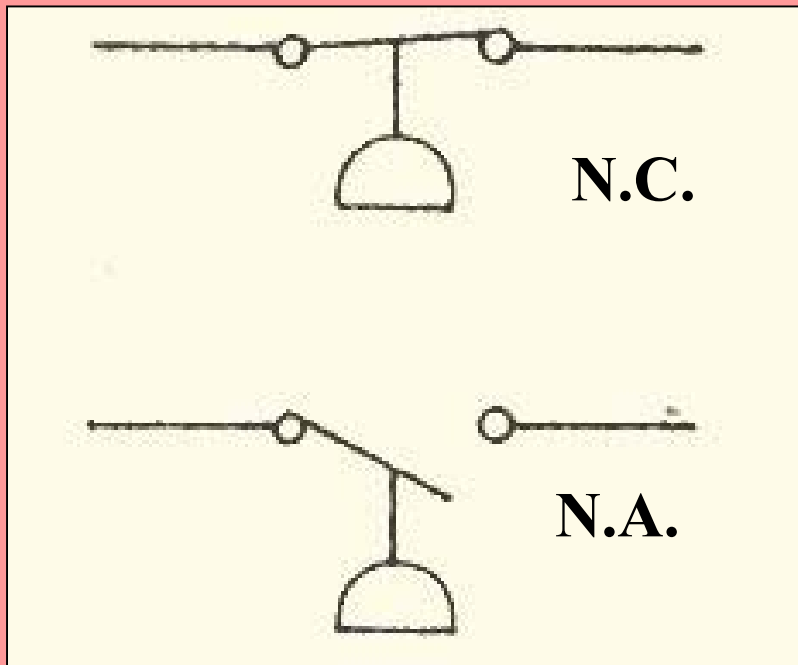
- UN DISPOSITIVO ELECTRICO MAGNETICO QUE PROTEJE LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES DE ALTAS CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO Y DE LIGERAS SOBRECARGAS POR TIEMPOS PROLONGADOS.

INTERRUPTOR DE PRESION



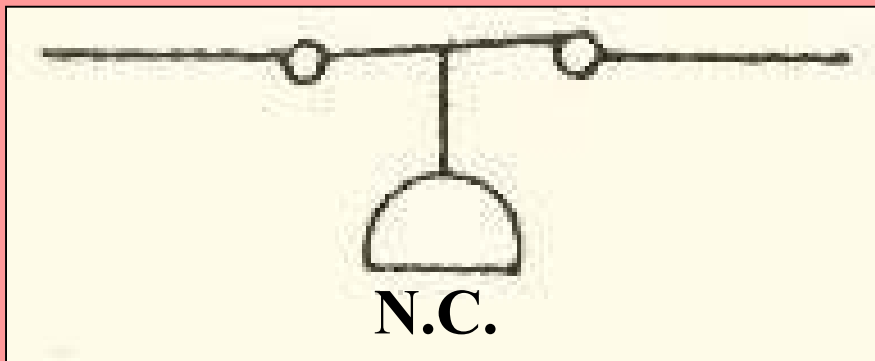
- ES UN DISPOSITIVO QUE ABRE Y/O CIERRA CONTACTOS CUANDO LA PRESION DE UN FLUIDO SUBE O BAJA.

INTERRUPTOR DE PRESION



- **OPERADO POR PRESION DE VAPOR, AGUA, AIRE, COMBUSTIBLE, ETC.**
- **ABRE O CIERRA UN CIRCUITO.**

CONTROL DE PRESION DE VAPOR



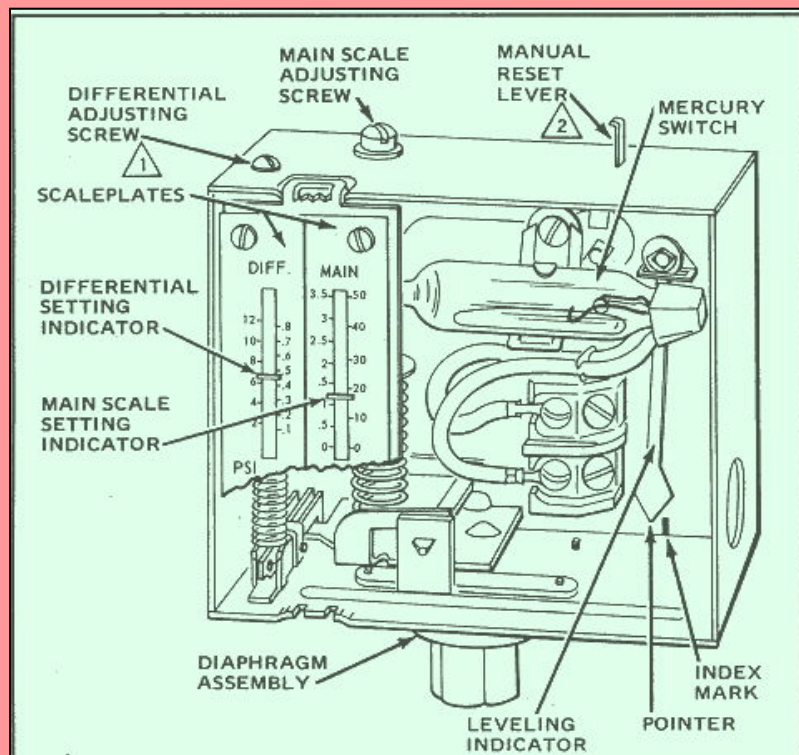
- **AL LLEGAR EL VAPOR A LA PRESION SELEC-CIONADA SE ABRE EL CIRCUITO PARA INTERRUMPIR LA OPERACION DEL QUEMADOR .**
- **AL BAJAR LA PRESION EL INTERRUPTOR SE CIERRA AUTOMA-TICAMENTE.**

CONTROL DE PRESION DE VAPOR



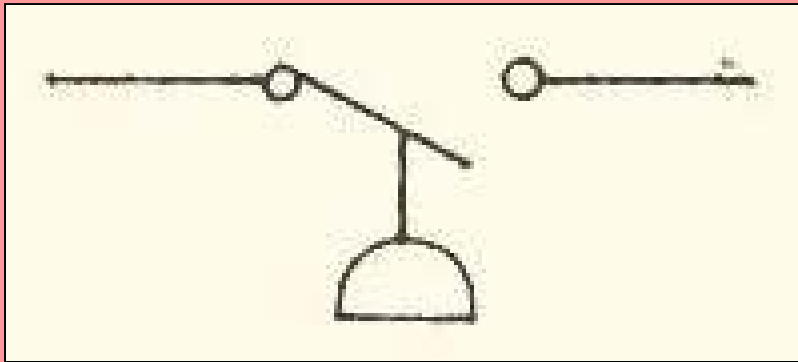
- **EL INTERRUPTOR MAS COMUN ES EL PRESSURETROL HONEYWELL L404A.**
- **TIENE RESTABLECIMIENTO AUTOMATICO.**
- **LOS MAS MODERNOS SON A BASE DE MICRO SWITCHES DEBIDO A LA ELIMINACION DEL MERCURIO.**

CONTROL DE PRESION DE VAPOR



- **TRABAJAN CON UN SWITCH DE MERCURIO AUNQUE A ULTIMAS FECHAS LOS ESTAN SUBSTITUYENDO POR MICROS YA QUE SE TRATA DE ELIMINAR EL MERCURIO.**
- **SON DE 2 HILOS**

INTERRUPTOR DE BAJA PRESION DE AIRE DE COMBUSTION

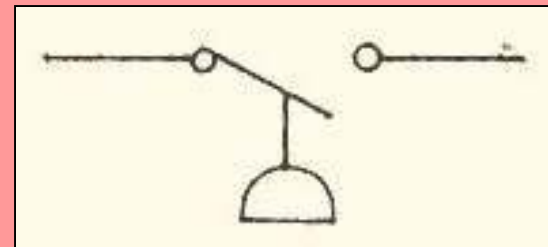


- **AL CAER LA PRESION SELECCIONADA DEL AIRE DE COMBUSTION SE ABRE EL CIRCUITO PARA INTERRUMPIR LA APERTURA DE LAS VALVULAS DE COMBUSTIBLE**
- **AL SUBIR LA PRESION SE CIERRA AUTOMATICAMENTE Y PERMITE QUE LA SECUENCIA DE ENCENDIDO CONTINUE.**

INTERRUPTOR DE BAJA PRESION DE AIRE DE COMBUSTION



- **EL INTERRUPTOR UTILIZADO ES EL HONEYWELL C645A.**
- **CON RESTABLECIMIENTO AUTOMATICO.**



INTERRUPTOR DE BAJA PRESION DE AIRE DE COMBUSTION

- FUNCIONA POR MEDIO DE UN MICROSWITCH.

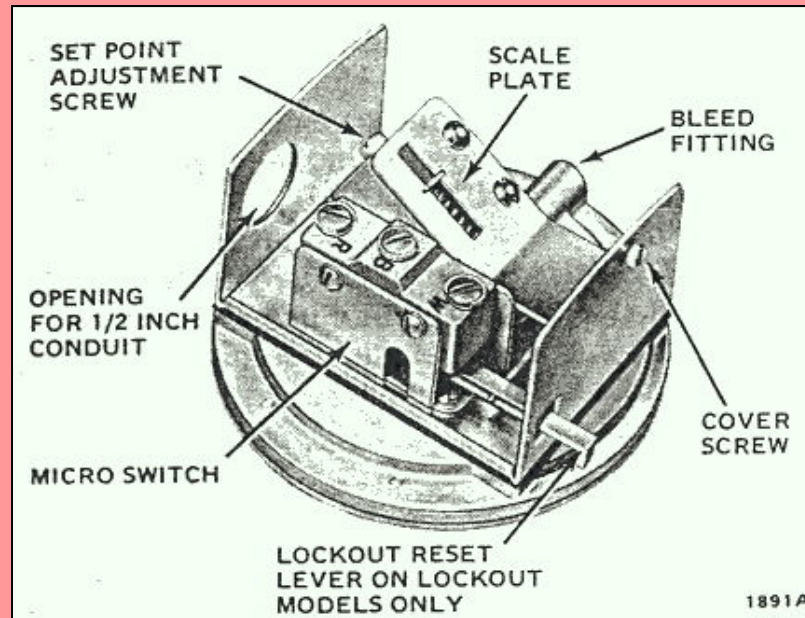
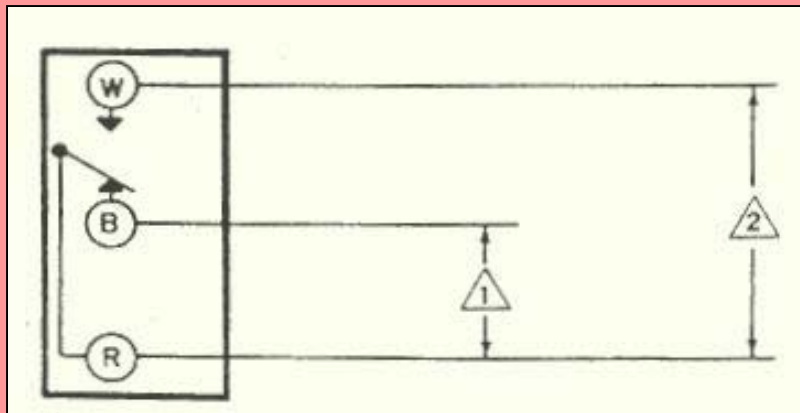
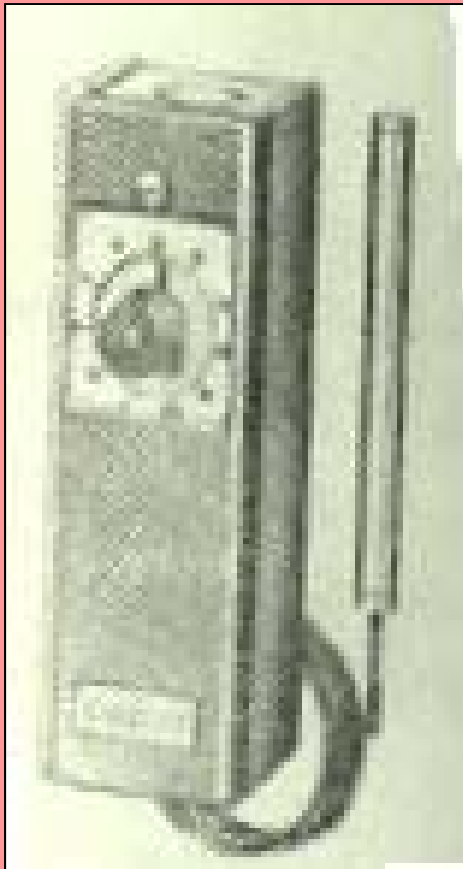


DIAGRAMA DE INTERRUPTOR DE BAJA PRESION AIRE



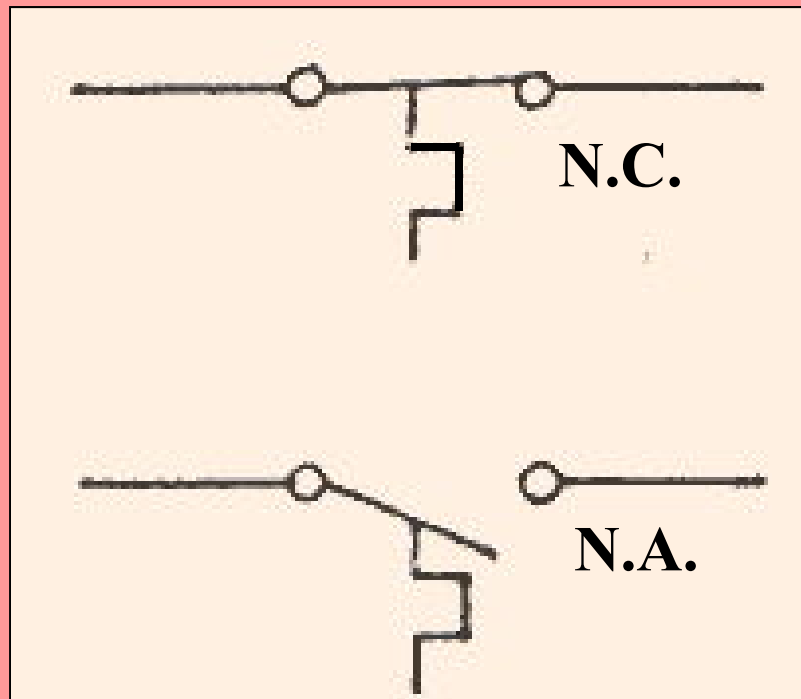
- **AL SUBIR LA PRESION EL CONTACTO R-W SE HACE Y EL CONTACTO R-B SE INTERRUMPE..**

INTERRUPTOR DE TEMPERATURA. (TERMOSTATO)



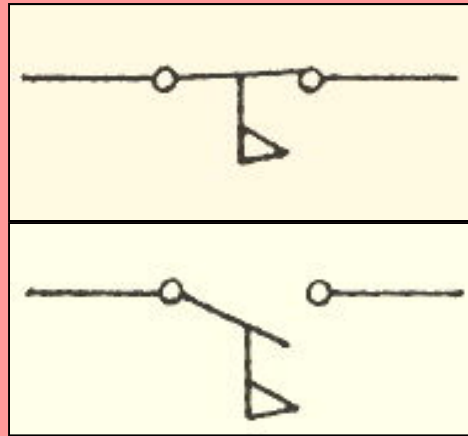
- **SE UTILIZA UN TERMOSTATO DE BULBO Y TUBO CAPILAR.**
- **CON UN INTERRUPTOR IPDT.**
- **PROPORCIONAN CONTROL AUTOMATICO DE TEMPERATURA.**

INTERRUPTOR DE TEMPERATURA. (TERMOSTATO)



- OPERA POR UNA VARIACION DE TEMPERATURA DE UN FLUIDO(LIQUIDO, VAPOR O GAS).
- ABRE O CIERRA UN CIRCUITO.

INTERRUPTOR DE FLUJO



- **SU OPERACION ES CONTROLADA POR LA PRESENCIA O AUSENCIA DE FLUJO DE AGUA.**
- **ACTUADA POR PALETAS.**
- **PUEDE SER DE UN POLO DOBLE TIRO.**

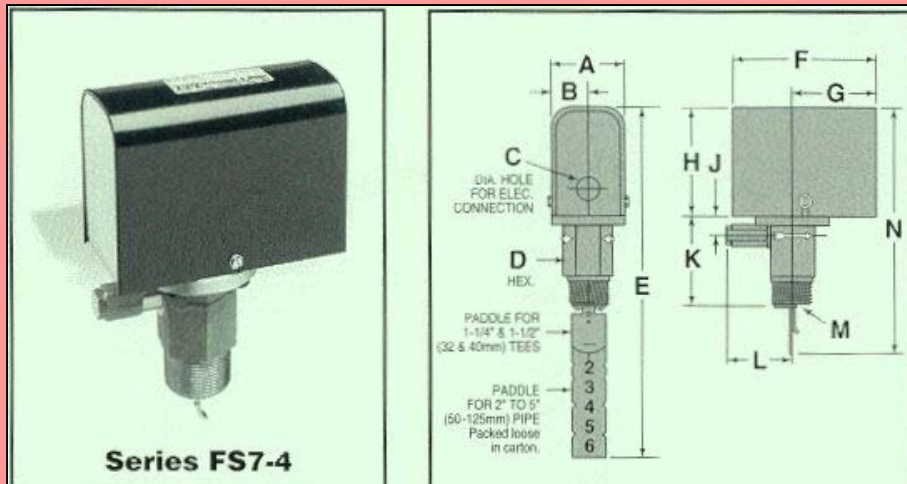
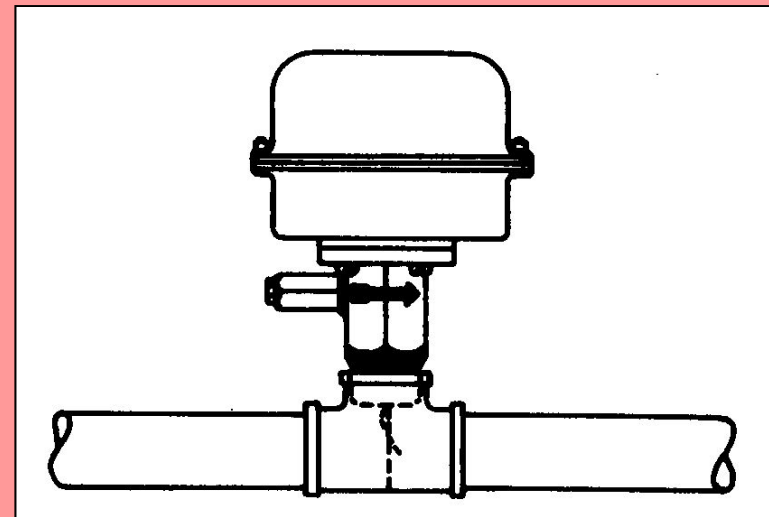
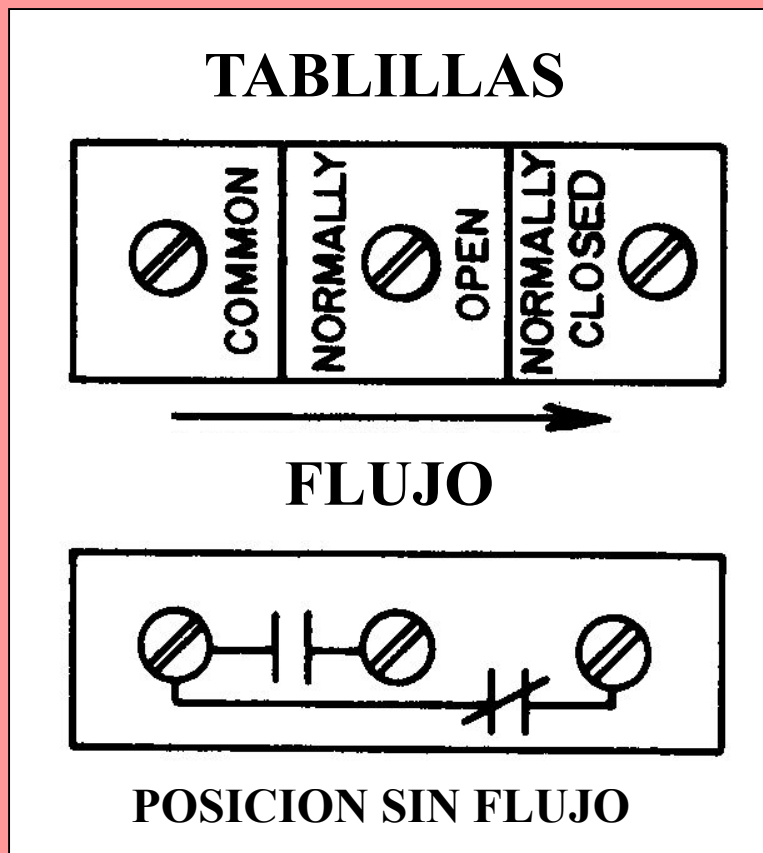
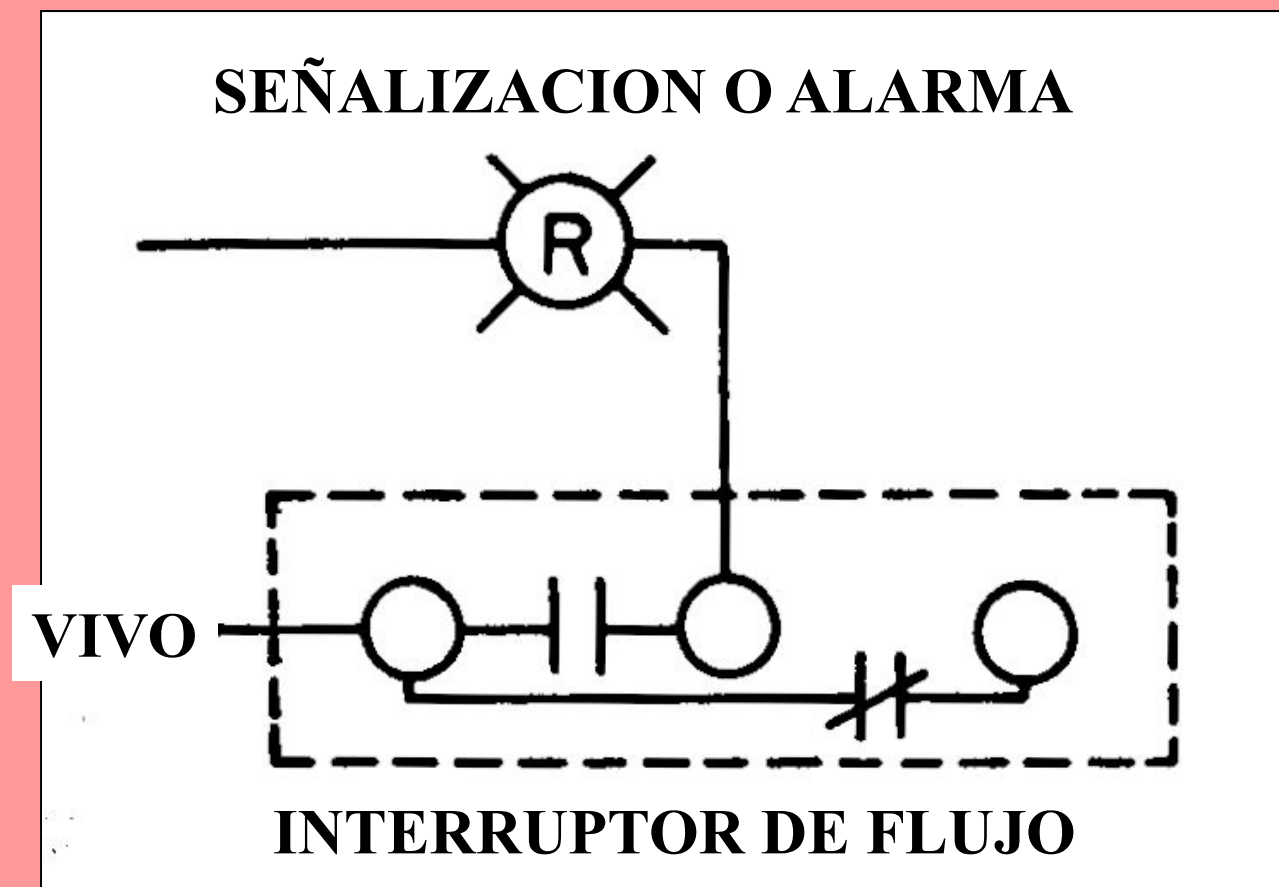


DIAGRAMA DE CONEXION INTERRUPTOR DE FLUJO.

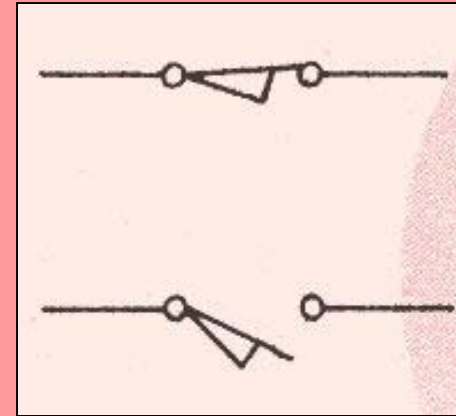
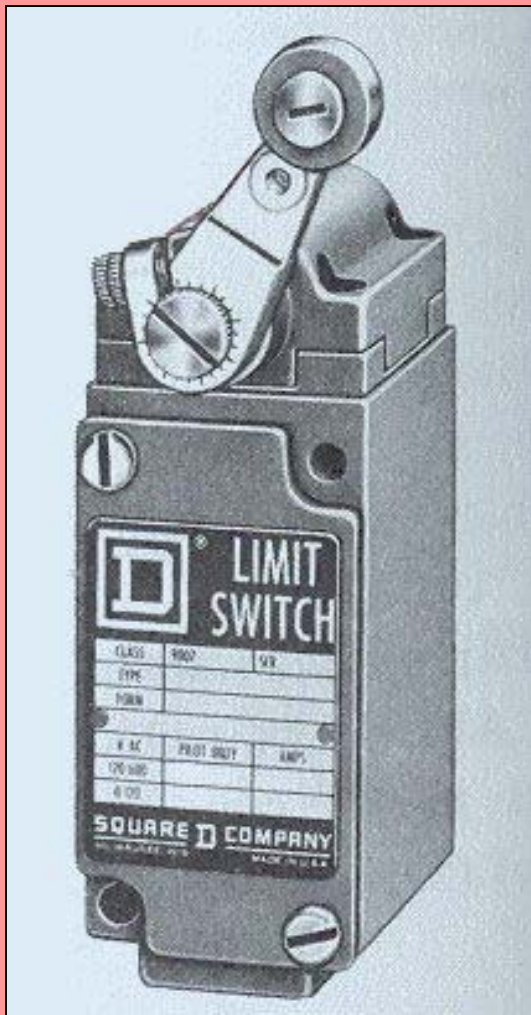


INSTALACION

CIRCUITO DE SEÑALIZACION O ALARMA DE FLUJO.

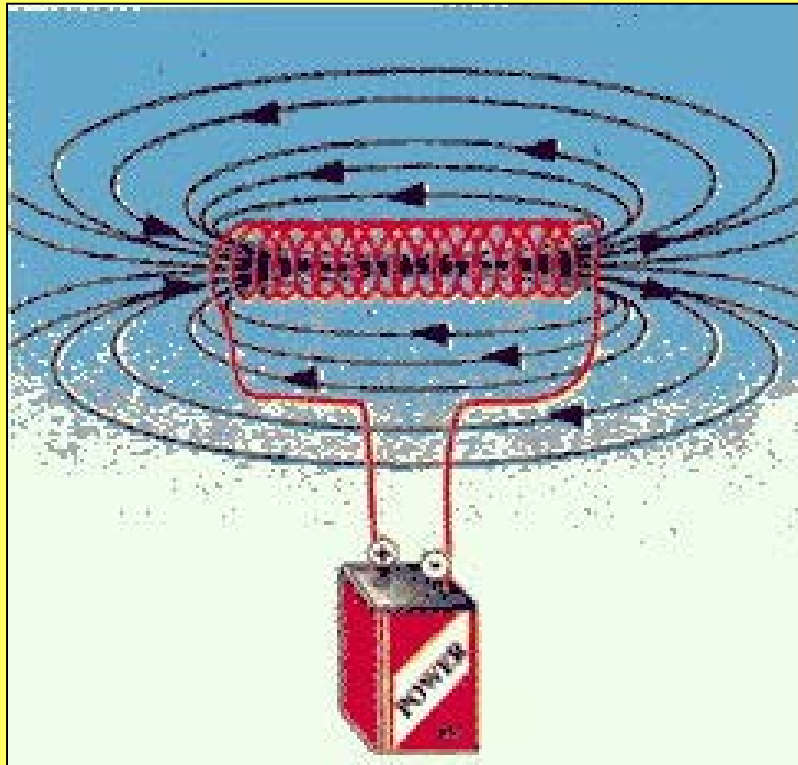
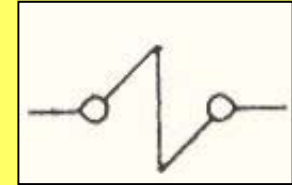


INTERRUPTOR LIMITE



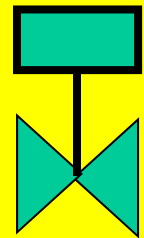
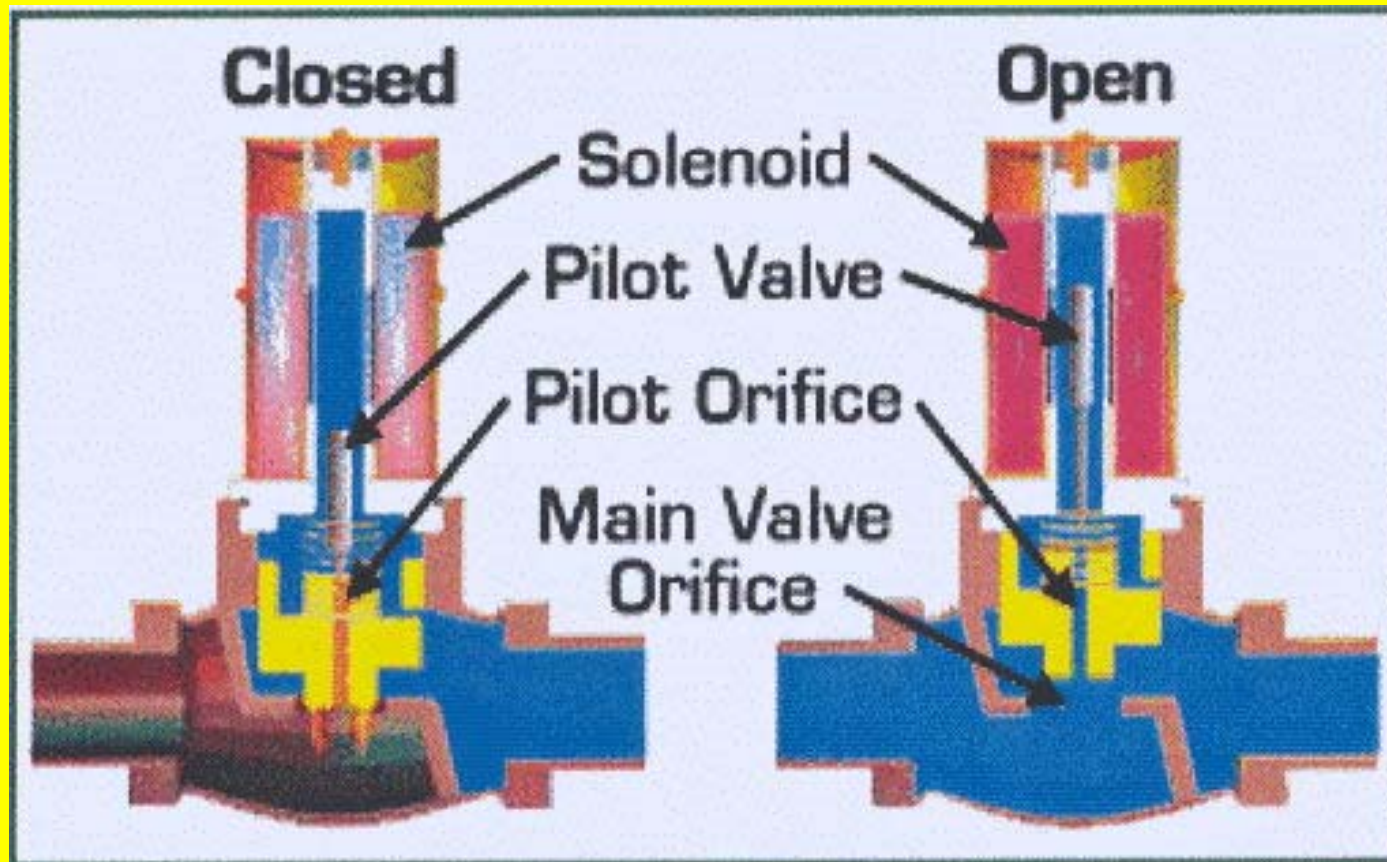
- **INTERRUPTOR OPERADO MECANICAMENTE POR UN BOTON, LEVA O RODILLO.**
- **MICROSWITCH**

SOLENOIDE



- **TAMBIEN LLAMADO BOBINA, CONSISTE EN UN ALAMBRE ENROLLADO ESPIRALMENTE.**
- **AL FLUIR LA CORRIENTE SE GENERA UN CAMPO MAGNETICO QUE SE UTILIZA PARA HACER TRABAJO.**

VALVULA SOLENOIDE



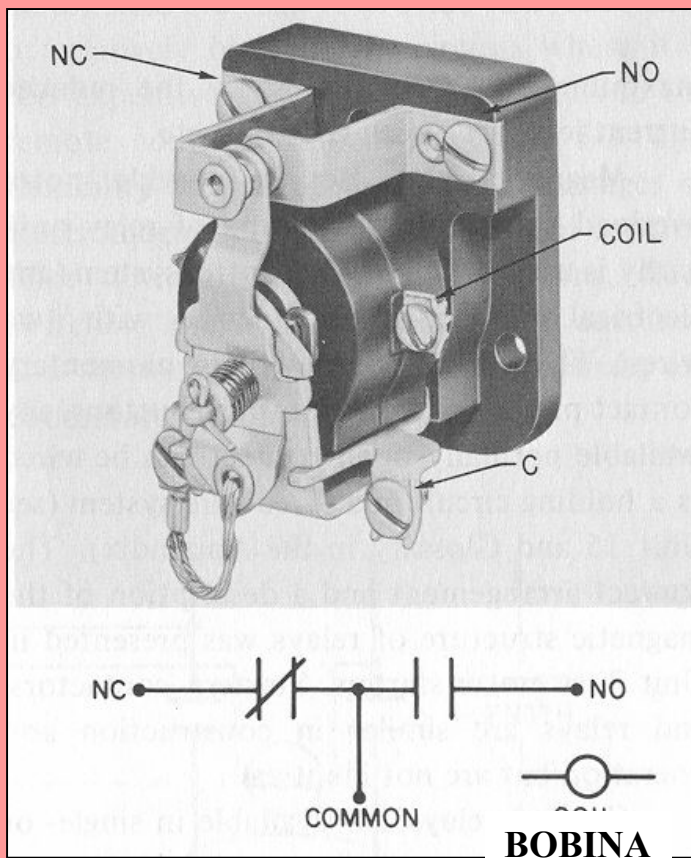
VALVULAS SOLENOIDE PARA COMBUSTOLEO Y DIESEL.

**VALVS.
COMBUST.**



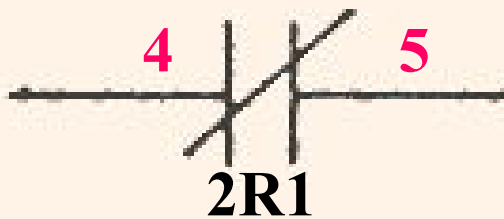
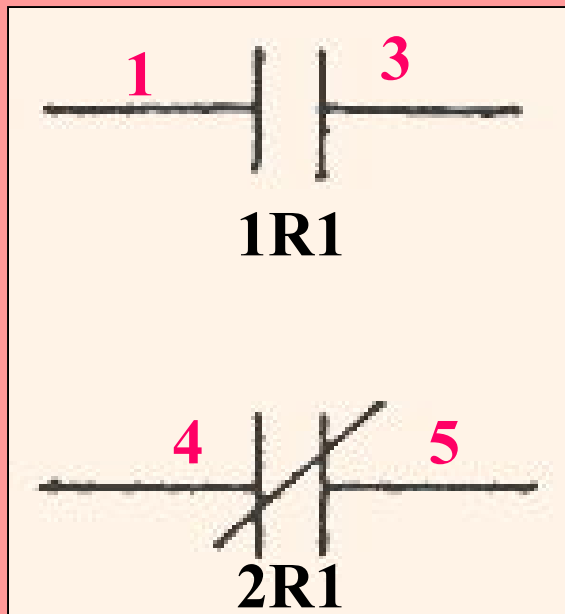
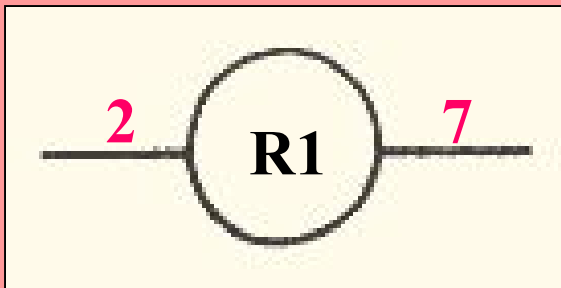
VALV. DE PURGA AIRE

RELEVADOR AUXILIAR



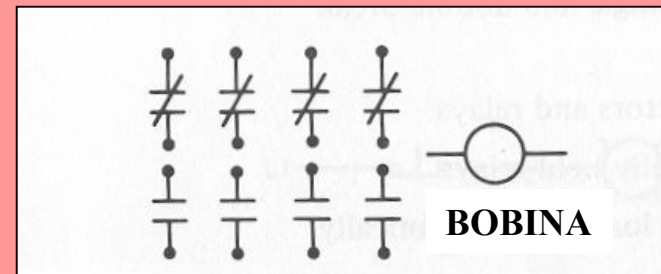
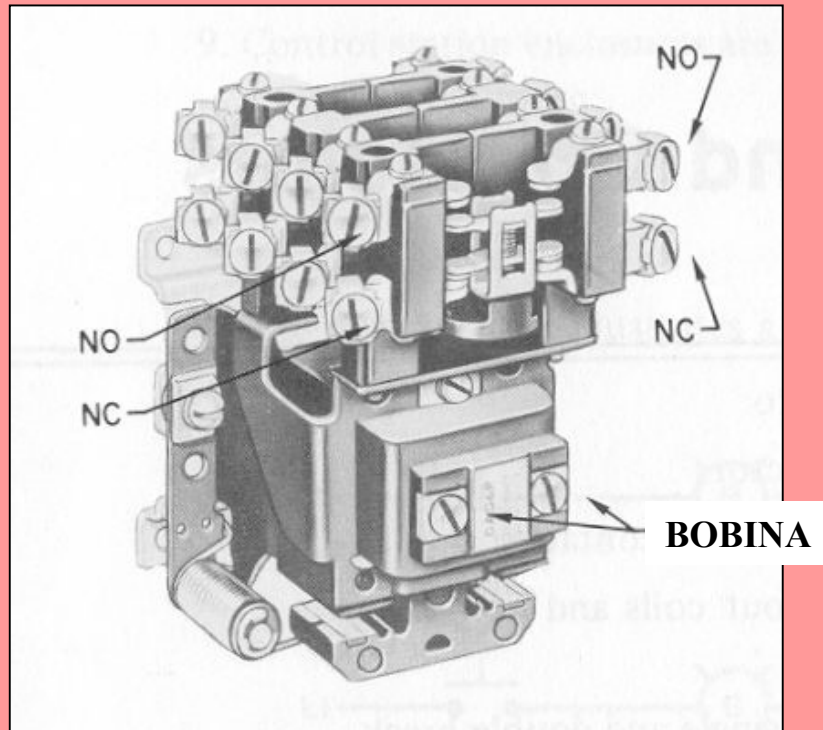
- **ES UN DISPOSITIVO CONTENIENDO UNO O VARIOS JUEGOS DE CONTACTOS QUE CAMBIAN DE POSICION CUANDO SE ENERGIZA UNA BOBINA.**

REPRESENTACION EN DIAGRAMA DEL RELEVADOR AUXILIAR

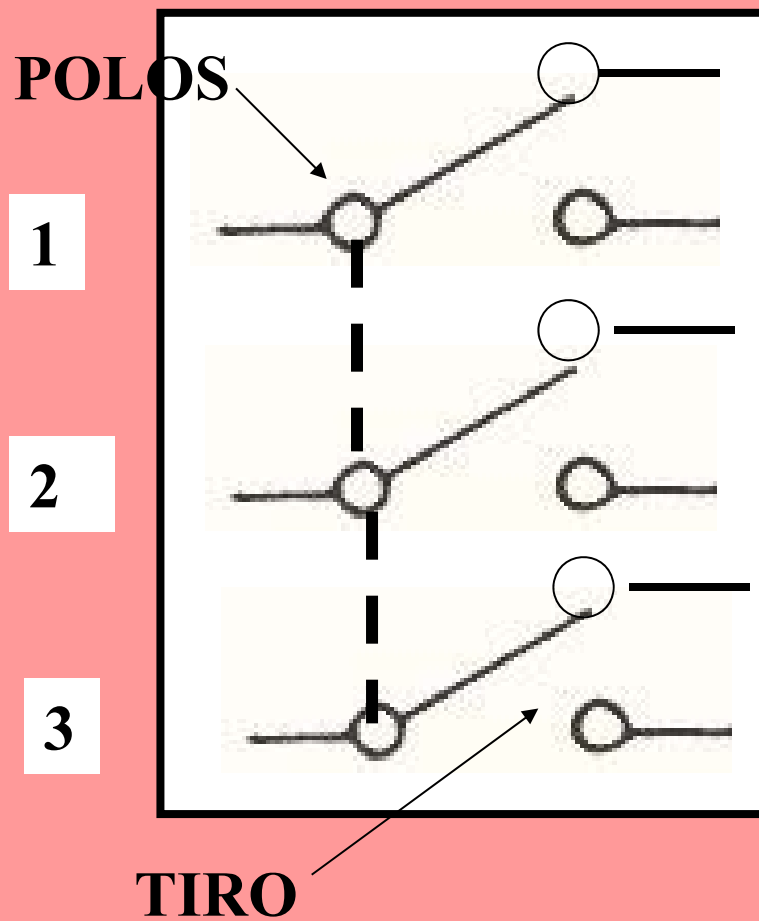


- **BOBINA. ACCIONA LOS CONTACTOS**
- **CONTACTO N.A.**
- **CONTACTO N.C.**

RELEVADOR DE 8 POLOS CON 4 CONTACTOS NA Y 4 NC



CONTACTOS DE RELEVADOR AUXILIAR



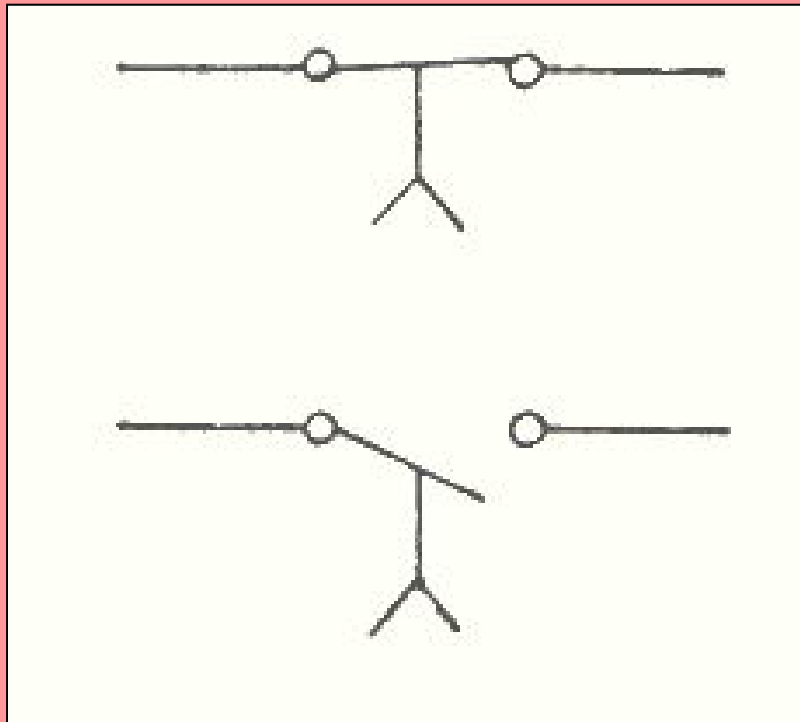
- **1P1T = UN POLO UN TIRO.**
- **1P2T = UN POLO DOBLE TIRO**
- **ESTE RELEVADOR ES 3P2T. 3 POLOS DOBLE TIRO.**
- **LOS CONTACTOS SE NUMERAN:
#cR#r**

RELEVADOR DE TIEMPO (TIMER)

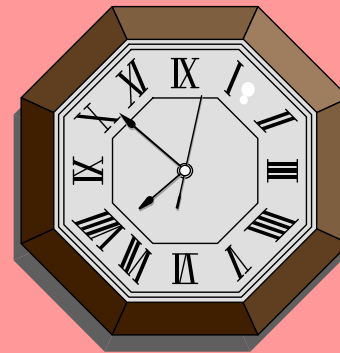


- SIMILAR A UN RELEVADOR AUXILIAR EXCEPTO QUE LOS CONTACTOS OPERAN CON CIERTO TIEMPO DE RETARDO DESPUES DE QUE LA BOBINA HA SIDO ENERGIZADA O DESENERGIZADA.

RELEVADOR DE TIEMPO (TIMER)


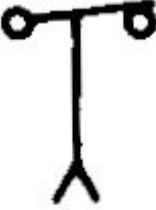




- **SU OPERACION LA CONTROLA UN MECANISMO DE RELOJ.**

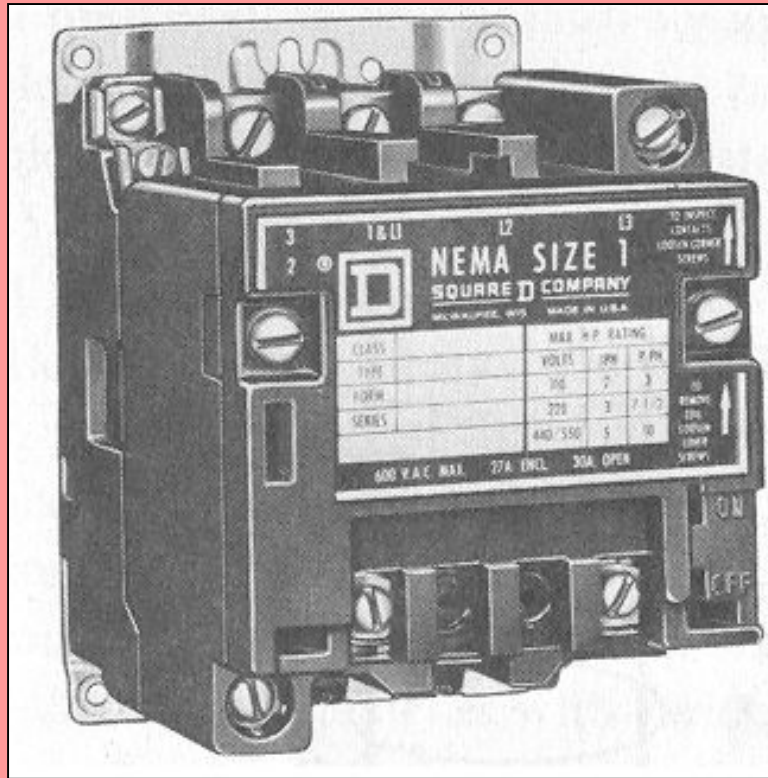


SIMBOLOS PARA CONTACTOS DE RELEVADOR DE TIEMPO

ACCION DE LOS CONTACTO SE RETARDA DESPUES DE QUE LA BOBINA ES:

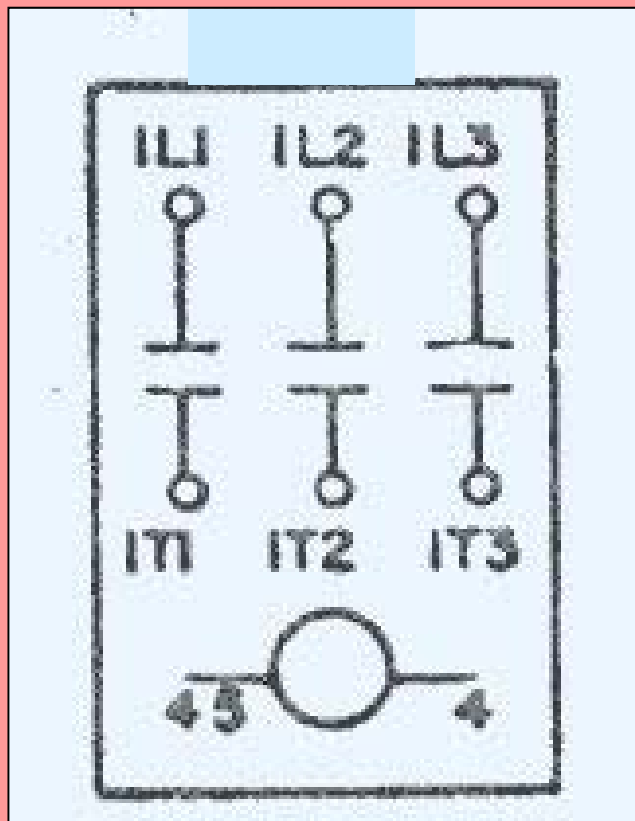
ENERGIZADA		DESENERGIZADA	
N.O.T.C.	N.C.T.O.	N.O.T.O.	N.C.T.C.
			
ON RETRASO		OFF RETRASO	

CONTACTOR MAGNETICO.



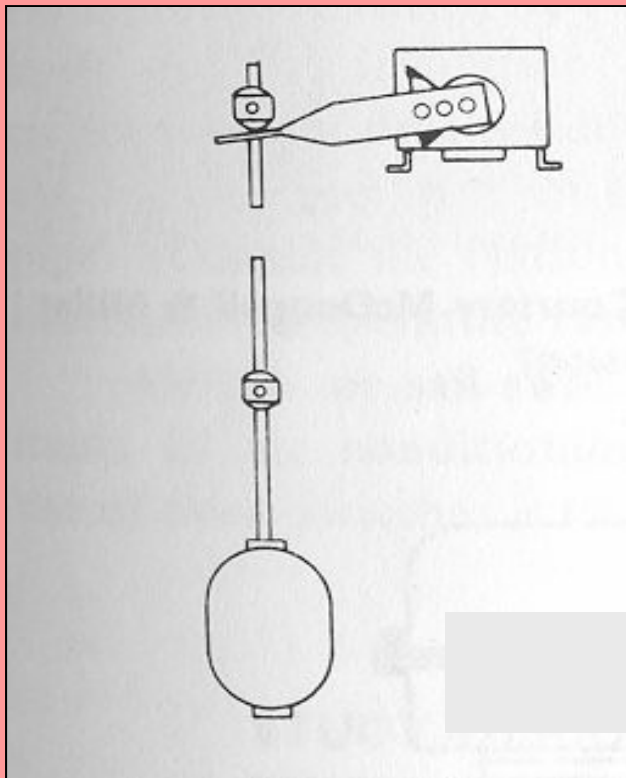
- SON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS QUE SIRVEN PARA CONECTAR Y DESCONECTAR CIRCUITOS DE POTENCIA.
- MANEJAN ALTAS CORRIENTES A TRAVES DE LOS CONTACTOS.

DIAGRAMA ELEMENTAL DE UN CONTACTOR.



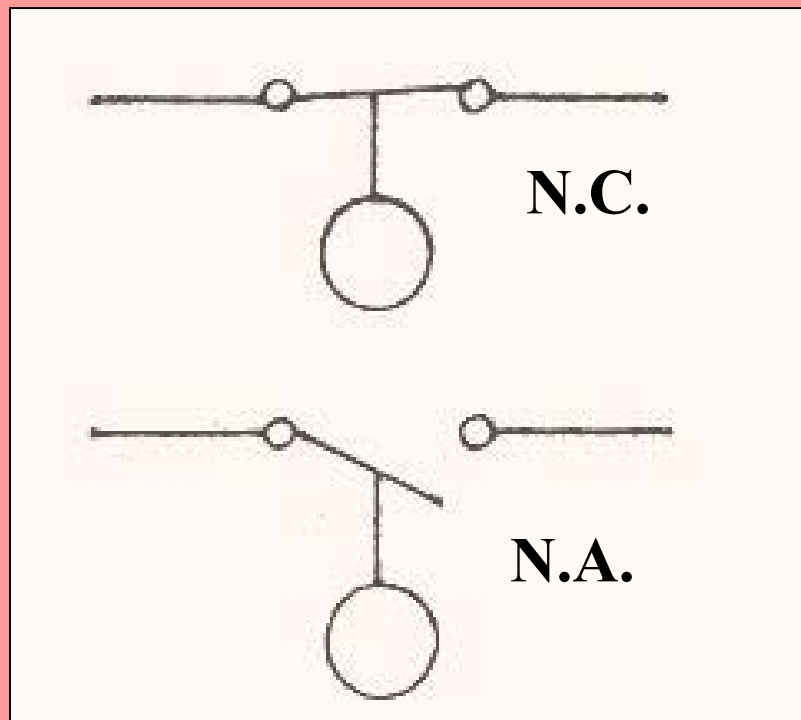
- EL CONTACTOR TIENE 3 POLOS, TIRO SENCILLO.
- ES UNO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LOS ARRANCADORES DE MOTORES.

INTERRUPTORES DE NIVEL



- TIPO FLOTADOR.
- ACTUA CONTACTOS CUANDO BAJA O SUBE EL NIVEL

INTERRUPTOR DE NIVEL



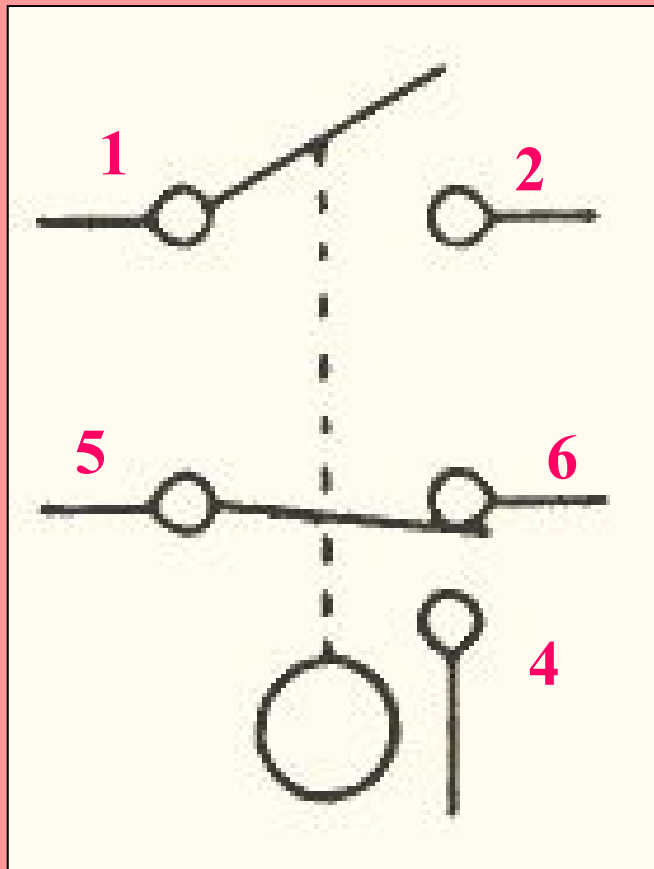
- **OPERA POR UNA VARIACION EN EL NIVEL DE UN LIQUIDO.**
- **ABRE O CIERRA UN CIRCUITO.**

CONTROL DEL NIVEL DE AGUA DE UNA CALDERA



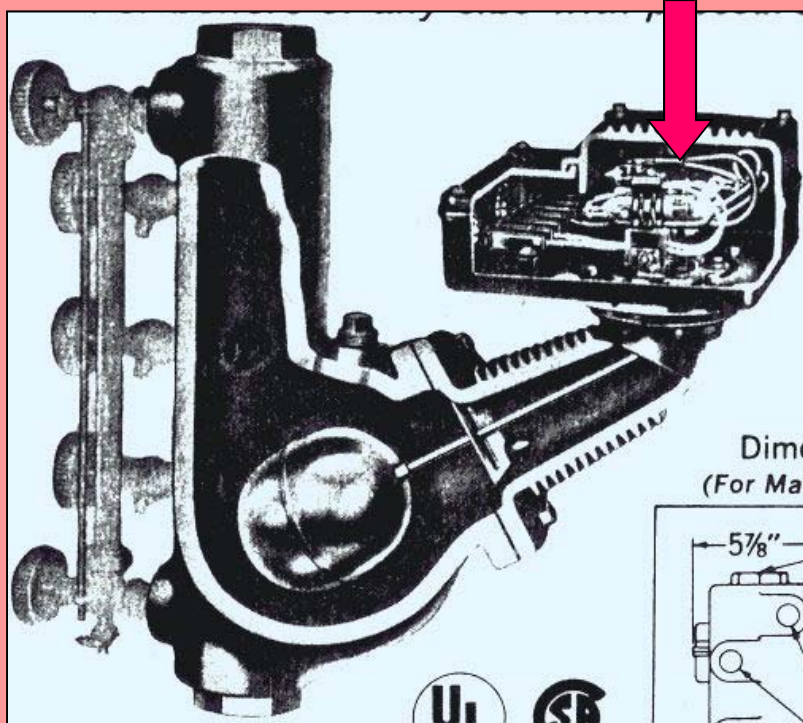
- **TAMBIEN SE LE CONOCE COMO LA COLUMNA DE AGUA.**
- **ACCIONA MEDIANTE UN FLOTADOR Y 2 INTERRUPTORES DE MERCURIO.**

CONTROL DEL BAJO NIVEL DE AGUA



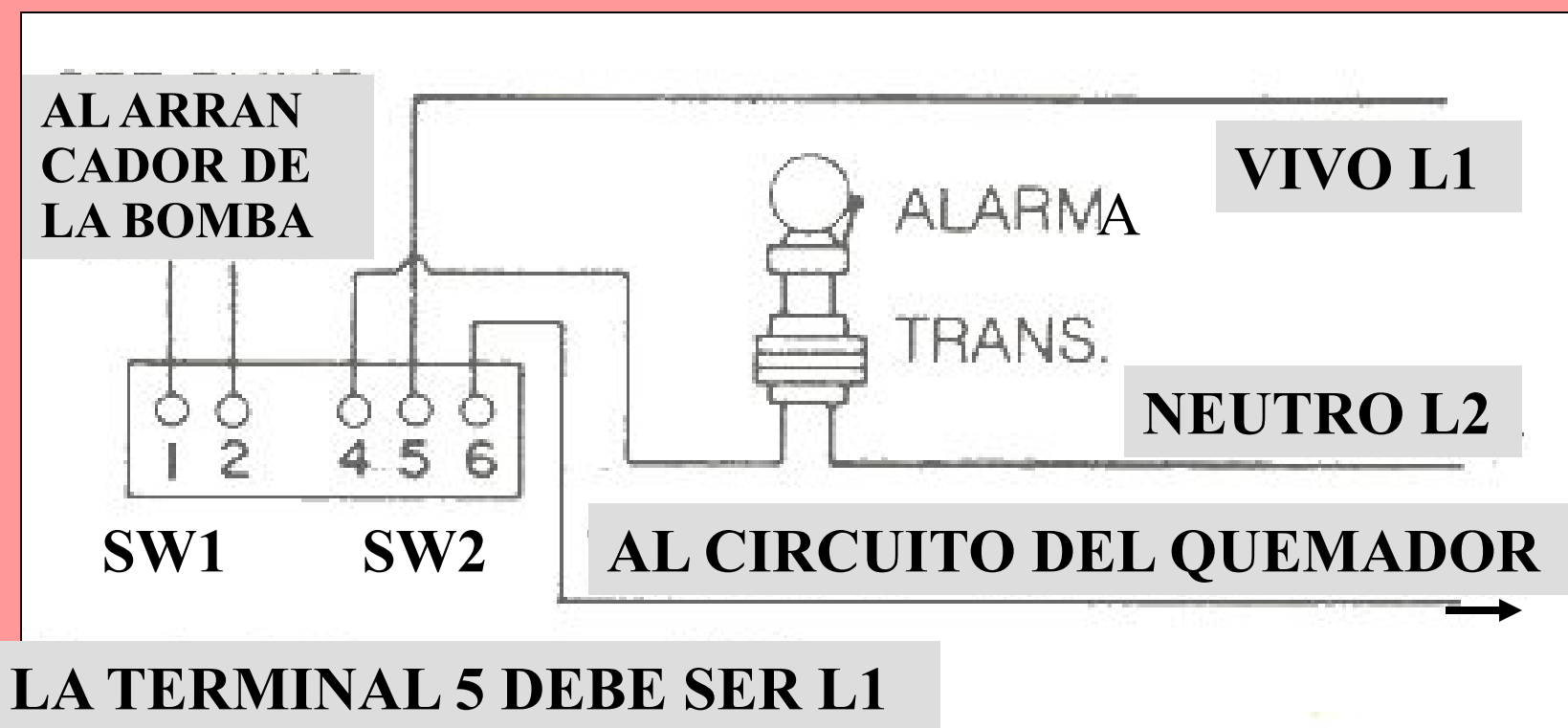
- **ESTE INSTRUMENTO TIENE LA FUNCION DE CONTROLAR EL NIVEL DE AGUA Y DE VERIFICAR CUANDO ESTE NIVEL BAJA ABAJO DE LO NORMAL**

CONTROL DEL BAJO NIVEL DE AGUA

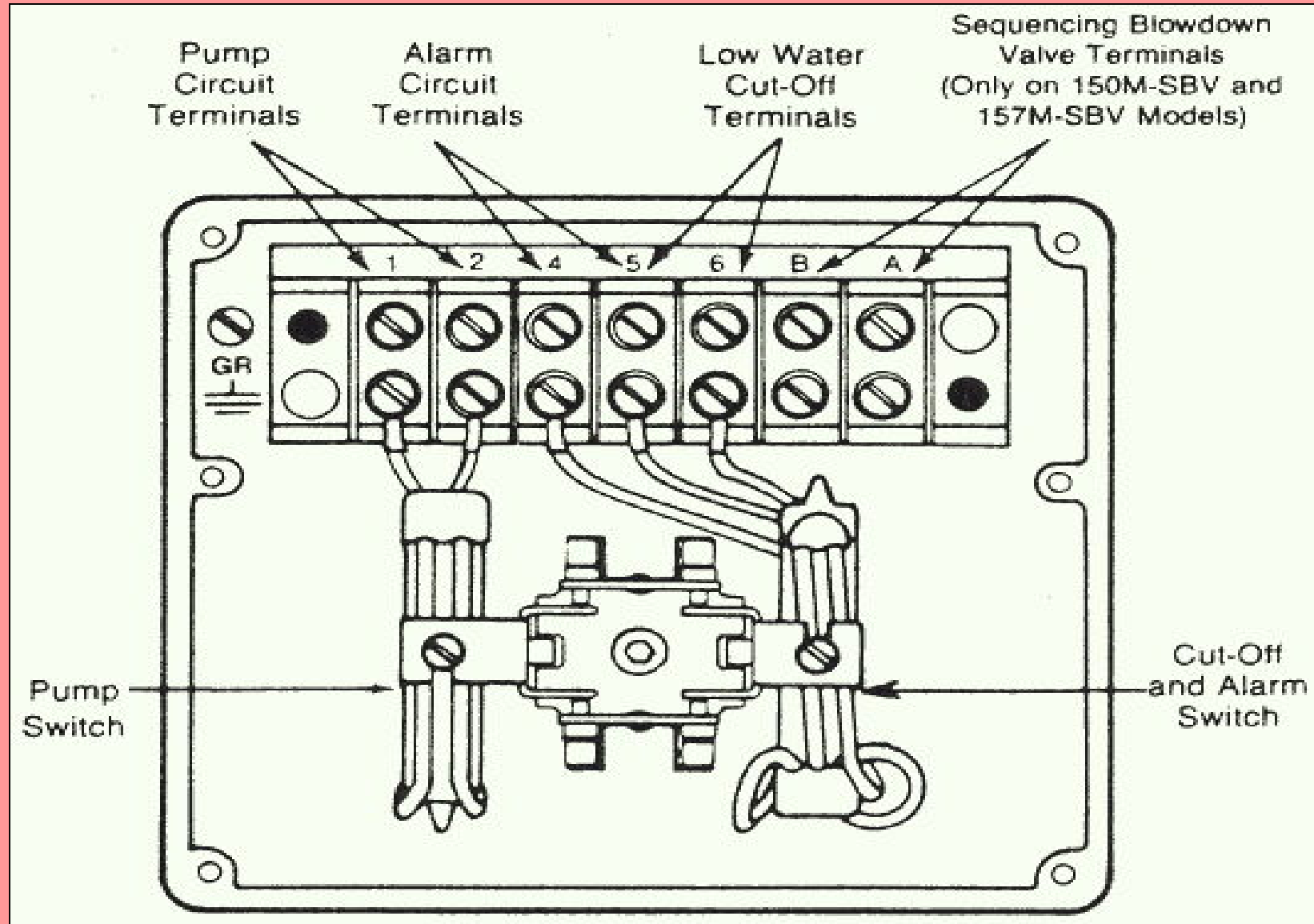


- **ESTE INSTRUMENTO TIENE 2 INTERRUPTORES.**
- **EL PRIMERO CONTROLA EL ARRANQUE Y PARO DE LAS BOMBAS.**
- **EL SEGUNDO PARA EL QUEMADOR Y ACCIONA LA ALARMA.**

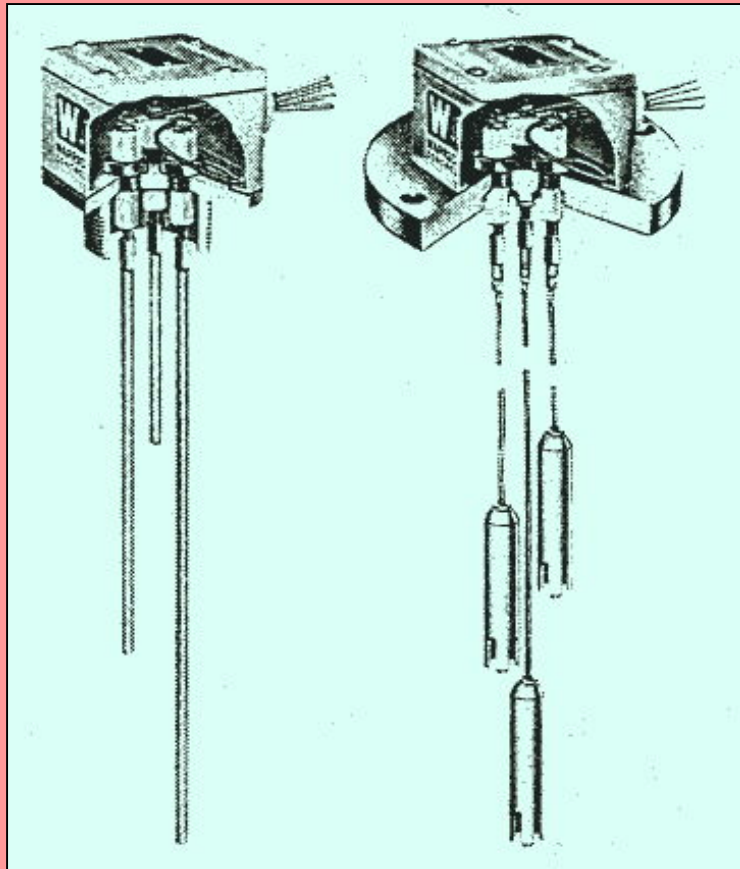
CIRCUITO DEL CONTROL MM157



TABLILLAS DEL CONTROL MM157



CONTROL DE NIVEL POR ELECTRODOS



- TAMBIEN SE PUEDE UTILIZAR UN CONTROL DE NIVEL AUXILIAR ACTUADO POR ELECTRODOS.
- CONOCIDO COMO UN WARRICK.

CONTROL DE NIVEL POR ELECTRODOS

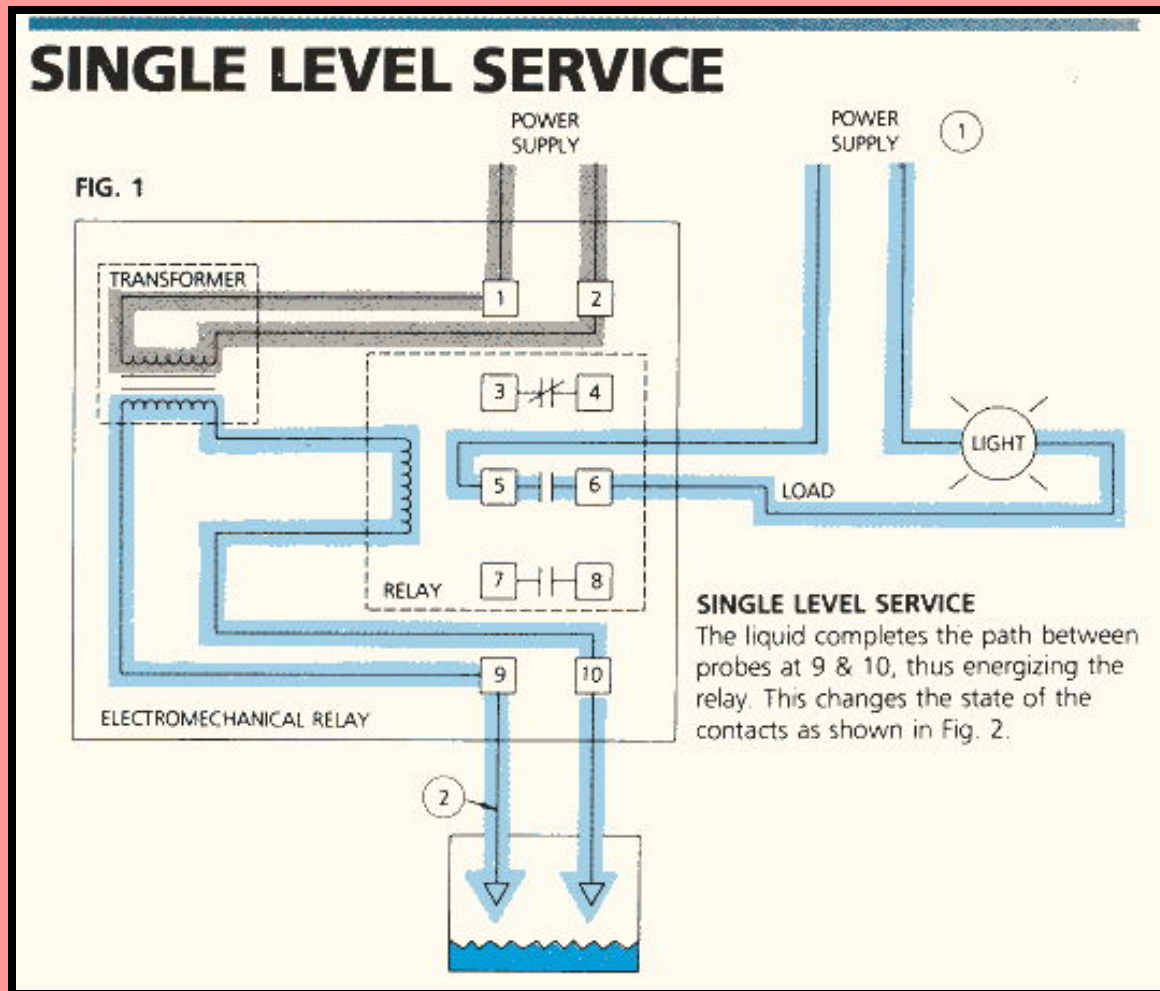


FIG. 1

CONTROL DE NIVEL POR ELECTRODOS

- AL SUBIR EL NIVEL DEL AGUA SE CIERRA EL CIRCUITO 9-10.
- ESTO ENERGIZA EL RELEVADOR HACIENDO QUE LOS CONTACTOS CAMBIEN Y LA CORRIENTE FLUYA COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 2.

CONTROL DE NIVEL POR ELECTRODOS

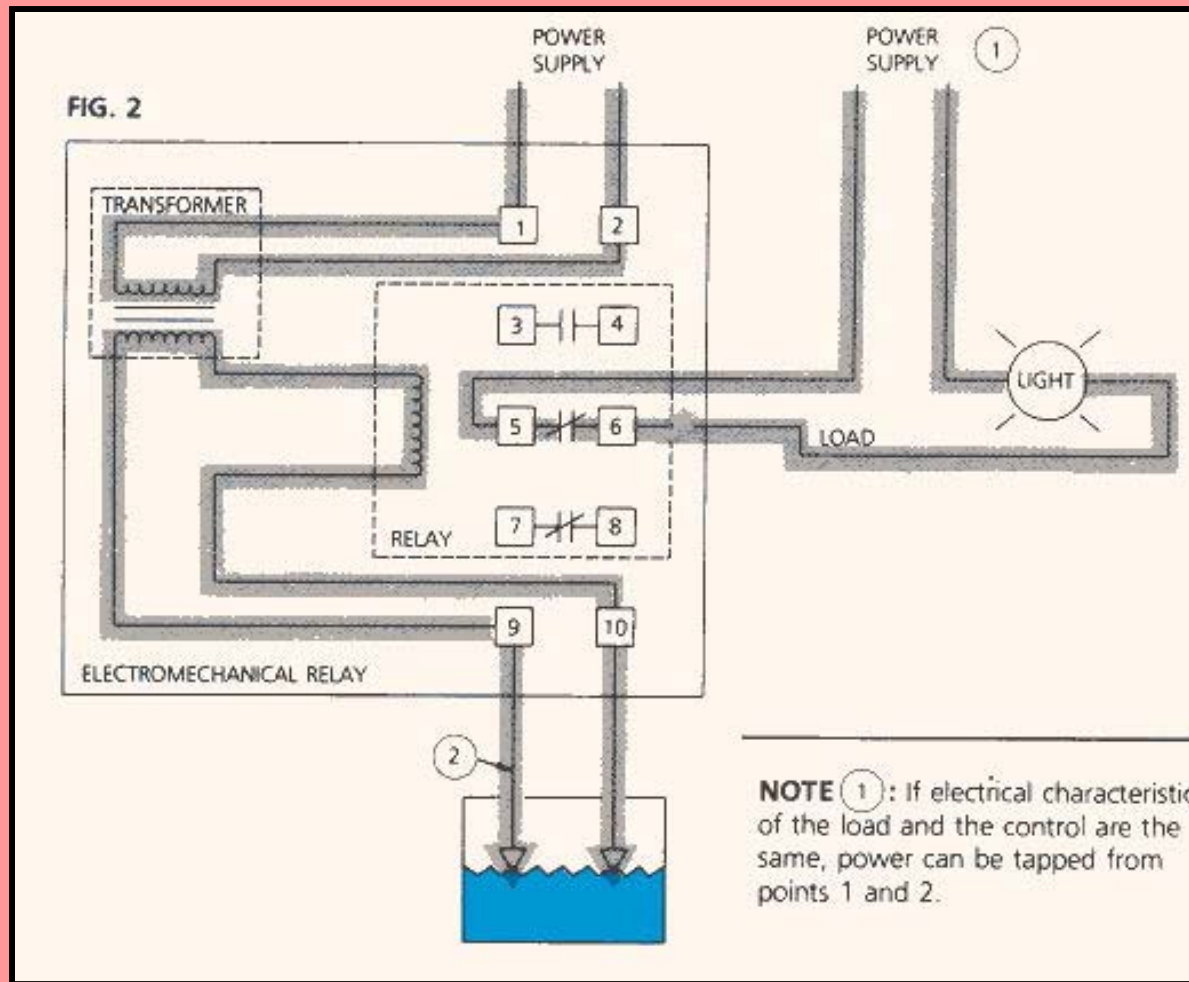
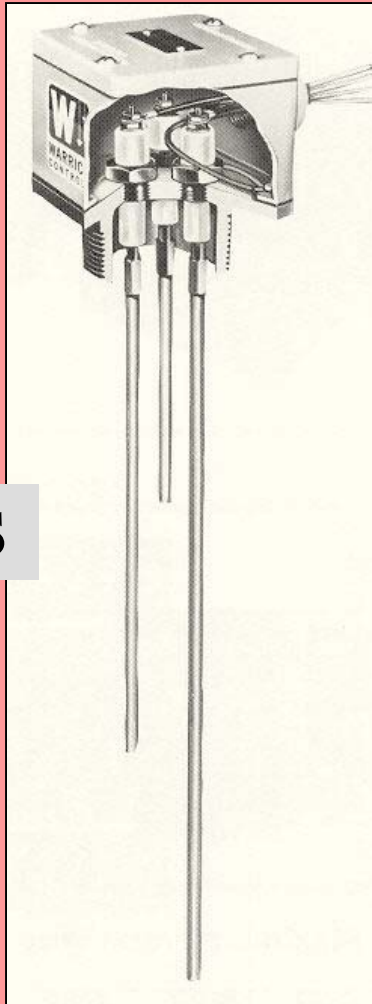
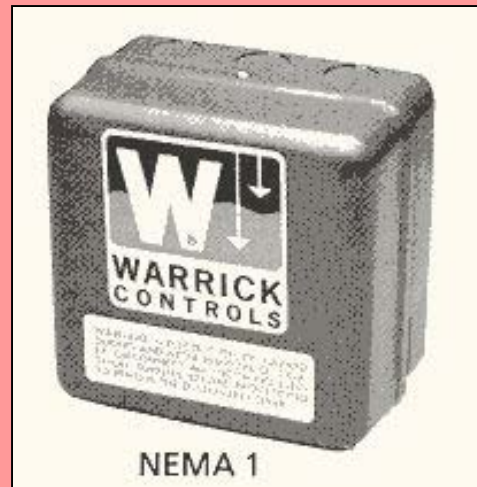


FIG. 2

CONTROL DE NIVEL POR ELECTRODOS

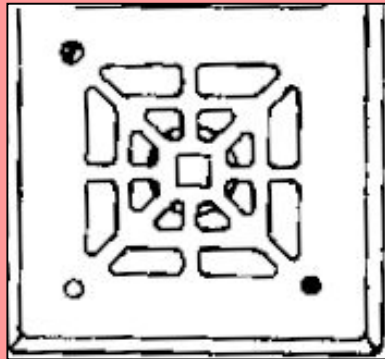
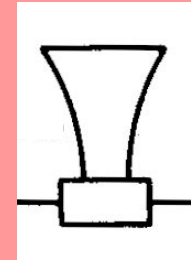


ELECTRODOS



CAJA DE CONTROL

ALARMA AUDIBLE



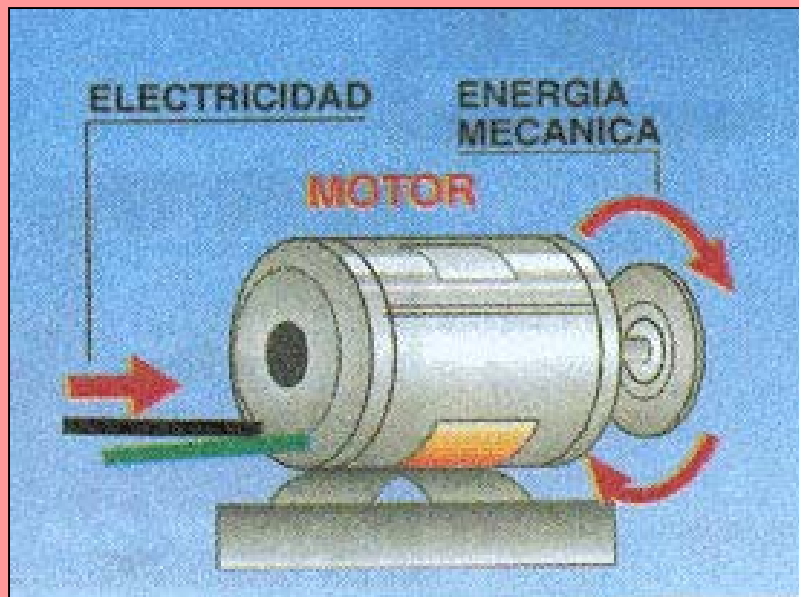
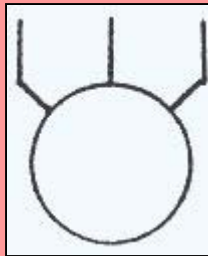
- UN DISPOSITIVO QUE GENERA RUIDO AUDIBLE DE UNA INTENSIDAD QUE ATRAE LA ATENCION DE LOS OPERADORES EN SITUACIONES ANOMALAS.
- PUEDEN SER; CORNETAS, CAMPANAS CHICHARRAS, CLAXONS, ETC.

FOTOCELIDAS



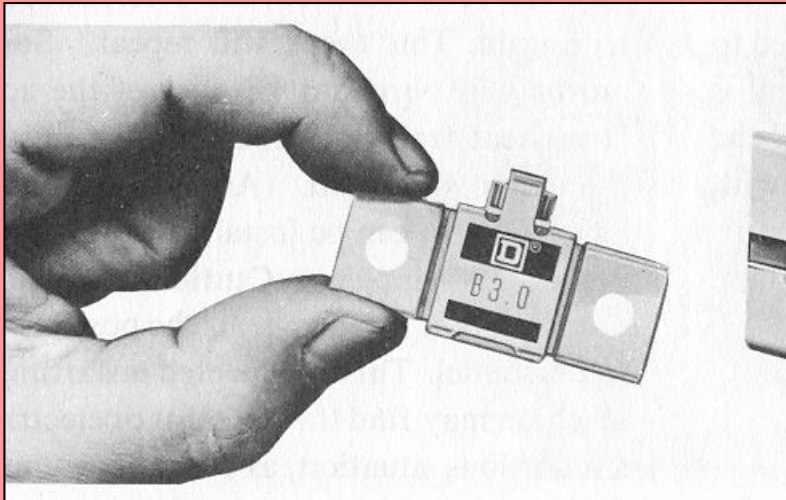
- DETECTA LUZ VISIBLE.
- GENERA UNA MILICORRIENTE.
- ESTA MILICORRIENTE SE PUEDE AMPLIFICAR Y UTILIZAR PARA ENERGIZAR UN RELEVADOR.

MOTOR ELECTRICO



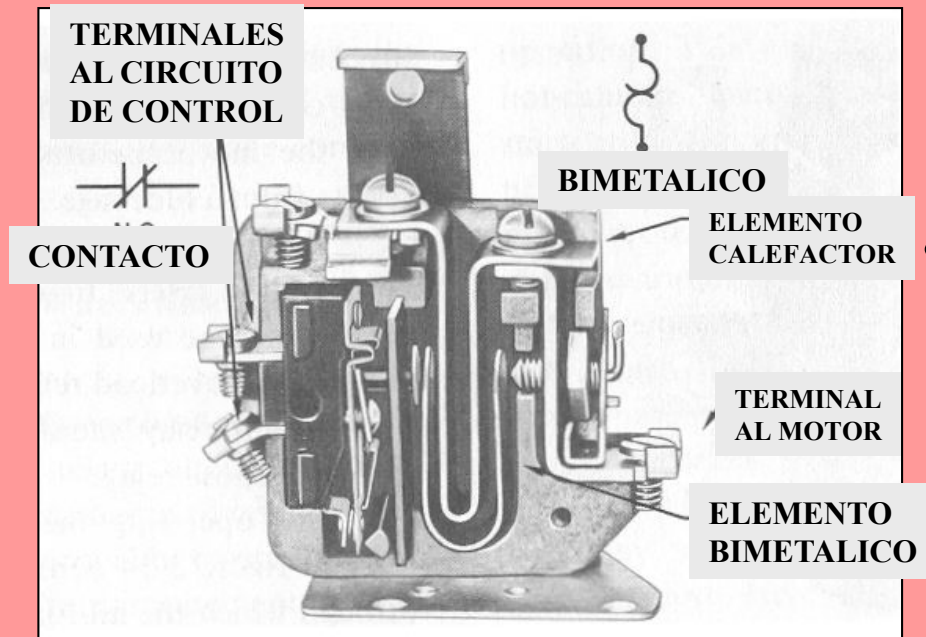
- APARATO QUE TRANSFORMA LA ENERGIA ELECTRICA DE ENTRADA EN ENERGIA MECANICA DE SALIDA.

ELEMENTO TERMICOS DE SOBRECARGA.



- SON ELEMENTOS TERMICOS QUE PROTEJEN AL MOTOR DE SOBRECARGAS.
- PERMITEN FLUJOS DE CORRIENTE NORMAL PERO ACTUAN CON FLUJOS MAS ALTOS Y PROLONGADOS.
- CUANDO LA CORRIENTE ES ALTA Y PROLONGADA ABREN E INTERRUMPEN LA CORRIENTE AL MOTOR..

ELEMENTOS BIMETALICOS LOS MAS COMUNES.



- ACTUAN POR LA DIFERENCIA DE EXPANSION DE 2 METALES DIFERENTES.
- SON AJUSTABLES DE 85 a 115% DE LA CORRIENTE NOMINAL DE UN MOTOR.
SE RECOMIENDAN CON RESTABLECIMIENTO MANUAL.

ARRANCADORES DE MOTORES



- SON DISPOSITIVOS ELECTRICOS QUE SIRVEN PARA ENERGIZAR Y DESENERGIZAR MOTORES Y PROPORCIONAR PROTECCION PARA LOS MISMOS,

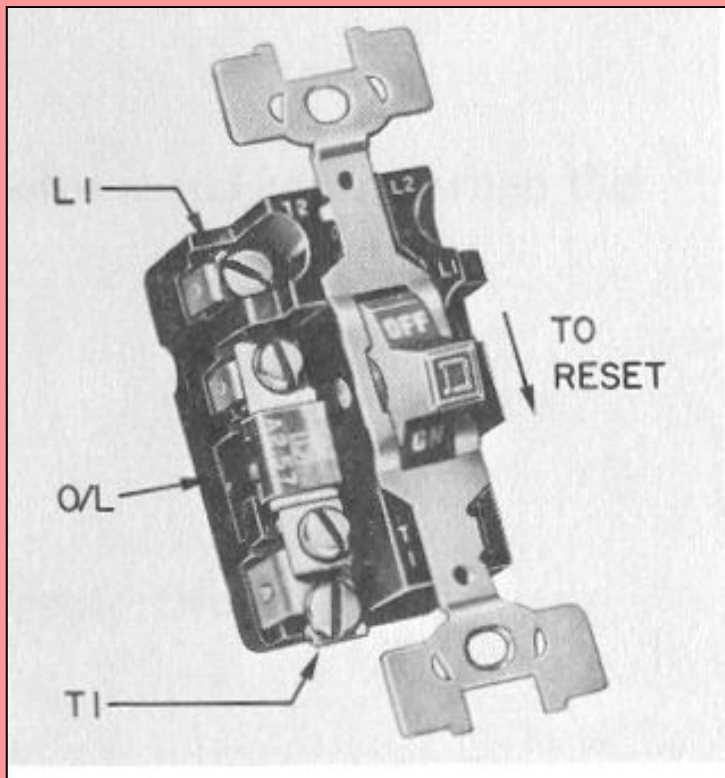
LOS ARRANCADORES DEBEN DE PROTEGER AL MOTOR CONTRA:

- CORRIENTES EXCESIVAS DE CORTO CIRCUITO.
- SOBRECARGA DEL MOTOR.
- SOBRE-CALENTAMIENTO DEL MOTOR.
- PROTECCION CONTRA FASE ABIERTA.

PARTES PRINCIPALES DE UN ARRANCADOR:

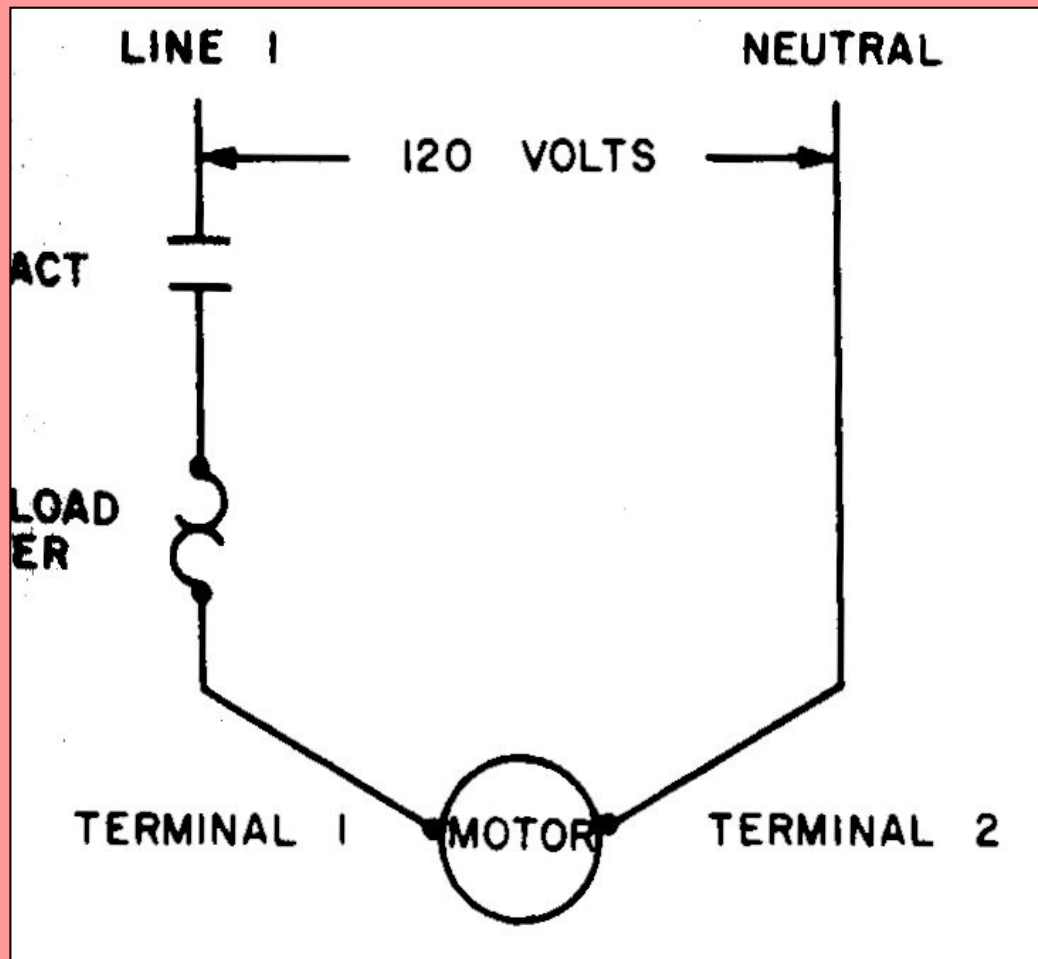
- DESCONECTADOR Y PROTECCION CONTRA CORTOCIRCUITO,, INTERRUPTOR DE FUSIBLES O TERMOMAGNETICO.
- ELEMENTO TERMICOS DE SOBRECARGA.
- DISPOSITIVO ARRANQUE-PARO

ARRANCADORES PARA MOTORES FRACCIONALES.

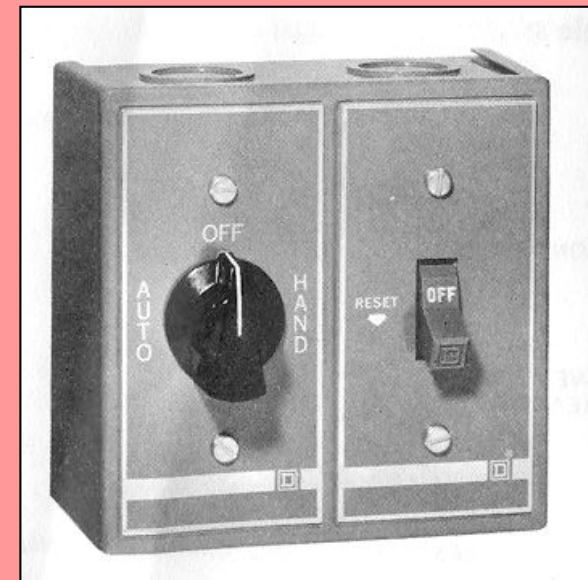
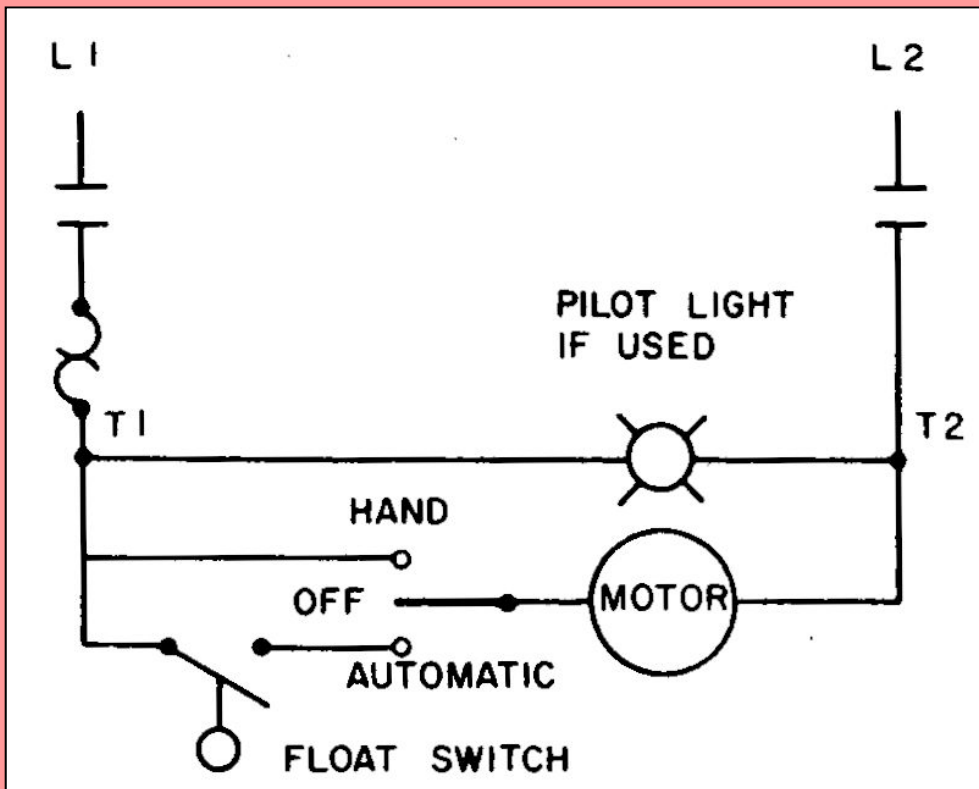


- ARRANCADOR MANUAL.
- ARRANCAR-PARAR.
- TIENE UNA PROTECCION TERMICA DE SOBRECARGA.

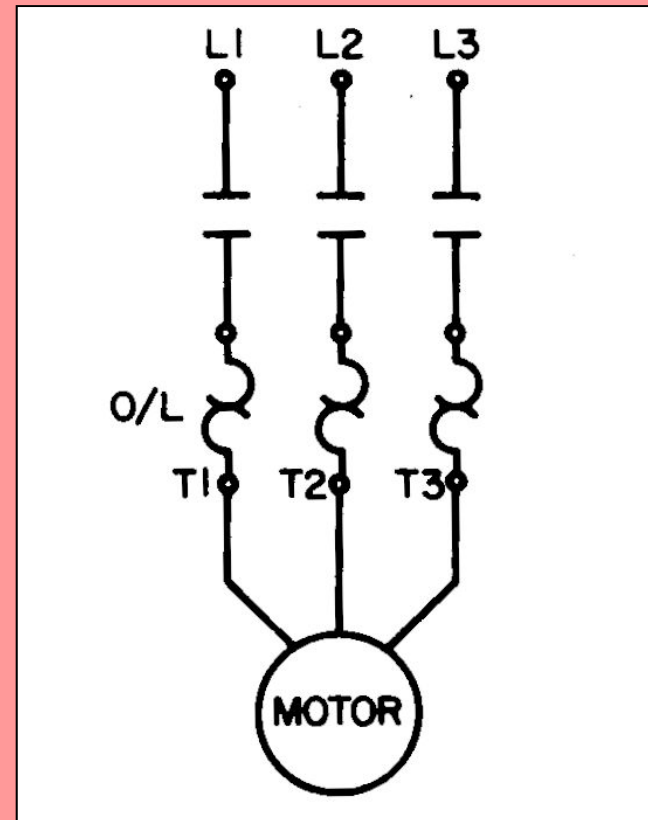
DIAGRAMA DE UN ARRANCADOR DE MOTOR FRACCIONAL MONOFASICO.



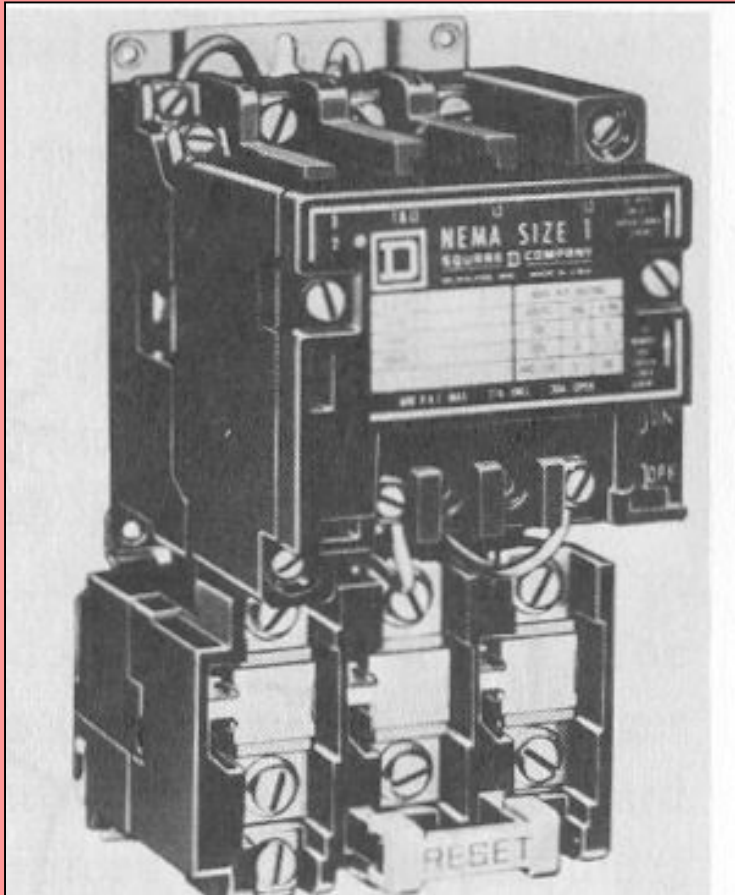
CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANCADOR MANUAL CON SELECTOR.



ARRANCADOR MANUAL TRIFASICO HASTA 10 HP.

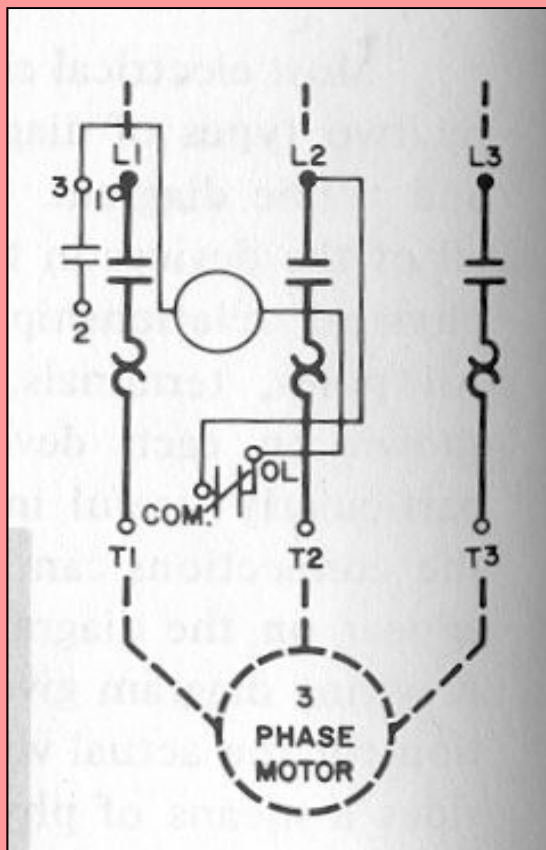


ARRANCADORES MAGNETICOS



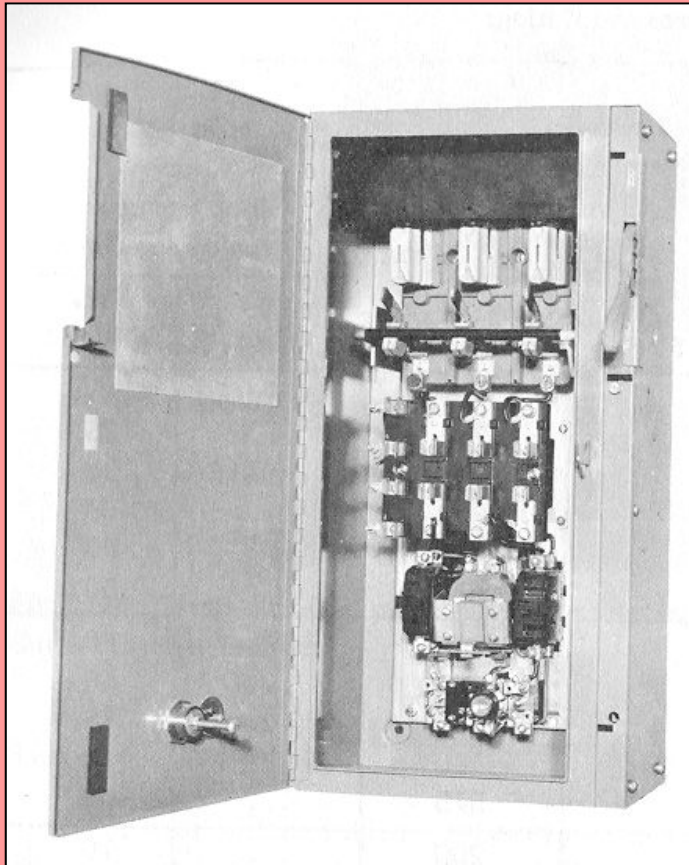
- ARRANQUE A VOLTAJE PLENO.
- USAN FUERZA ELECTRO-MAGNETICA.(BOBINA) PARA CERRAR CONTACTOS.
- PUEDEN SER ACTUADOS REMOTAMENTE POR DISPOSITIVOS TALES COMO; BOTONERAS, INTERRUPTORES, ETC.

DIAGRAMA DE ARRANCADOR MAGNETICO TRIFASICO.



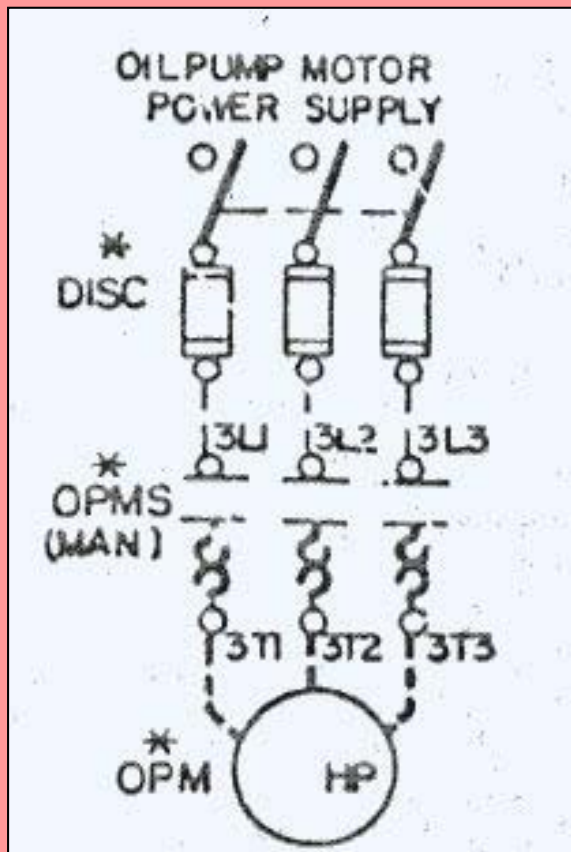
- CONTACTOR.
- ELEMENTOS TERMICOS.
- BOBINA.
- CONTACTO AUXILIAR.

ARRANCADOR COMBINADO



- DESCONECTADOR.
- DISPOSITIVO DE PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO.
- CONTACTOR.
- ELEMENTOS TERMICOS.
- EN UN SOLO GABINETE.

DIAGRAMA DEL ARRANCADOR COMBINADO.



- DESCONECTADOR DE NAVAJAS.
- PROTECCION POR FUSIBLES.
- CONTACTORS.
- ELEMENTOS TERMICOS.
- CONEXION A MOTOR.

3.0

DIAGRAMAS DE CONTROL

DIAGRAMA ELEMENTAL(ESCALERA)
DIAGRAMA DE CONEXIÓN (PUNTO A PUNTO).

DIAGRAMA UNIFILAR.

INTERCONEXIONES TABLERO-CAMPO



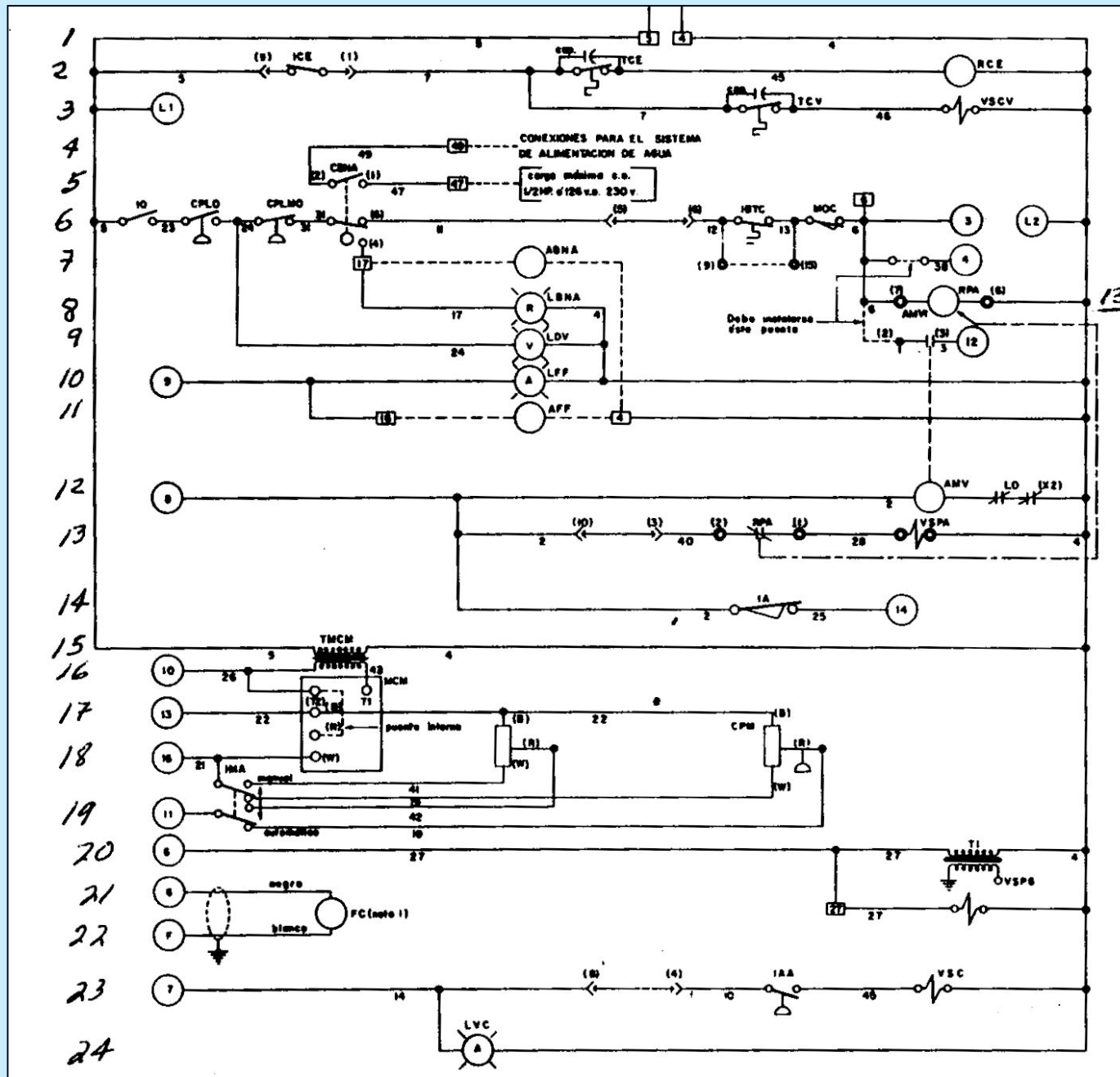


DIAGRAMA ELEMENTAL

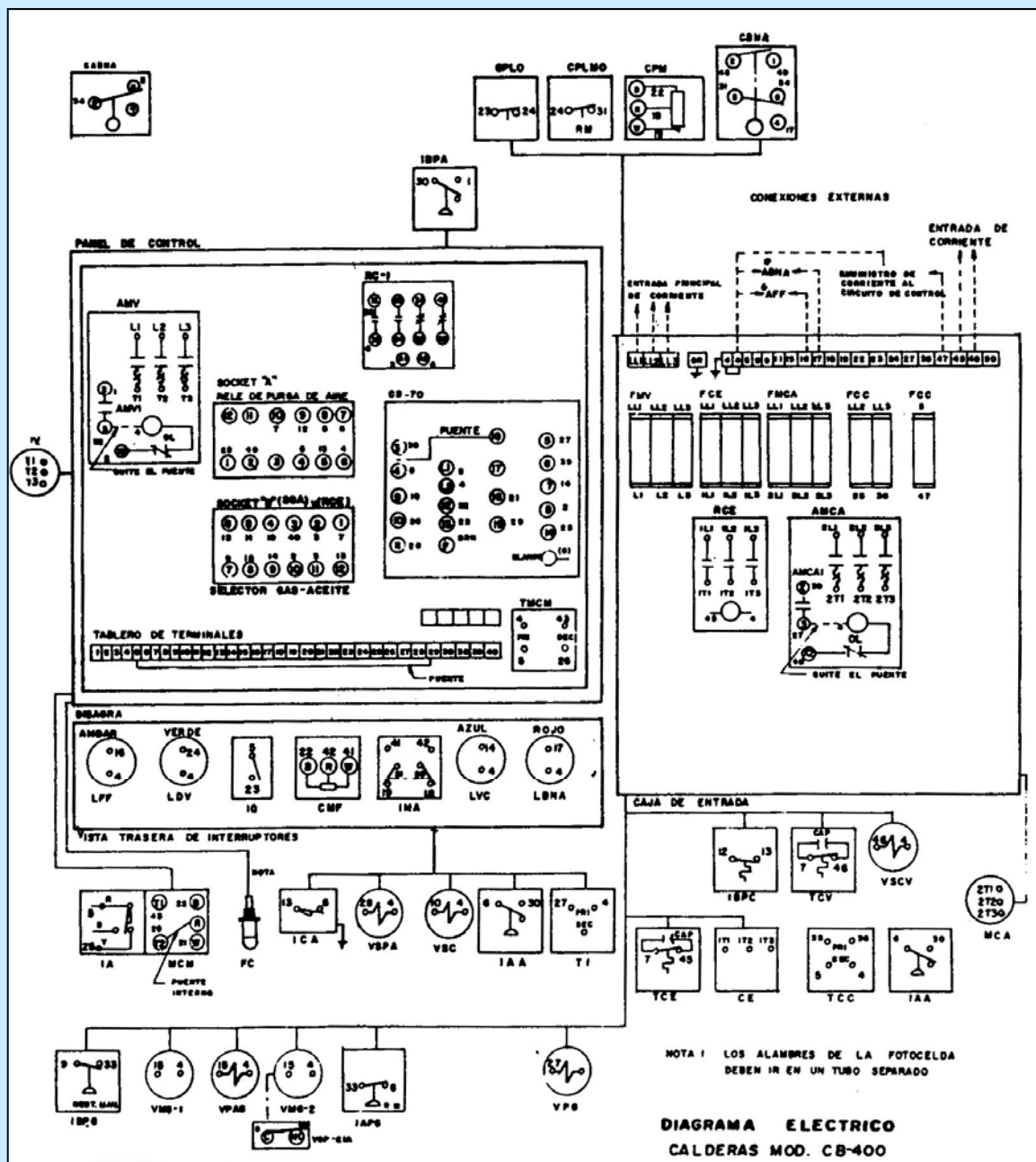
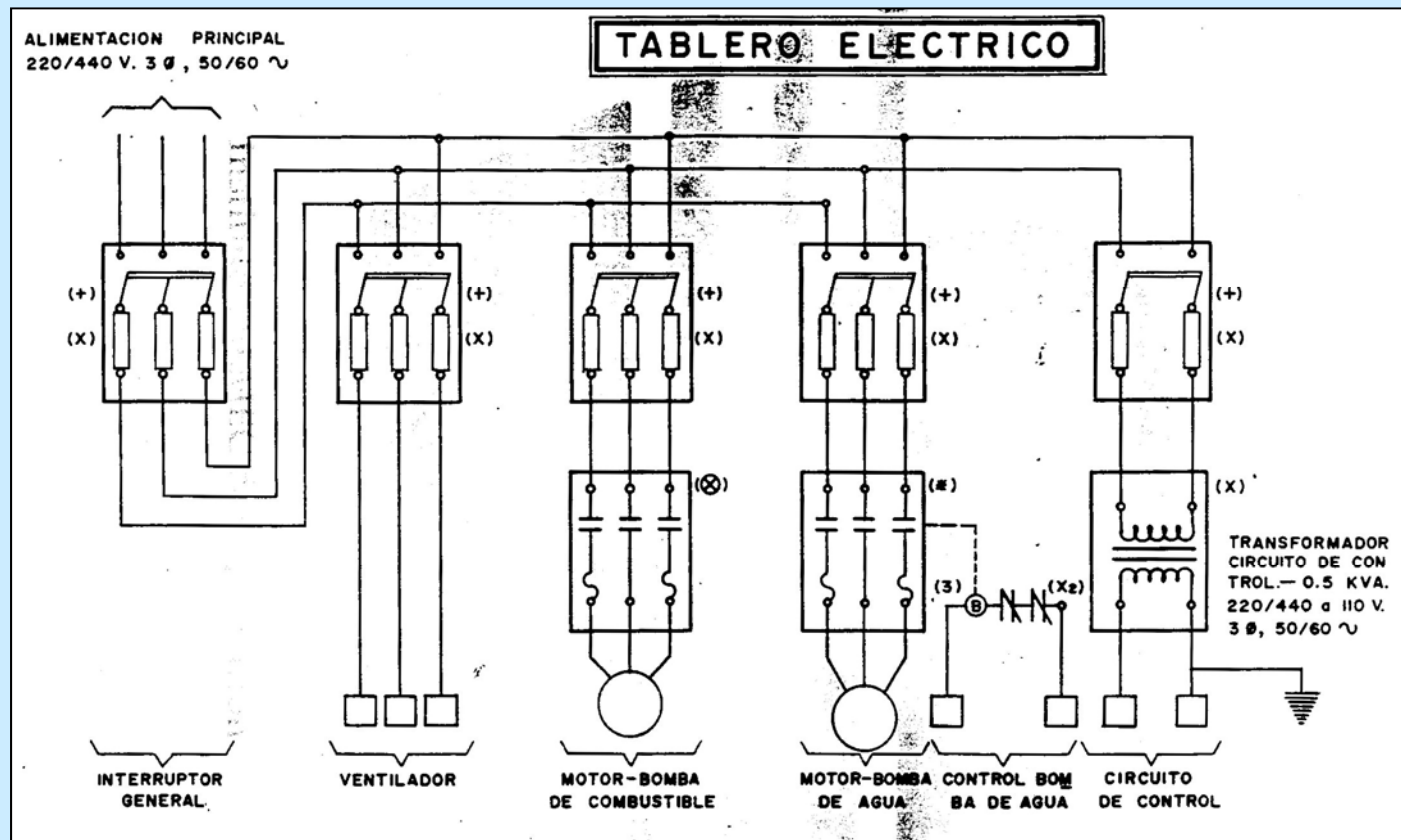


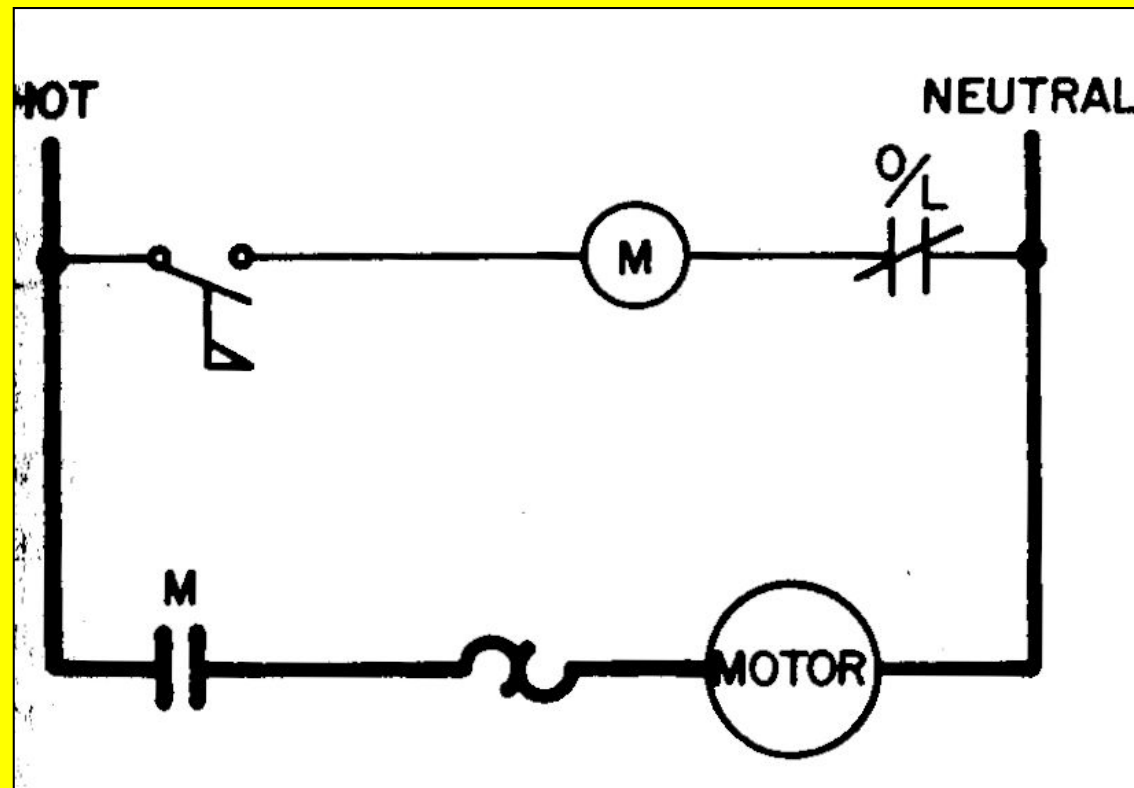
DIAGRAMA DE CONEXIÓN (DE PUNTO-A-PUNTO)

DIAGRAMA UNIFILAR



4.0 CIRCUITOS BASICOS DE CONTROL.

CIRCUITO DE UN INTERRUPTOR DE FLUJO CONTROLANDO UN MOTOR MONOFASICO.



CIRCUITO DE UN INTERRUPTOR DE FLUJO CONTROLANDO UN MOTOR TRIFASICO.

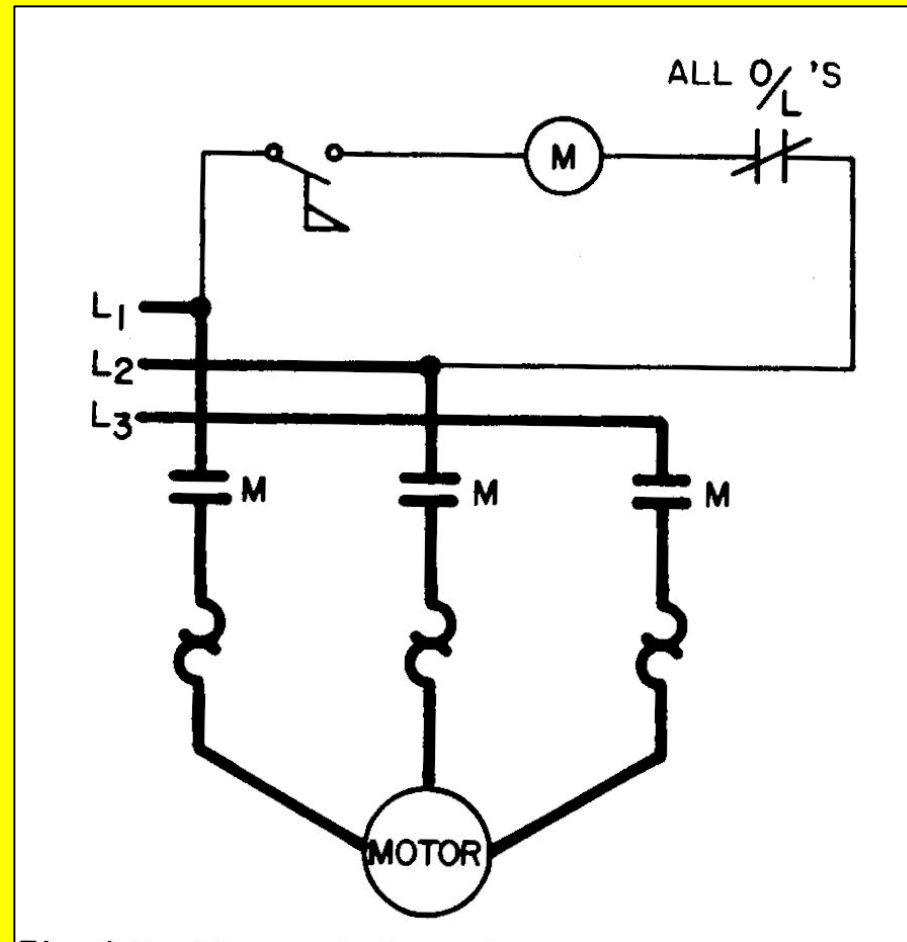
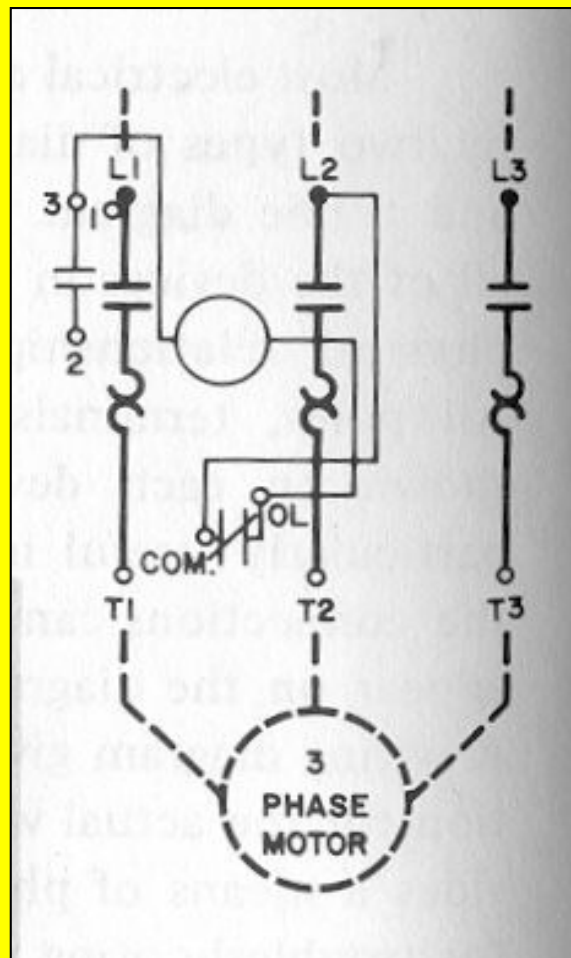
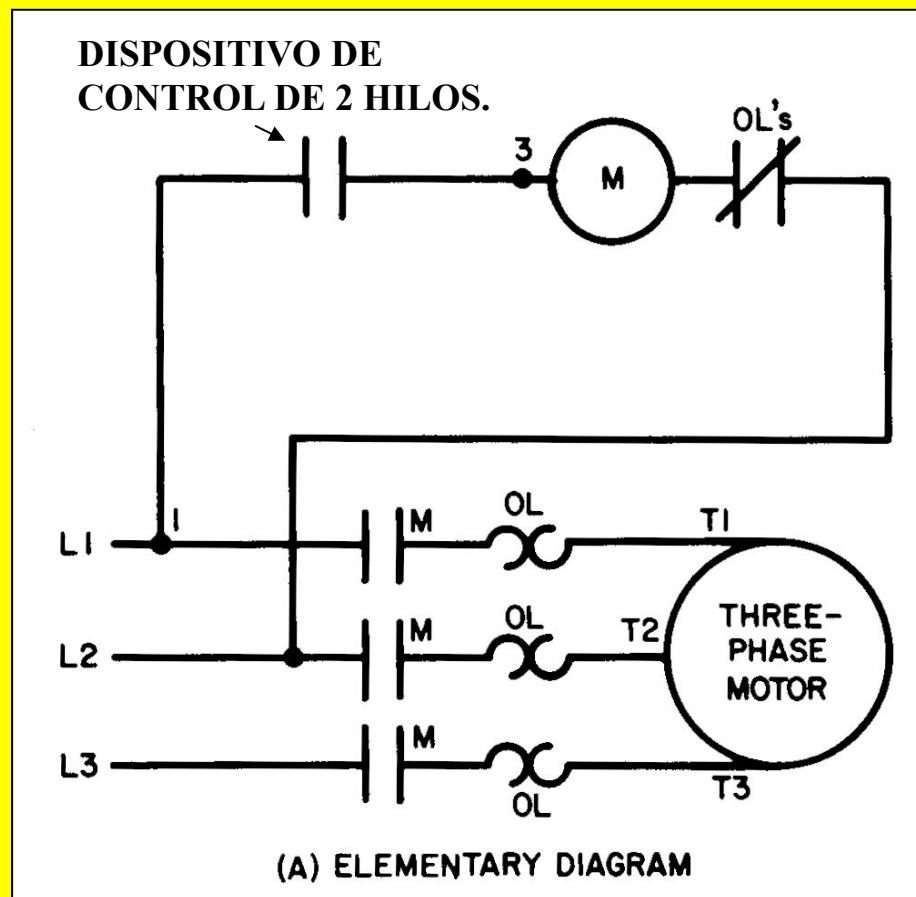


DIAGRAMA DE CONEXION PARA ARRANCADOR C.A. TRIFASICO



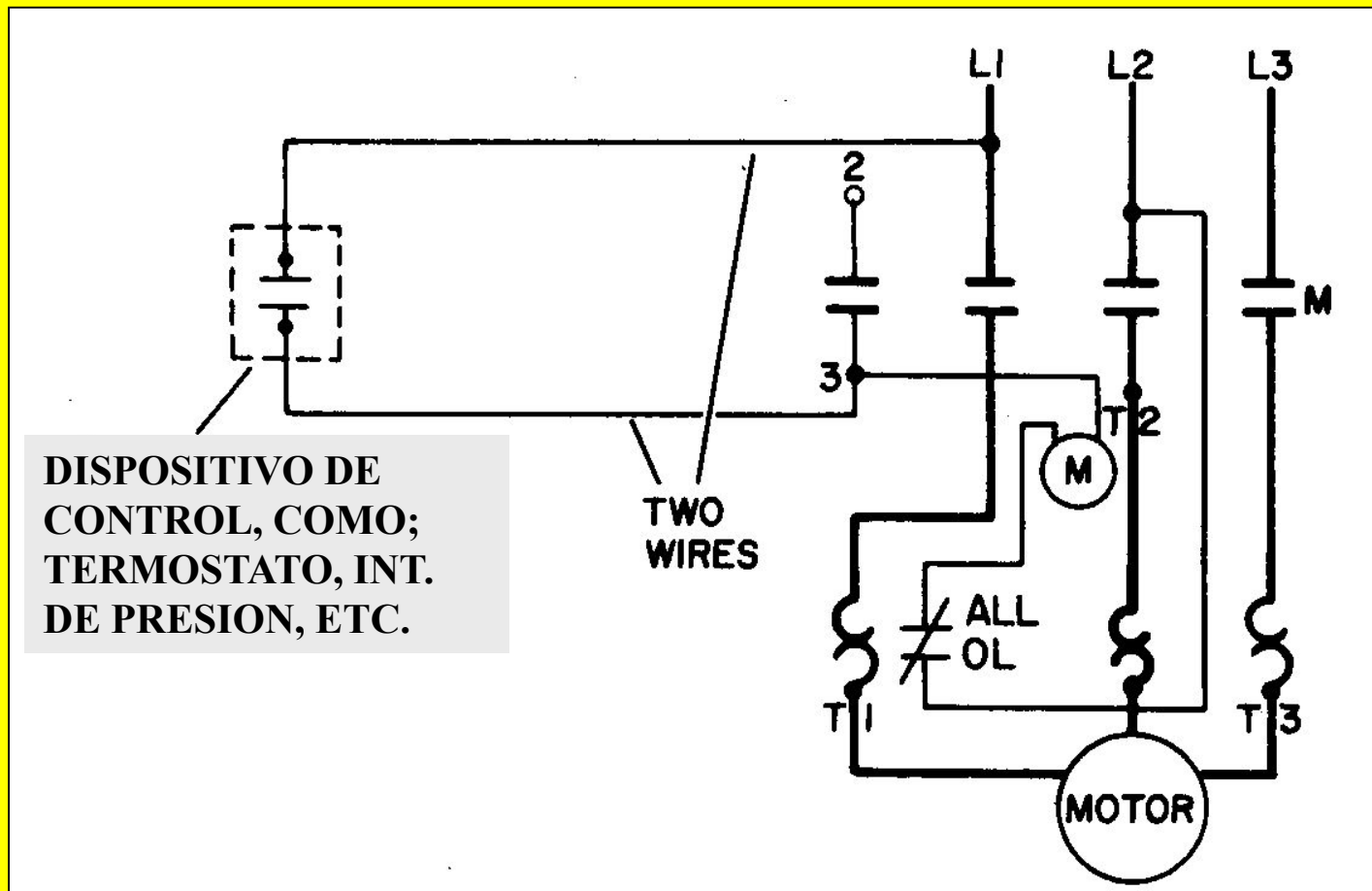
CONTROL DE 2 HILOS. DIAGRAMA ELEMENTAL.



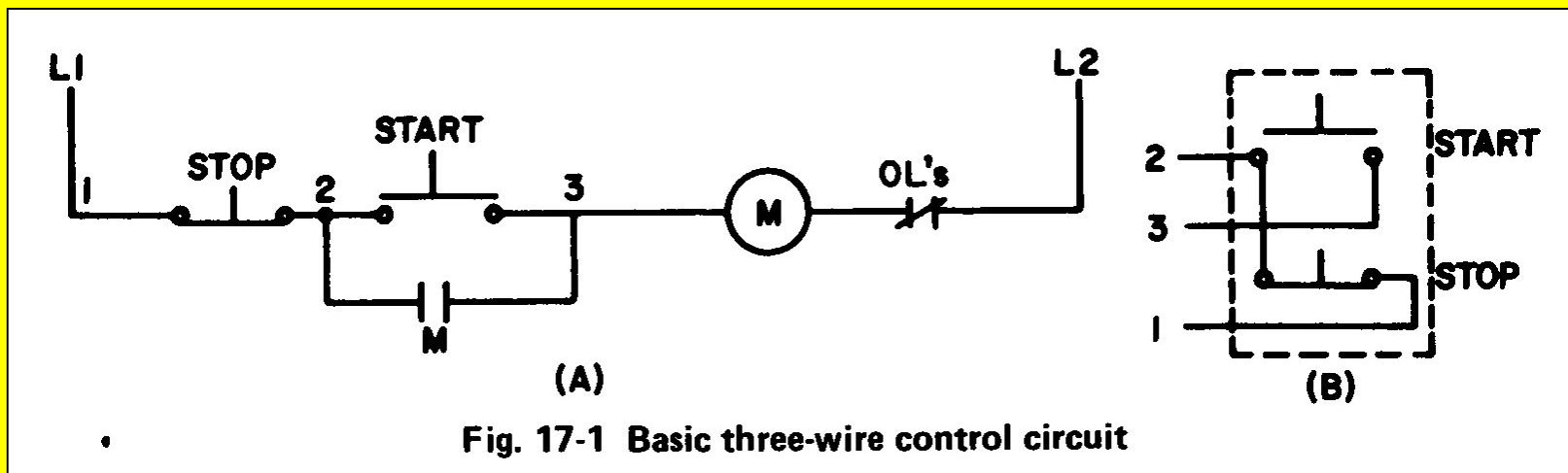
RECICLABE

R
E
C
I
C
L
A
B
E

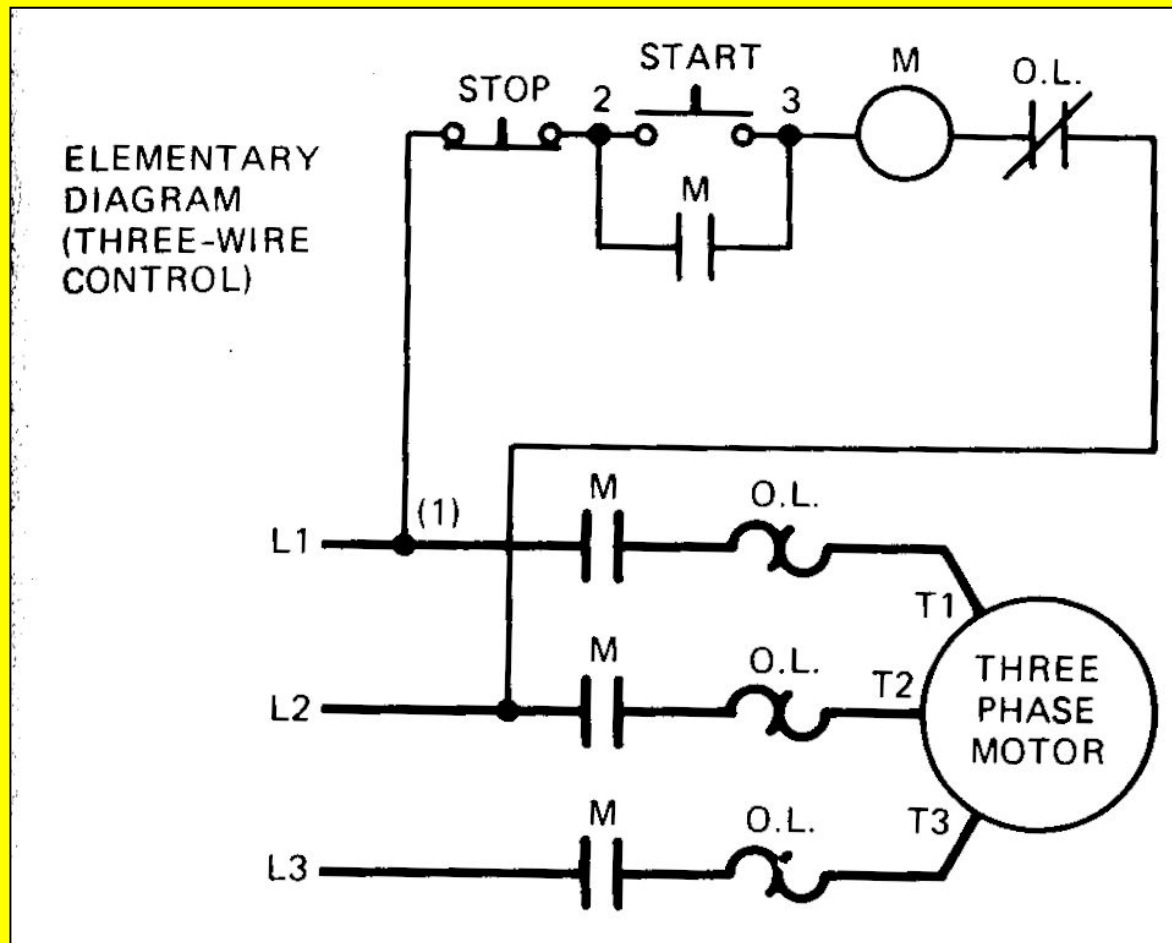
CONTROL DE 2 HILOS. DIAGRAMA DE CONEXION.



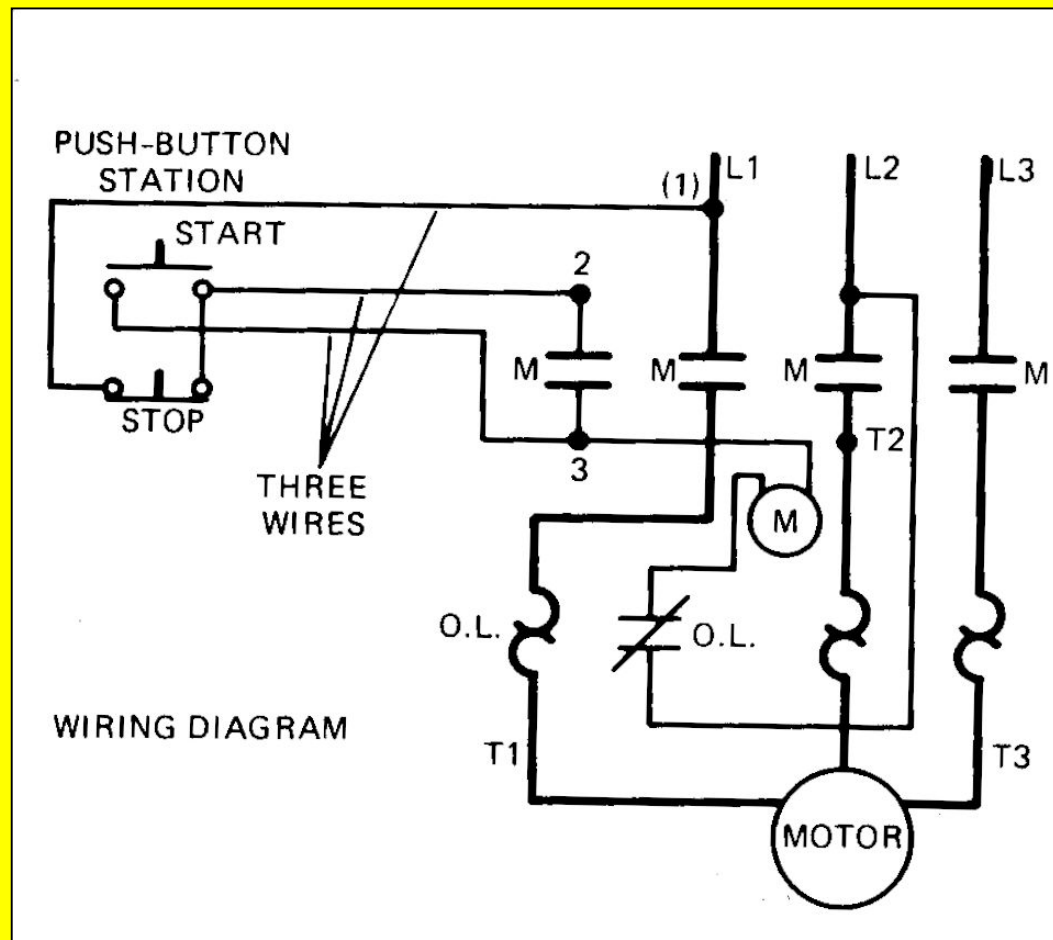
CONTROL DE 3 HILOS. DIAGRAMA ELEMENTAL. NO RECICLABLE



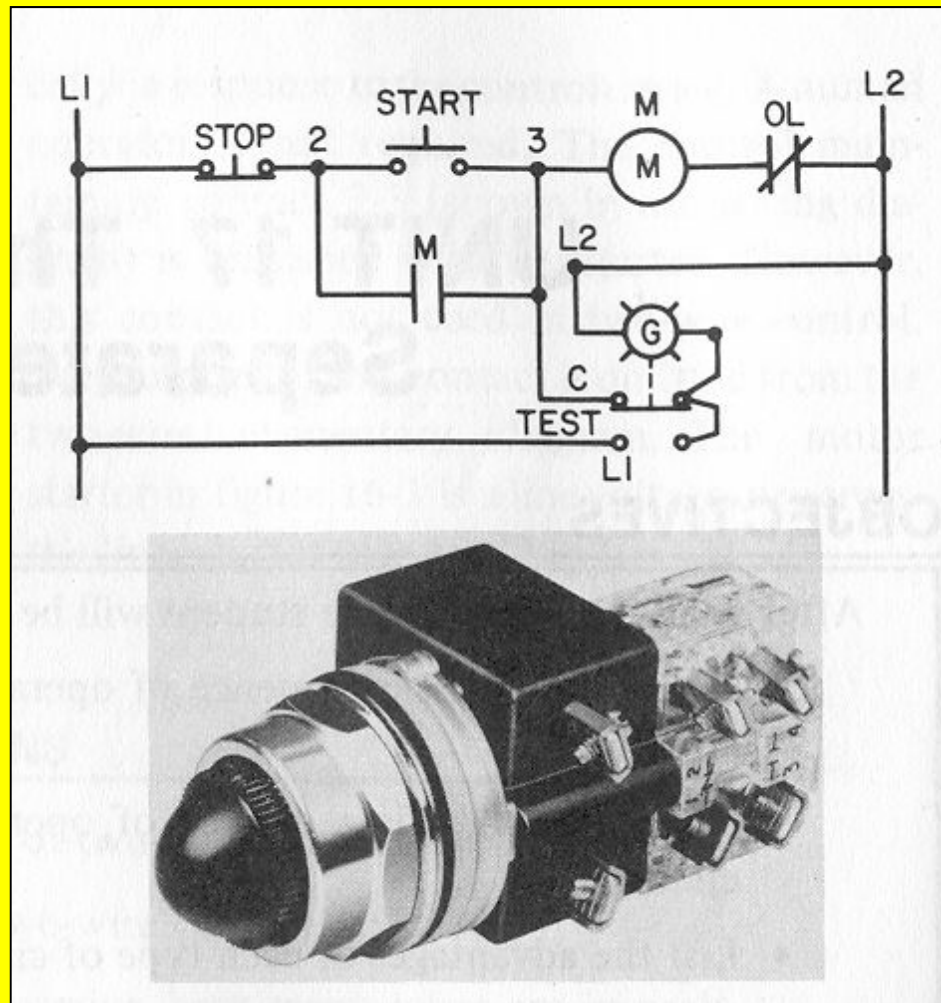
CONTROL DE 3 HILOS. DIAGRAMA ELEMENTAL NO RECICLABLE.



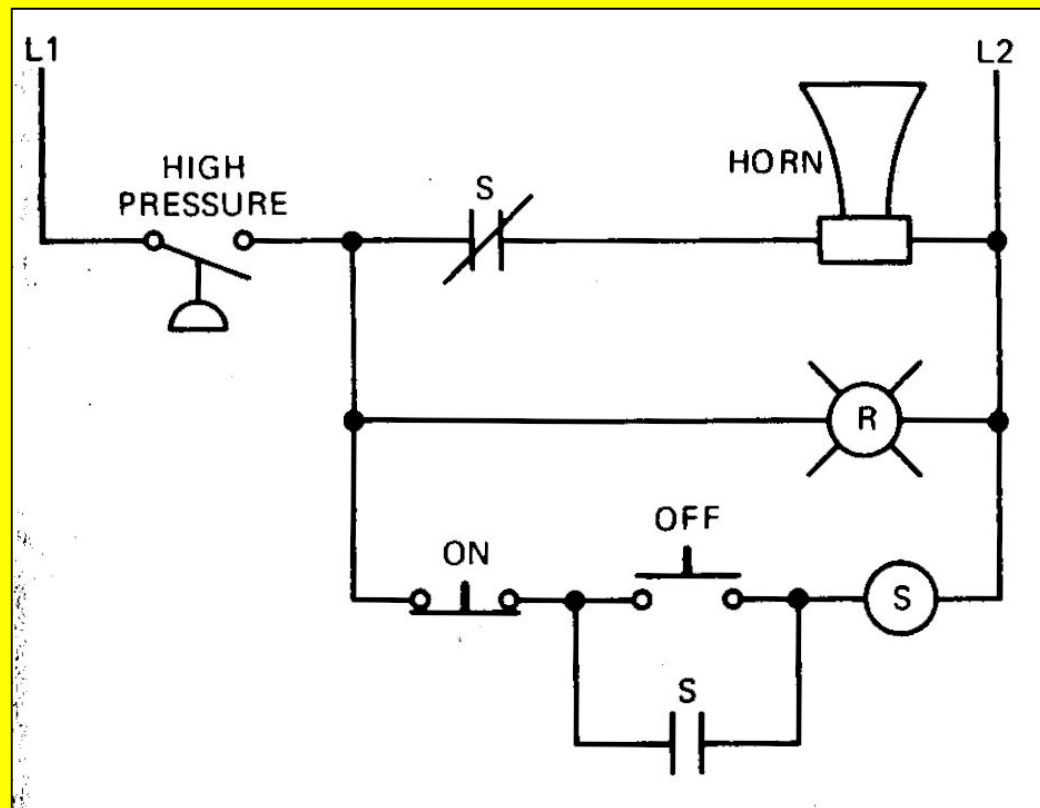
CONTROL DE 3 HILOS. DIAGRAMA DE CONEXION.



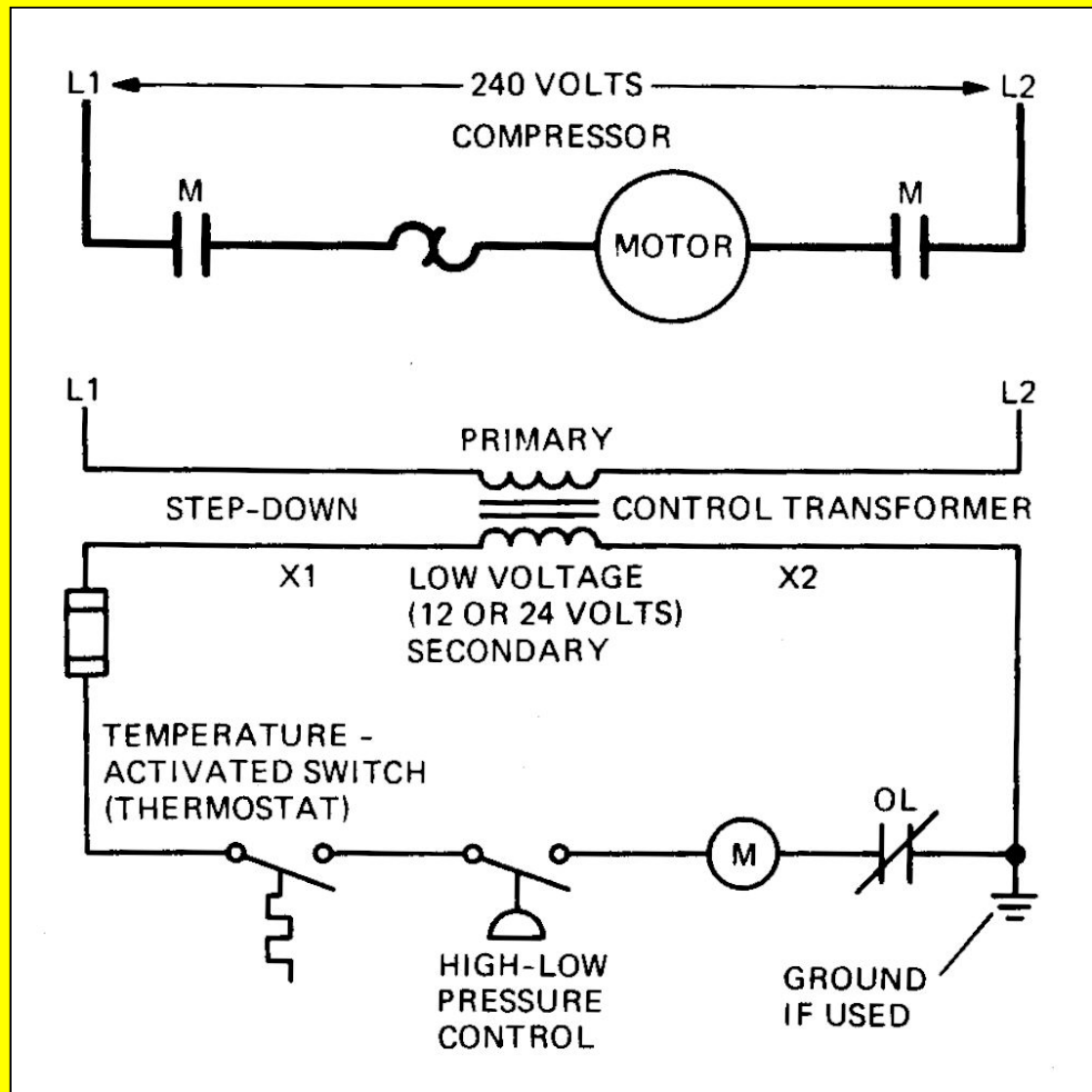
CIRCUITO CON LUZ PILOTO Y BOTON DE PRUEBA.



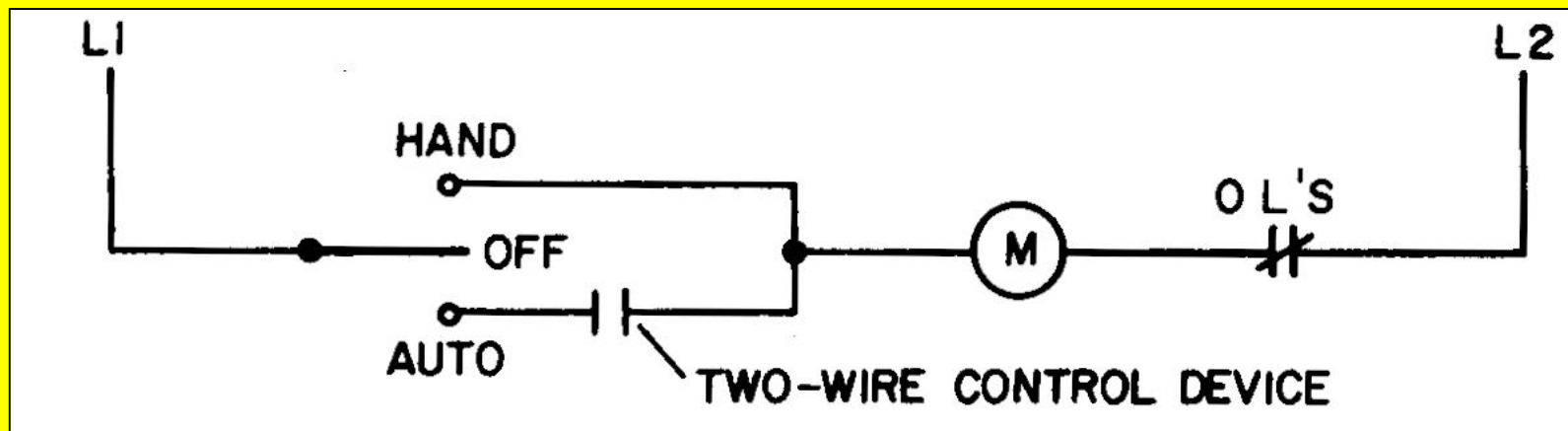
CIRCUITO PARA ALARMA AUDIBLE CON SILENCIADOR.



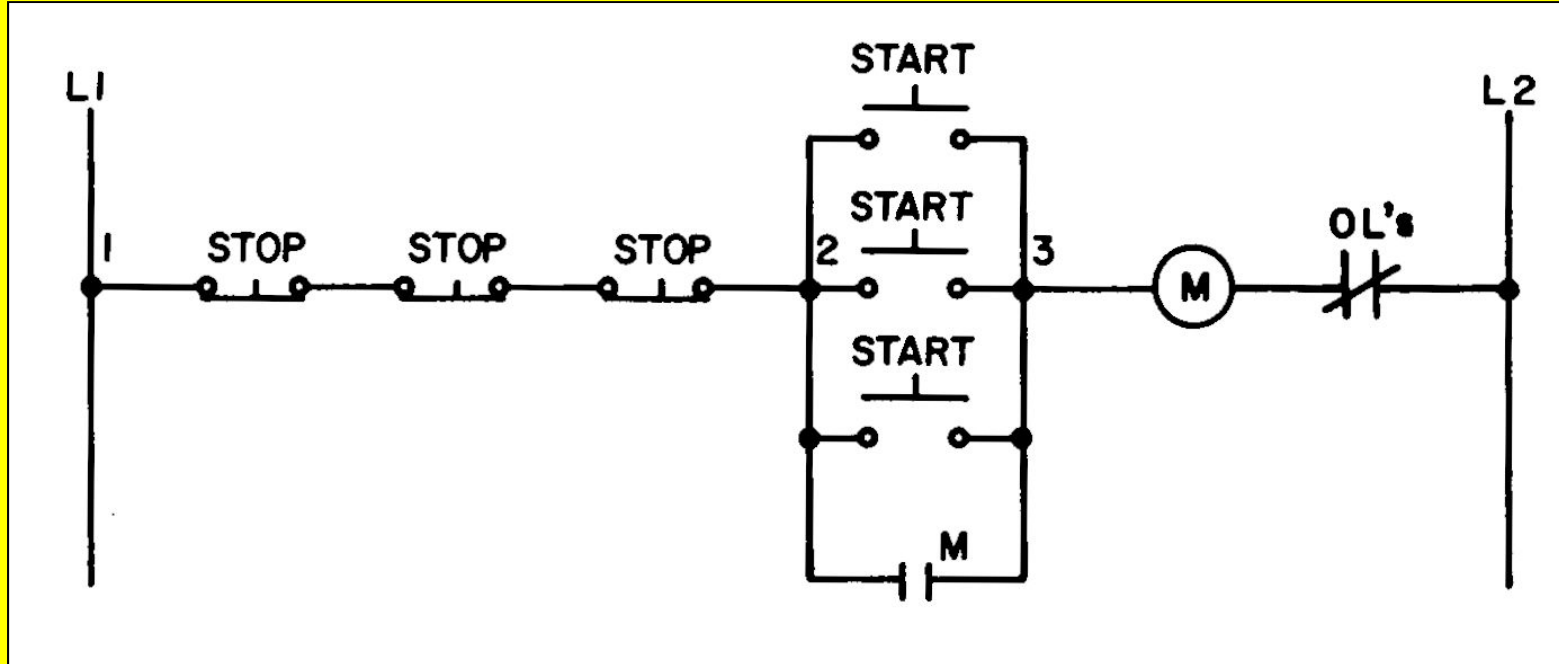
CIRCUITO PARA AIRE ACONDICIONADO.



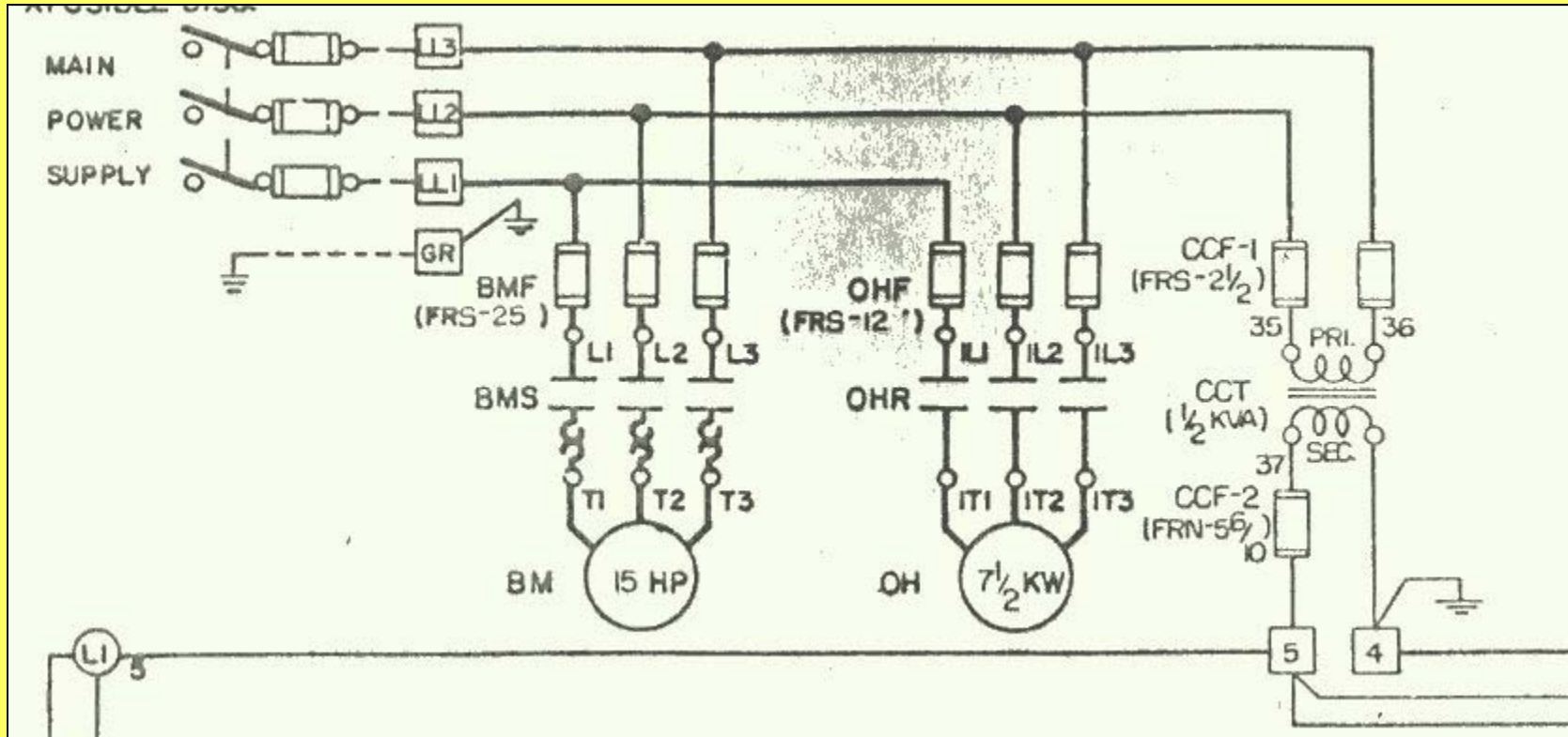
CONTROL; MANUAL-FUERA-AUTOMATICO



CONTROL CON ESTACIONES DE BOTONERAS MULTIPLES.

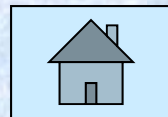


ALIMENTACION DE FUERZA A TABLERO Y A MOTOR DE VENTILADOR Y CALENTADOR.



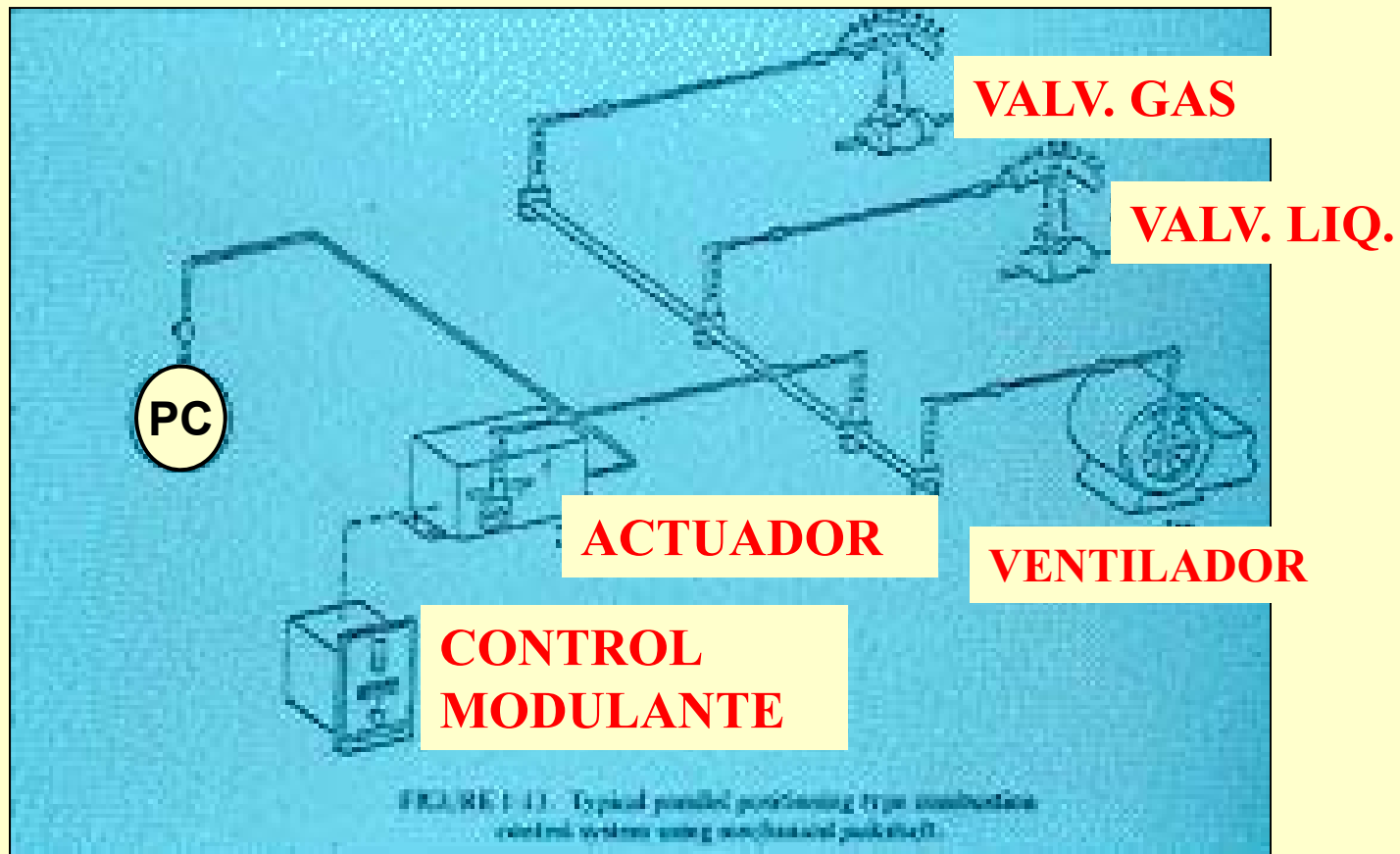
5.0

DIAGNOSTICO DE FALLAS

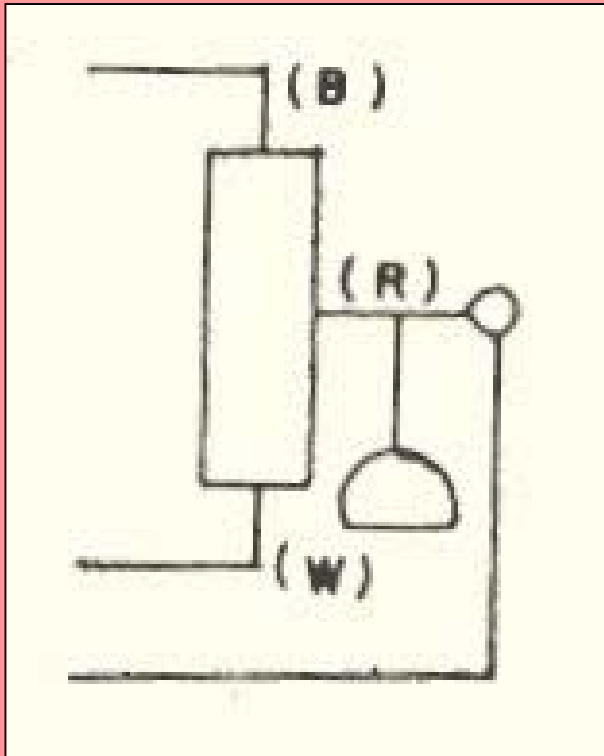


EJERCICIOS PRACTICOS DE GRUPO

SISTEMA DE CONTROL DE PRESION MODULANTE.



CONTROL DE PRESION MODULANTE



CPM (MC)

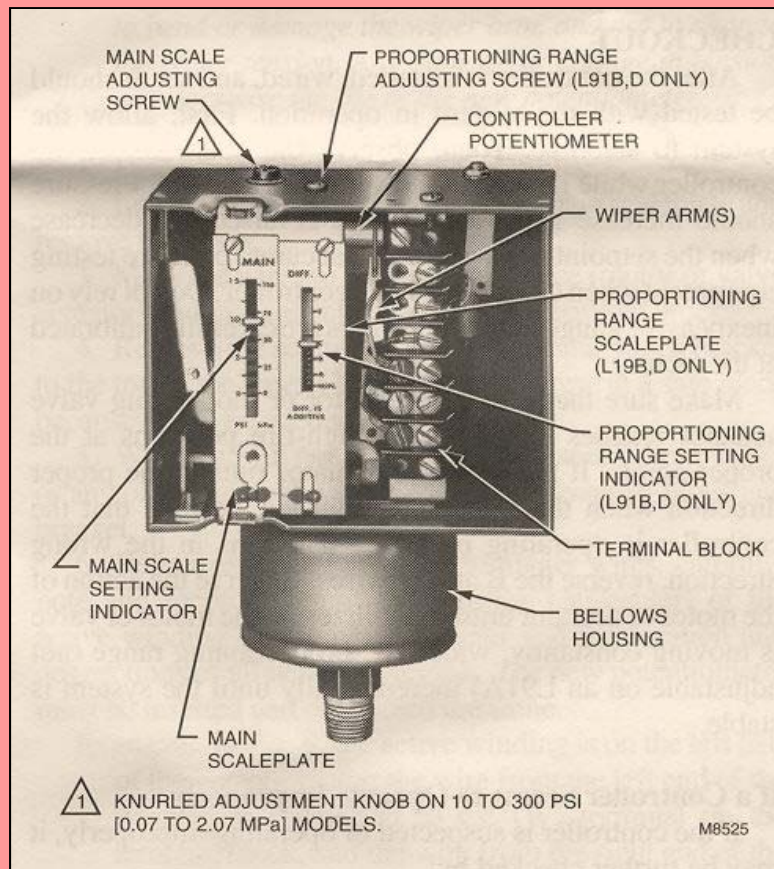
- **CONTROL QUE REGULA AUTOMATICAMENTE LA POSICION DEL MOTOR ACTUADOR EL CUAL POSICIONA LA COMPUERTA DEL AIRE Y LAS VALVULAS DEL COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DEMANDA DE VAPOR..**

CONTROL DE PRESION MODULANTE



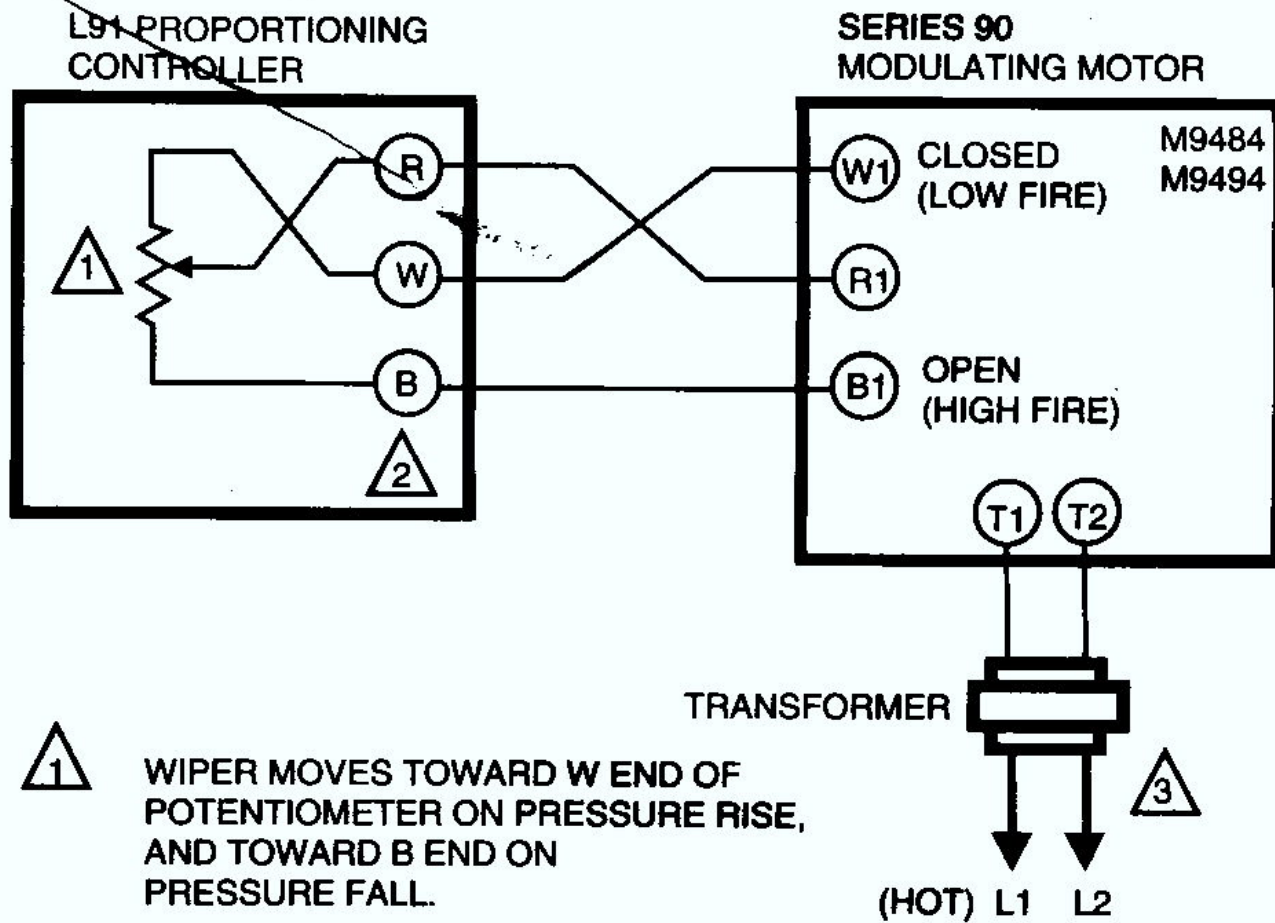
- **SON CONTROLADORES PROPORCIONALES MODULANTES QUE PROPORCIONAN SEÑALES PROPORCIONALES A LA DEMANDA DE VAPOR.**

CONTROL DE PRESION MODULANTE



- **FUNCIONAN EN BASE A UN POTENCIOMETRO DE 3 PUNTAS CON UNA PUNTA VARIABLE.**
- **EL MAS COMUN HONEYWELL L91B**
- **TIENEN RANGO DE MODULACION VARIABLE.**

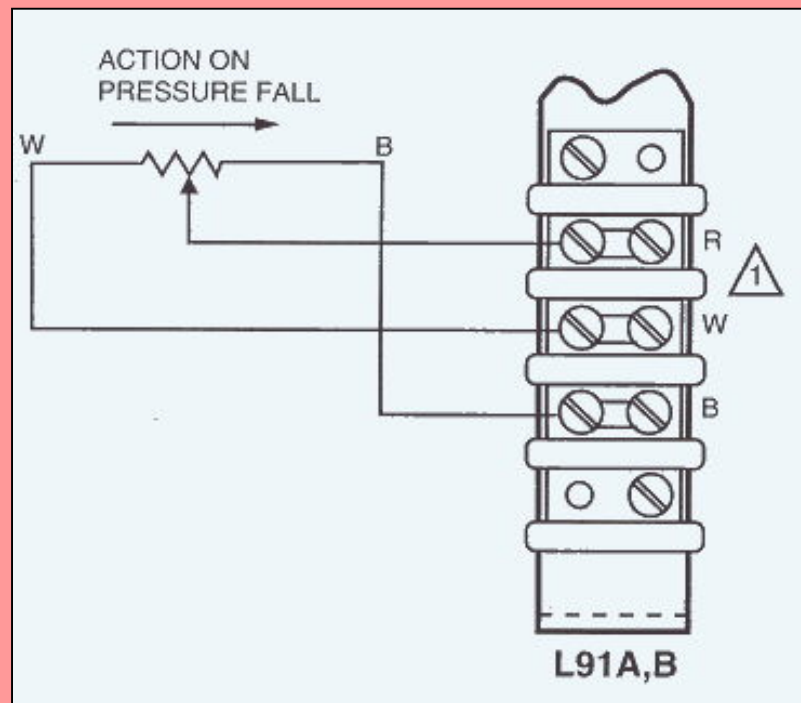
DIAGRAMA DE CONEXION CON MODUTROL



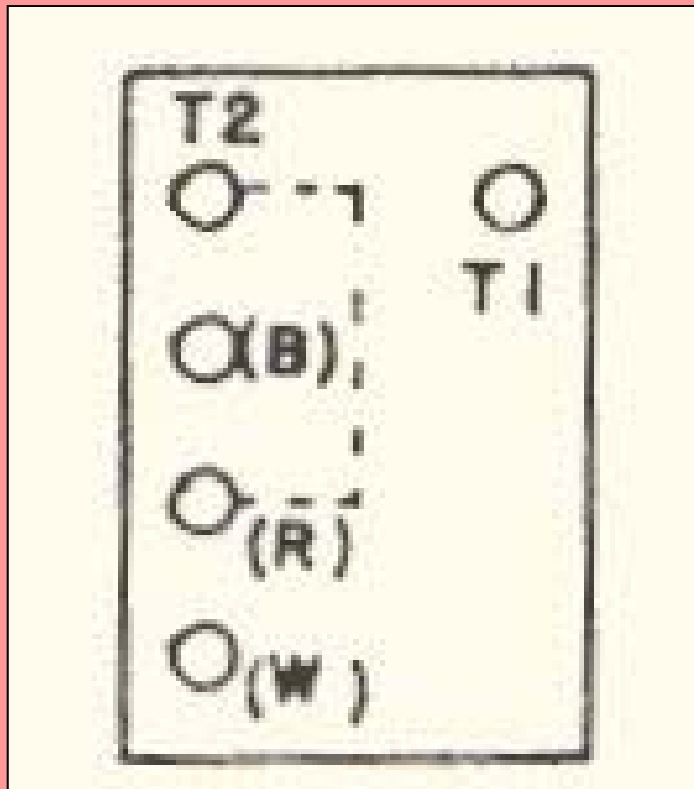
M8520

CONTROL DE PRESION MODULANTE

- **TABLILLAS DE
CONEXION EN L91**



MOTOR ACTUADOR MODULANTE



MCM (MDM)

- ACCIONA LA COMPUERTA DEL AIRE Y LA VALVULA DOSIFICADORA DE COMBUSTIBLE POR MEDIO DE LEVAS AJUSTABLES Y UN SISTEMA ARTICULADO

MOTOR ACTUADOR MODULANTE



- **EL MOTOR HONEYWELL DENOMINADO MODUTROL ES EL MAS COMUN UTILIZADO.**
- **PUEDE TENER GIRO DE 90[^] O 160[^].**

MOTOR MODULANTE. PUEDE TENER GIRO DE 90° O 160°

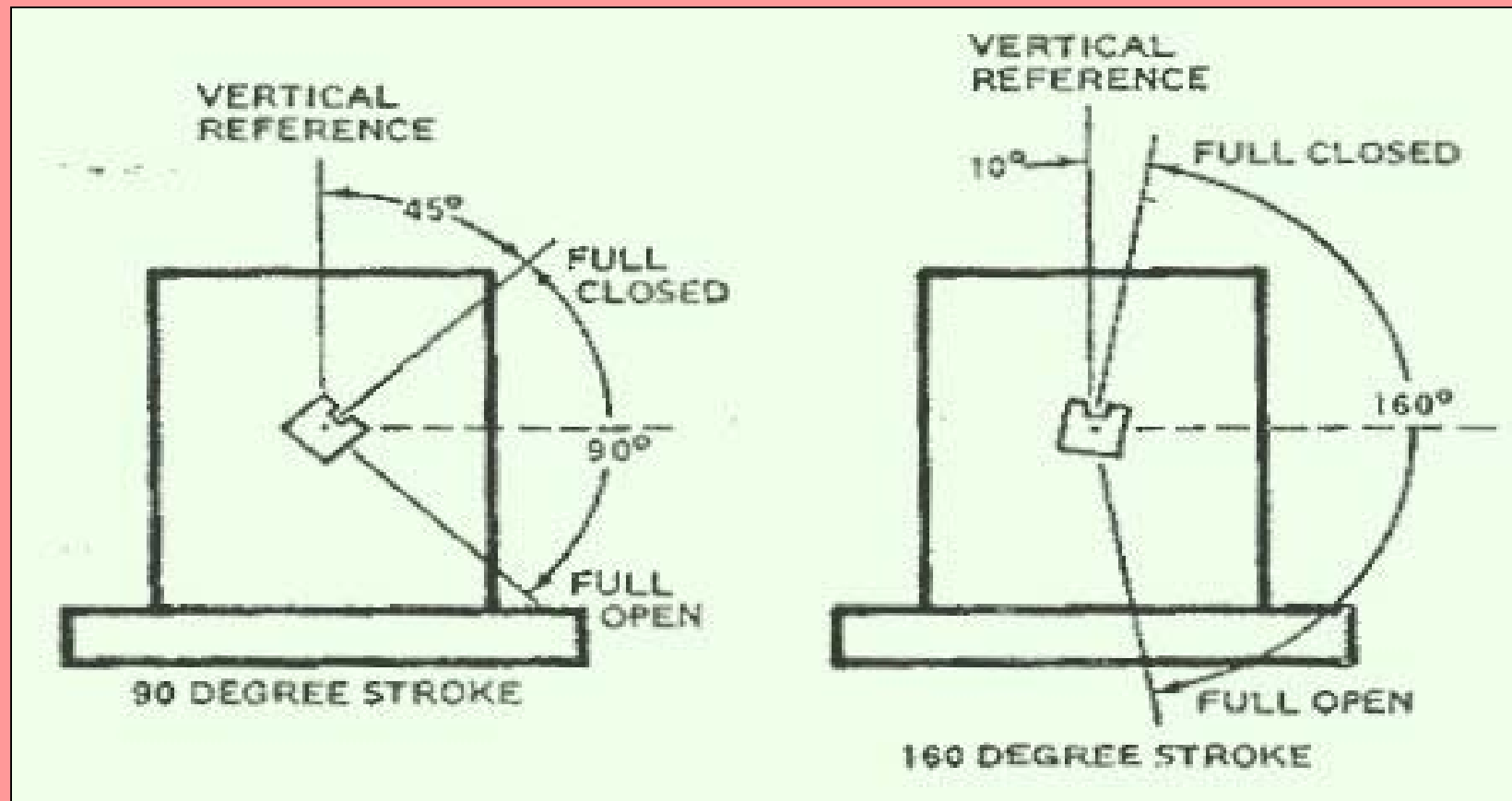


DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

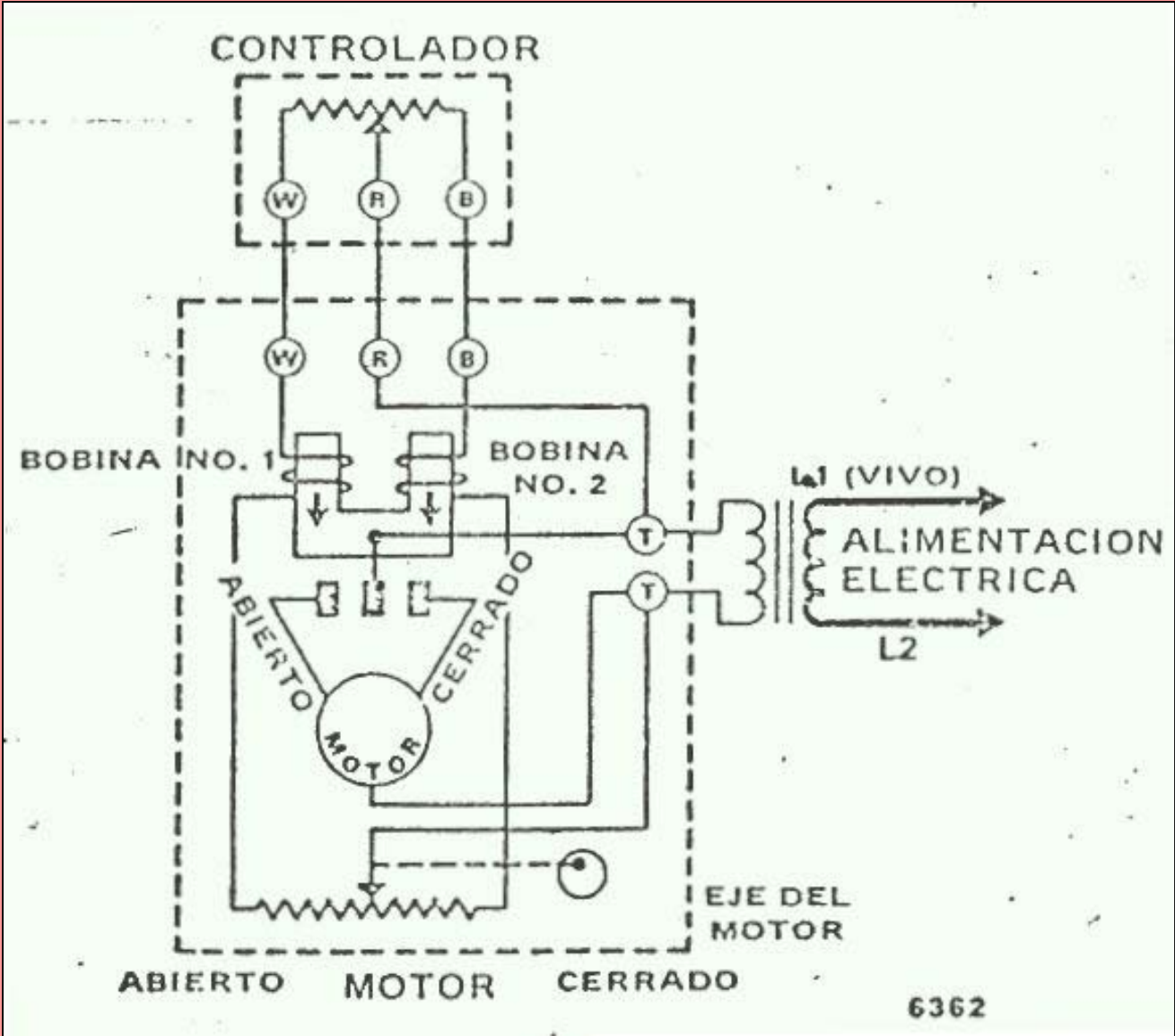


DIAGRAMA DE CONEXION ENTRE UN MODUTROL Y UN CONTROLADOR L91

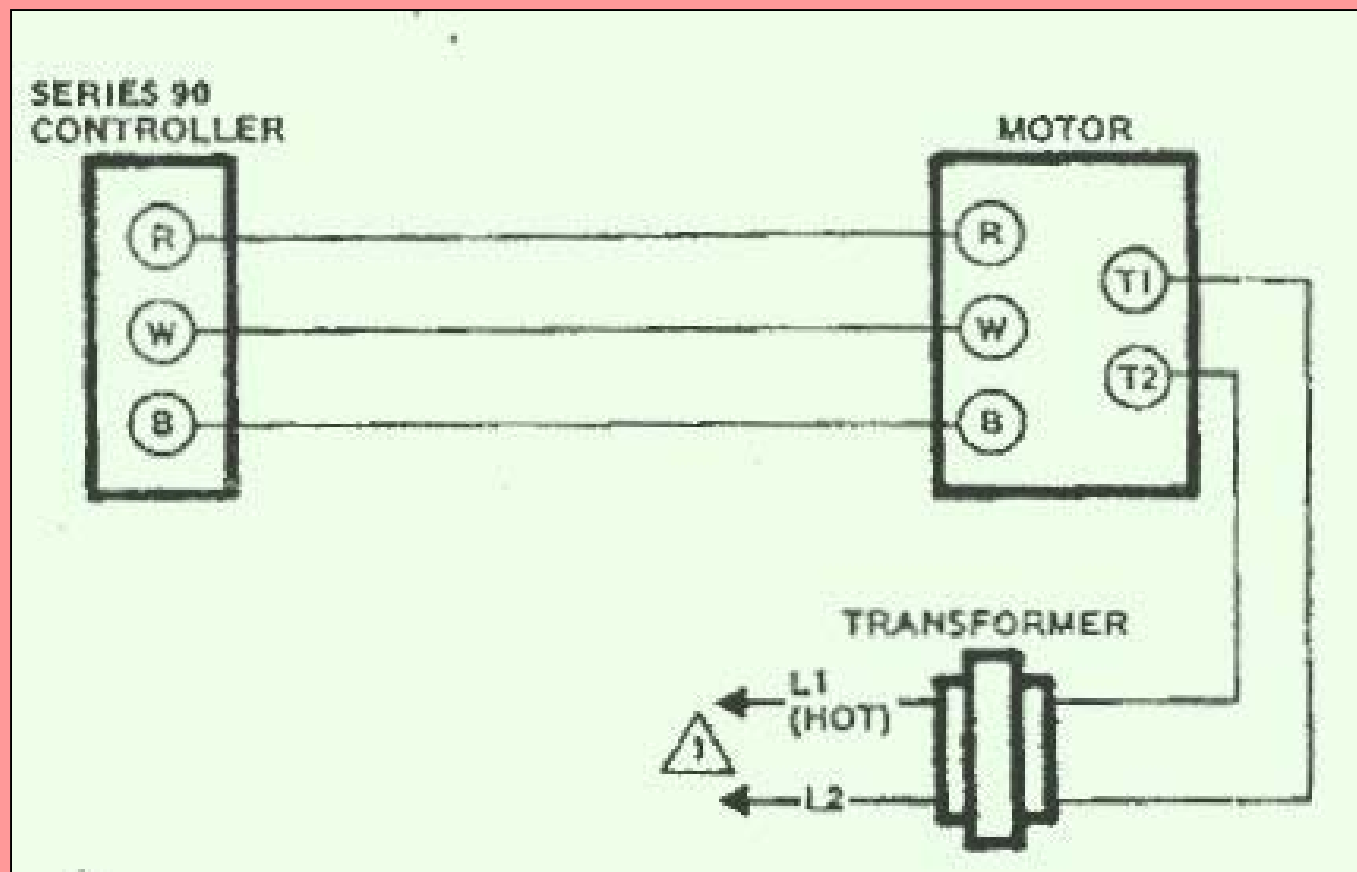
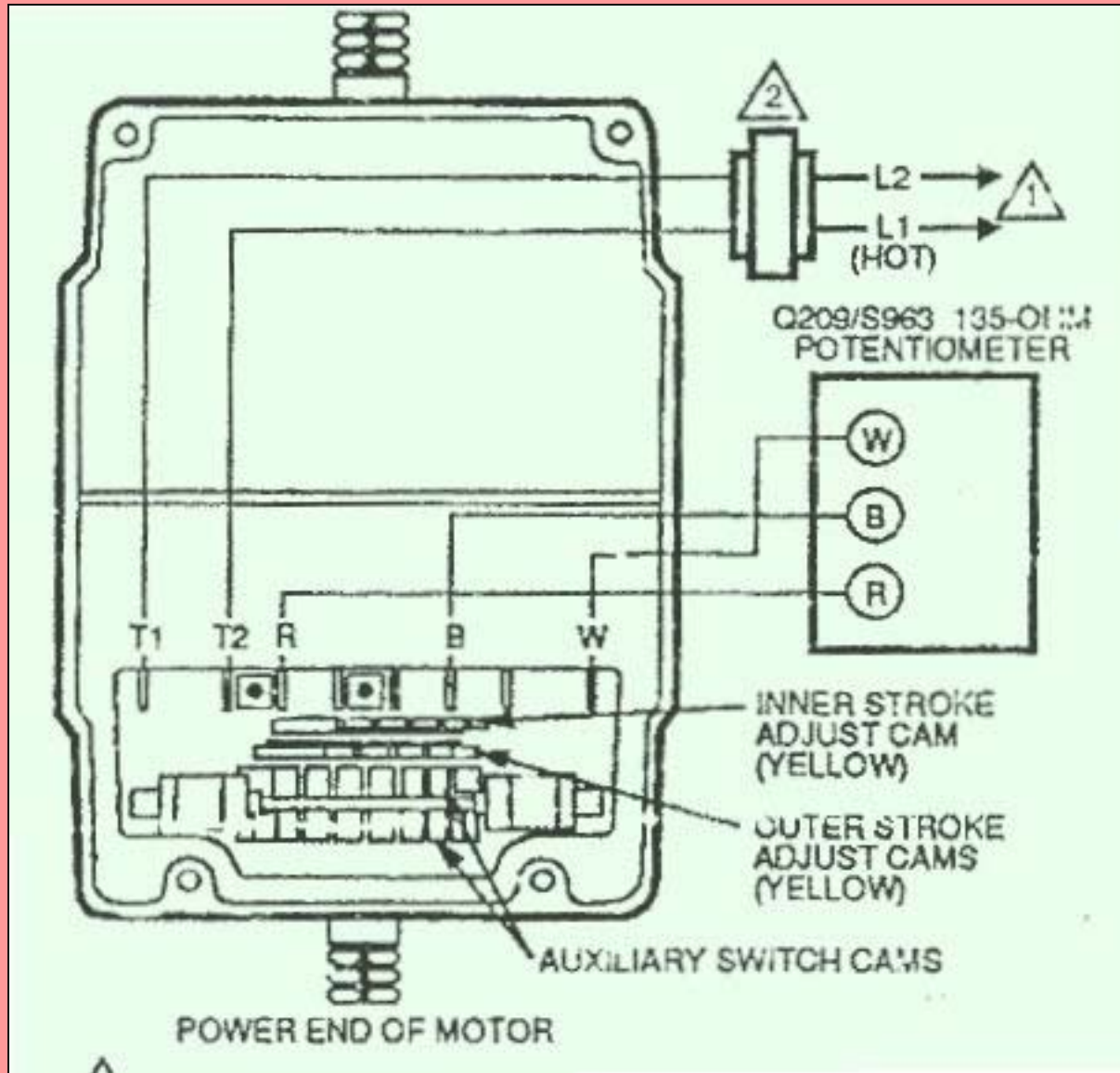


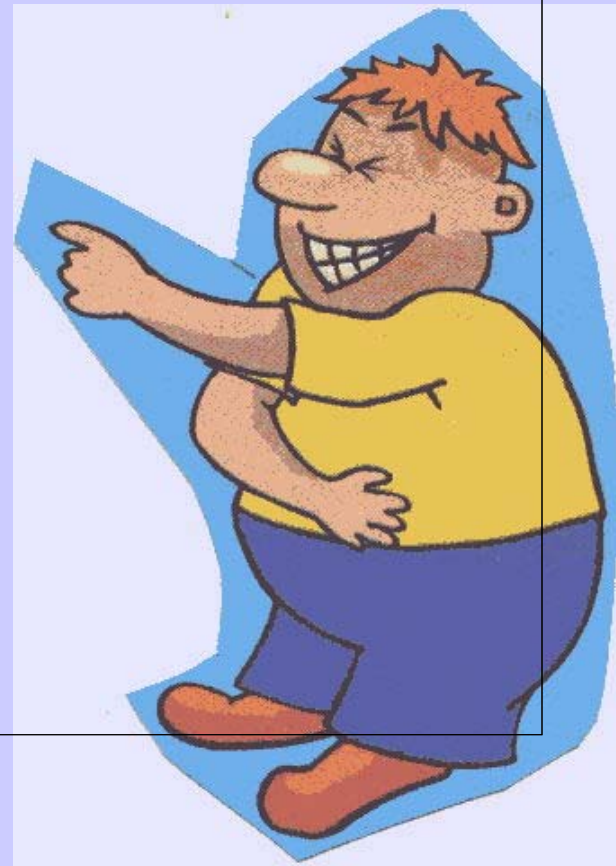
DIAGRAMA DE CONEXION FISICA CON POTENCIOMETRO



YO SOY

“OTON PREGUNTON”

- **Y YO TE ASIGNARE UN TRABAJO PARA QUE LO PRESENTES ANTE TODO EL GRUPO.**
- **BUSCA TU NUMERO.**



TRABAJO PARA EL GRUPO

#1

- **AGREGAR UNA PROTECCION CONTRA SHOCK TERMICO DE FLAMA ALTA EN LOS ARRANQUES MUY RAPIDOS**
- **CONTROLANDO LA TEMP DEL AGUA DENTRO DE LA CALDERA.**



TRABAJO PARA EL GRUPO

#2

- **AGREGAR UN CONTROL AUXILIAR ADICIONAL DE BAJO NIVEL AGUA.**
- **TIPO FLOTADOR.**



TRABAJO PARA EL GRUPO

#3

- **INSTALAR UN DISPOSITIVO PARA LIMITAR EL FUEGO ALTO DE LA CALDERA Y REDUCIR EL RECICLAJE DE PARO ARRANQUE POR ALTA PRESION.**



TRABAJO PARA EL GRUPO

#4

- **DESCRIBE UTILIZANDO CIRCUITOS Y EL DIAGRAMA DE CONTROL EL ENCENDIDO DEL QUEMADOR PRINCIPAL.**



TRABAJO PARA EL GRUPO

#5

- **DESCRIBE UTILIZANDO, CIRCUITOS Y EL DIAGRAMA DE CONTROL, LOS LIMITES OPERACIONALES QUE SE DEBEN DE CUMPLIR PARA ENERGIZAR EL PROGRAMADOR.**



TRABAJO PARA EL GRUPO

#6

- **DESCRIBE UTILIZANDO CIRCUITOS Y EL DIAGRAMA DE CONTROL EL FUNCIONAMIENTO DE LA PURGA O BARRIDO DE GASES.**



Prácticas para Alumnos que no tengan la facilidad de trabajar con el Simulador

CADe SIMU 1.0

Submodulo 1:

Mantiene los circuitos de Control Electromagnético

INDICE

INTRODUCCIÓN	5
SISTEMA DE COMPETENCIA	6
PRÁCTICA No 1 : DIVERSOS MANDOS DE UNA BOBINA	7
PRÁCTICA No 2 : DIVERSOS MANDOS PARA UNA BOBINA	14
PRÁCTICA No 3 : ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO	17
PRÁCTICA No 4 : ARRANQUE DIRECTO E INVERSIÓN DEL GIRO	20
ARRANQUE ESTRELLA DELTA DE UN MOTOR TRIFÁSICO	23



INTRODUCCIÓN

En esta asignatura se estudia la teoría de los dispositivos electromecánicos, con énfasis específico en la teoría de las máquinas rotatorias, principalmente, los motores eléctricos, las cuales pueden convertir la energía mecánica a energía eléctrica y viceversa. Se hará especial énfasis en los automatismos industriales, es decir, la forma de arrancar estas máquinas, específicamente, la lógica cableada, abarcando desde los conocimientos teóricos hasta sus aplicaciones prácticas en el campo del telemando.

El módulo de prácticas de Instalación y mantenimiento de controles y accionamientos eléctricos ha sido elaborado teniendo en cuenta las capacidades terminales que deben conseguir los alumnos a la finalización del mismo. El conjunto de actividades propuestas tienen como objetivo, lograr que el alumno sea capaz de intervenir sobre automatismos eléctricos que con frecuencia se encuentra en el entorno industrial.

Permitiéndole al estudiante diseñar y montar soluciones de automatización con elementos reales, usando los bancos de prácticas, realizar proyectos de automatización partiendo de la documentación técnica de casos prácticos, documentar técnicamente el desarrollo de un proyecto de automatización con equipos electromecánicos, interpretar los esquemas eléctricos, analizar los circuitos electromecánicos, identificando las distintas áreas de aplicación de los mismos y describiendo la tipología y características de los equipos y materiales utilizados en su construcción.



SISTEMA DE COMPETENCIAS

MÓDULO “INSTALACION Y MANTENIMIENTO DE CONTROLES Y ACCIONAMIENTOS ELECTRICOS”

COMPETENCIA GENERAL

Seleccionar, analizar, operar y evaluar controles y accionamientos eléctricos

RELACIÓN DE UNIDADES DE COMPETENCIA

UC1.- Realizar montaje, mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas eléctricos pertenecientes a la línea de producción automatizada, utilizando equipos y herramientas correspondientes

UC2.- Poner en marcha máquinas receptoras mediante automatismos basados en lógica cableada

UC3.- Evaluar las características típicas de funcionamiento de los diferentes tipos de automatismos para máquinas eléctricas receptoras C4. Aplicar y hacer cumplir las normas de seguridad e higiene industrial y los procedimientos establecidos por la empresa



PRÁCTICA NO. 1 DIVERSOS MANDOS PARA UNA BOBINA

FECHA (dd/mm/aa) _____

NOMBRE (S) DEL ALUMNO (S) _____

TIEMPO ESTIMADO (HORAS) _____

PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN

Montaje y comprobación de circuitos de mando para una bobina, en los cuales se cumplan las condiciones antes mencionadas.

OBJETIVO

Elaborar ejercicios de circuitos de mando en donde se cumplan condiciones determinadas del trabajo.

SEGURIDAD EN EL TRABAJO

- Establezca que la tensión de trabajo de la bobina sea la correcta.
- Trate con cuidado todos los equipos eléctricos del banco.
- Solicite al profesor que verifique que las conexiones estén correctas.

PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo las prácticas, siga los siguientes pasos:

- Identifique y seleccione todos elementos a utilizar en el circuito en el circuito.
- Realice las conexiones de acuerdo con el esquema del circuito.
- Concluya y entregue un informe que contenga hoja de presentación, planteamiento del problema, objetivos, circuito eléctrico, conclusiones y observaciones..



a) Puestos de trabajos.

b) En cada puesto de trabajo.

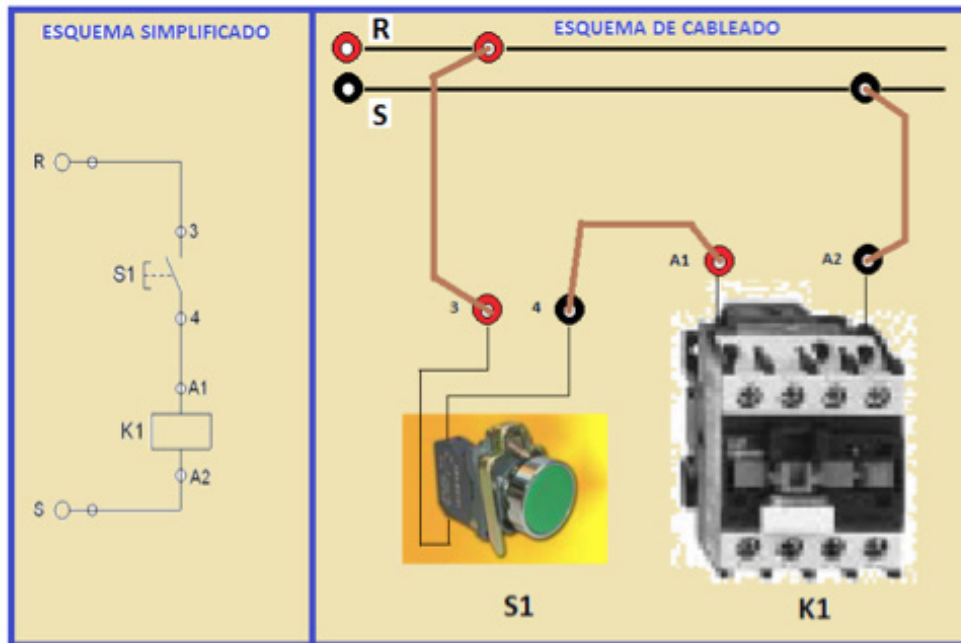
- Contactores
- Pulsadores
- Bloques auxiliares
- Cables de conexión

MATERIALES Y EQUIPOS

ITEM	ELEMENTOS	CANTIDAD
1	Puestos de trabajo	1
2	Contactador	1
3	Pulsador NA	1
4	Pulsador NC	1
5	Bloque auxiliar	1
6	Cables de conexión	12

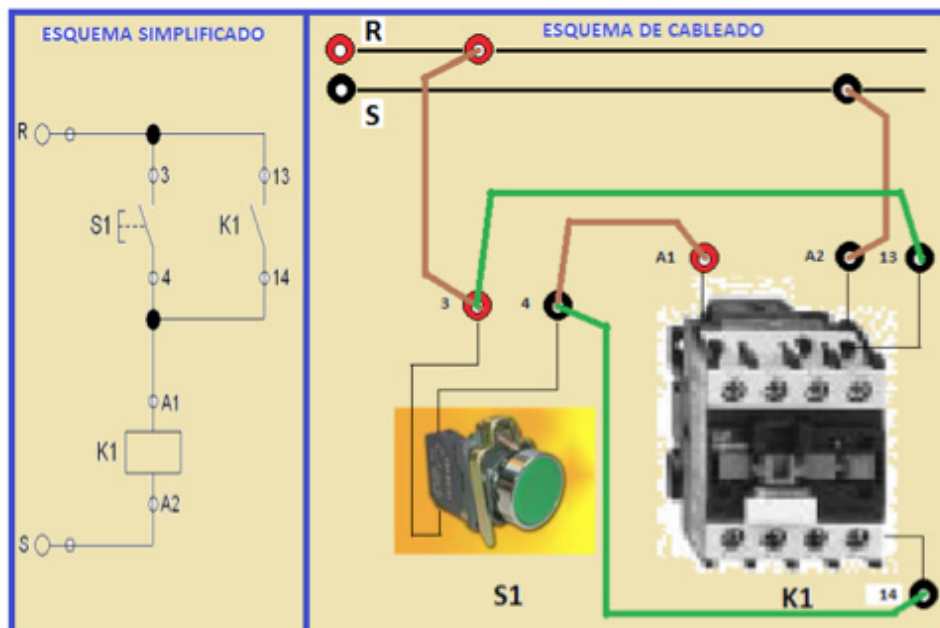
1. MANDO DE UNA BOBINA CON UN PULSADOR NA

Esquema de mando con lógica cableada.



1. MANDO DE UNA BOBINA CON UN PULSADOR NA Y AUTORETENCIÓN

Esquema de mando con lógica cableada



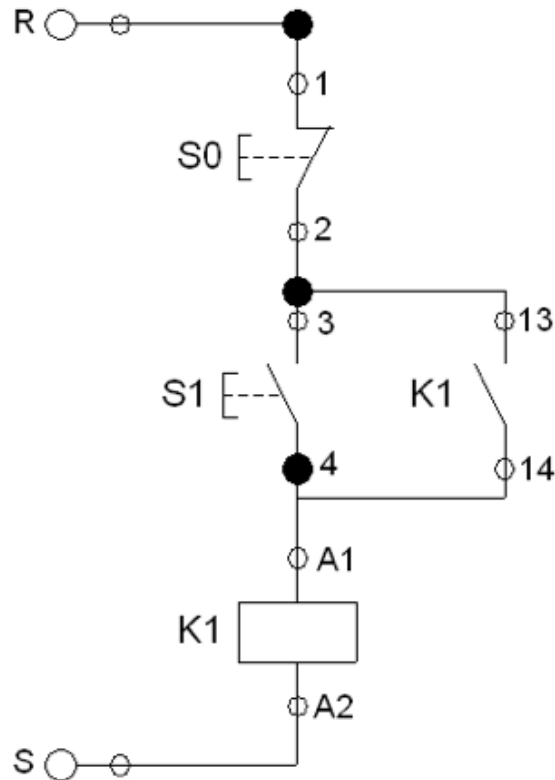


Condición:

Si existe tensión entre R y S; al pulsar S1, se energiza la bobina K1 y se autorretiene.

2.MANDO DE UNA BOBINA CON UN PULSADOR NA, NC Y AUTORETENCIÓN

Esquema de mando con lógica cableada

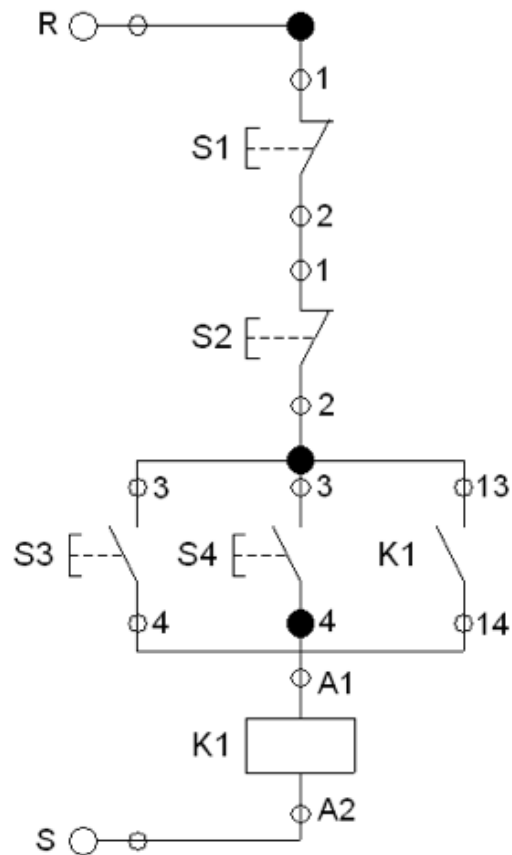


Condición:

Si existe tensión entre R y S; al pulsar S1, se energiza la bobina K1 y se autorretiene. Al pulsar S0 se desenergiza la bobina K1, si está activa.

3.MANDO DE UNA BOBINA CON DOS (2) PULSADORES NA, DOS (2) PULSADORES NC, Y AUTORRETENCIÓN.

Esquema de mando con lógica cableada

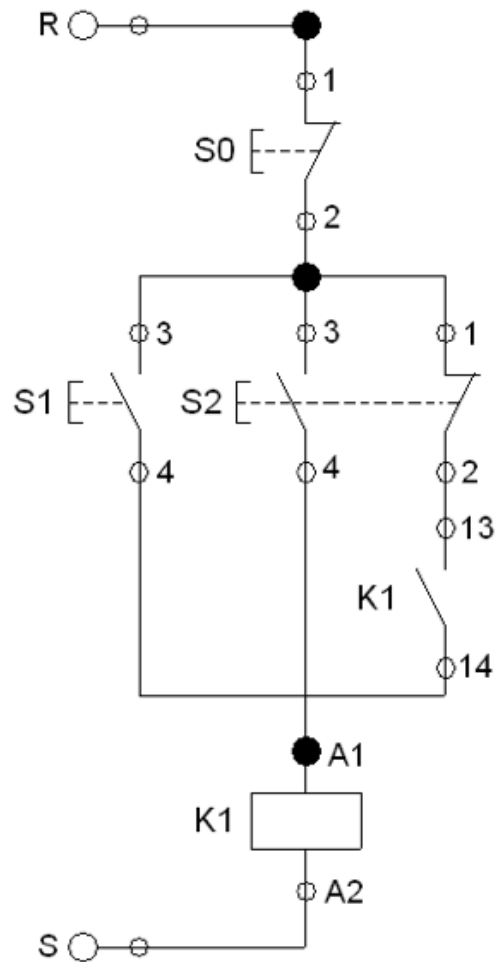


Condición:

Si existe tensión entre R y S; al pulsar S3 ó S4, se energiza la bobina K1 y se autorretiene. Al pulsar S1 ó S2 se desenergiza la bobina K1, si está activa.

4.MANDO DE UNA BOBINA DE FORMA INTERMITENTE Y DE FORMA PERMANENTE.

Esquema de mando con lógica cableada

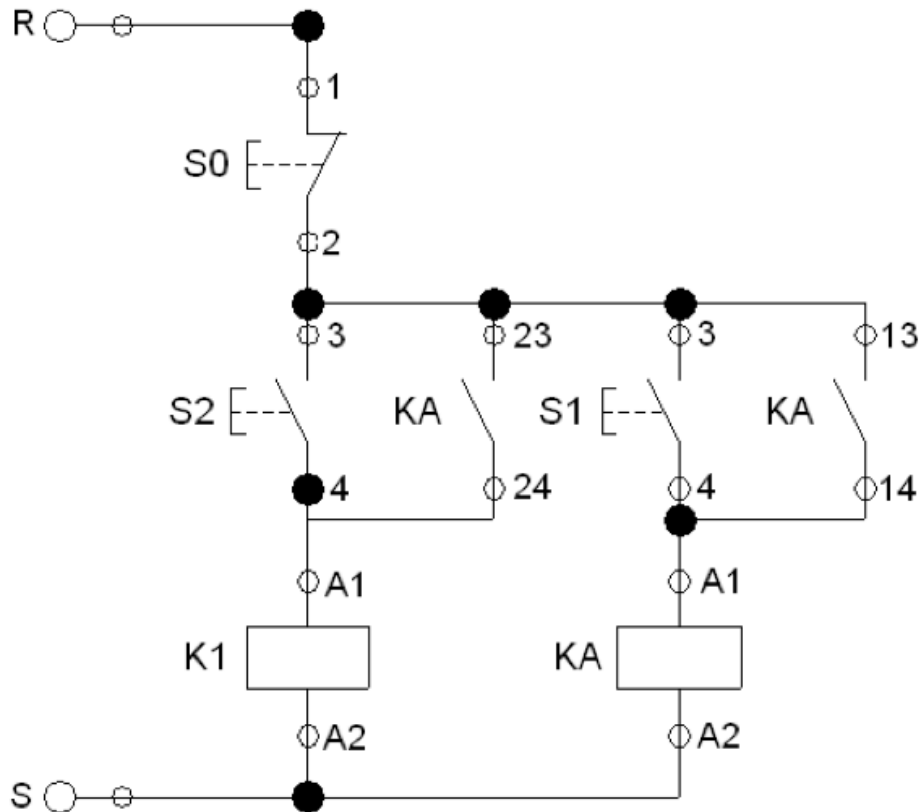


Condición:

Si existe tensión entre R y S; al pulsar S2 se energiza la bobina K1 hasta que suelte el pulsador S2. Si pulso S1 se energiza la bobina y se autorretiene. Si pulso S0 se desenergiza la bobina K1, si está activa.

5. MANDO DE UNA BOBINA DE FORMA INTERMITENTE Y DE FORMA PERMANENTE (MEJORADO, PARA EVITAR PROBLEMAS MECÁNICOS).

Esquema de mando con lógica cableada



Condición:

Si existe tensión entre R y S; al pulsar S2 se energiza la bobina K1 hasta que suelte el pulsador S2. Si pulso S1 se energiza la bobina KA y K1 y se autorretiene. Si pulso S0 se desenergiza la bobina K1 y/o KA, si están activas.



PRÁCTICA NO. 2 DIVERSOS MANDOS PARA UNA BOBINA

FECHA (dd/mm/aa) _____

NOMBRE (S) DEL ALUMNO (S) _____

TIEMPO ESTIMADO (HORAS) _____

PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN

Montaje y comprobación de circuitos de mando para dos bobinas, en los cuales se cumplan las condiciones antes mencionadas.

OBJETIVO

Elaborar ejercicios de circuitos de mando para dos bobinas en donde se cumplan condiciones determinadas del trabajo.

SEGURIDAD EN EL TRABAJO

- Establezca que la tensión de trabajo de la bobina sea la correcta.
- Trate con cuidado todos los equipos eléctricos del banco.
- Solicite al profesor que verifique que las conexiones estén correctas.

PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo las prácticas, siga los siguientes pasos:

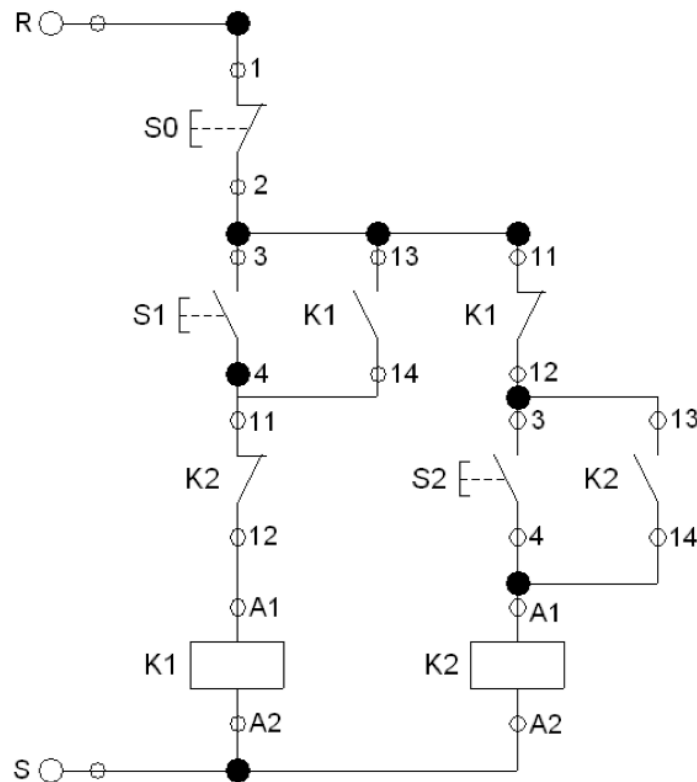
- Identifique y seleccione todos elementos a utilizar en el circuito en el circuito.
- Realice las conexiones de acuerdo con el esquema del circuito.
- Concluya y entregue un informe que contenga hoja de presentación, planteamiento del problema, objetivos, circuito eléctrico, conclusiones y observaciones.

MATERIALES Y EQUIPOS

ITEM	ELEMENTOS	CANTIDAD
1	Puestos de trabajo	1
2	Contactor	2
3	Pulsador NA	2
4	Pulsador NC	2
5	Bloque auxiliar	2
6	Cables de conexión	16

1. MANDO DE DOS BOBINAS, QUE NO PUEDEN TRABAJAR AL TIEMPO, CADA UNA TIENE UN PULSADOR NA Y AUTORRETENCIÓN.

Esquema de mando con lógica cableada



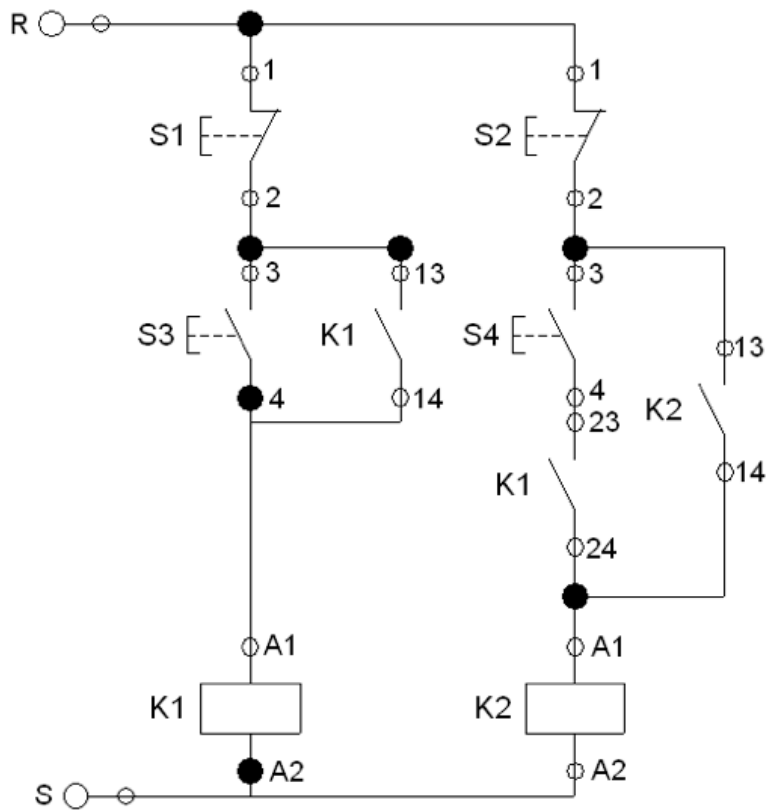


Condición:

Si existe tensión entre R y S; al pulsar S1 (estando K2 desenergizada), se energiza y autorretiene la bobina K1; si durante este tiempo se pulsa S2, no ejercerá ninguna acción, ya que K2 no podrá operar. Al pulsar S2 (estando K1 desenergizada), se energiza y autorretiene la bobina K1; si durante este tiempo se pulsa S1, no ejercerá ninguna acción, ya que K1 no podrá operar.

2. MANDO DE DOS BOBINAS, DE TAL FORMA QUE LA BOBINA (K2) DEPENDA DE LA BOBINA (K1), CON AUTORETENCIÓN Y PARADA INDEPENDIENTE.

Esquema de mando con lógica cableada



Condición:

Si existe tensión entre R y S; al pulsar S3, se energiza y autorretiene la bobina K1, sólo mientras permanezca activa ésta, podrá entrar la bobina K2, luego de pulsar S4, quedando luego, autorretenida también. Nótese que la entrada en operación de K2, sólo será posible si K1 está activa.



PRÁCTICA NO. 3 ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO

FECHA (dd/mm/aa) _____

NOMBRE (S) DEL ALUMNO (S) _____

TIEMPO ESTIMADO (HORAS) _____

PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN

Montaje y comprobación de los circuitos de mando y fuerza para el arranque directo de un motor trifásico.

OBJETIVO

Implementar el esquema de mando, y de fuerza para el arranque directo de un motor trifásico.

SEGURIDAD EN EL TRABAJO

- Establezca que la tensión de trabajo de la bobina y el motor sean las correctas.
- Trate con cuidado todos los equipos eléctricos del banco.
- Solicite al profesor que verifique que las conexiones estén correctas.

PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo las prácticas, siga los siguientes pasos:

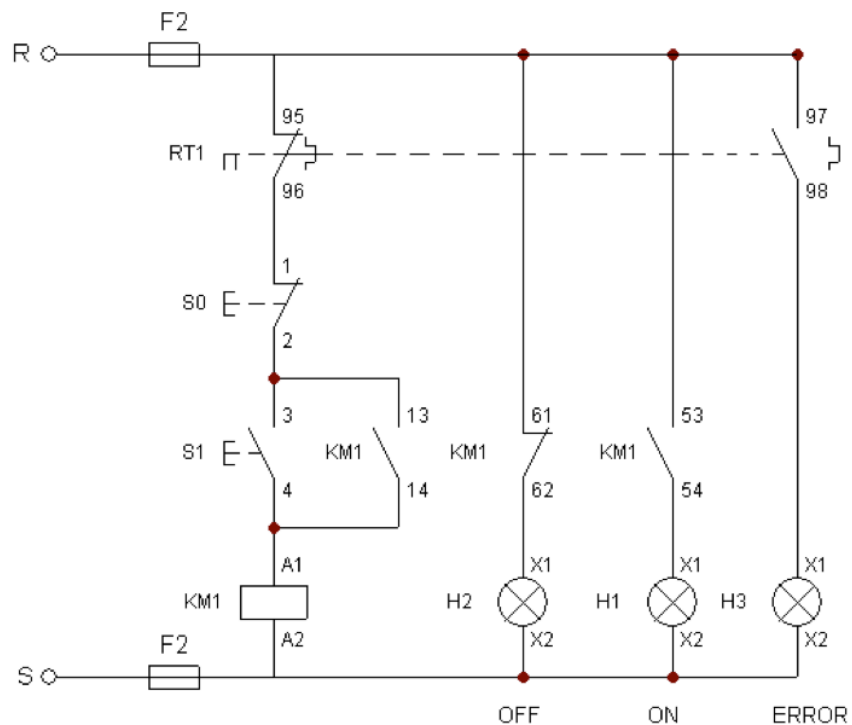
- Identifique y seleccione todos elementos a utilizar en el circuito en el circuito.
- Realice las conexiones de acuerdo con el esquema del circuito.
- Concluya y entregue un informe que contenga hoja de presentación, planteamiento del problema, objetivos, circuito eléctrico, conclusiones y observaciones.

MATERIALES Y EQUIPOS

ITEM	ELEMENTOS	CANTIDAD
1	Puestos de trabajo	1
2	Contactador	1
3	Pulsador NA	1
4	Pulsador NC	1
5	Bloque auxiliar	2
6	Cables de conexión	20
7	Motor trifásico	1
8	Relé térmico	1
9	Lámparas de señalización	3

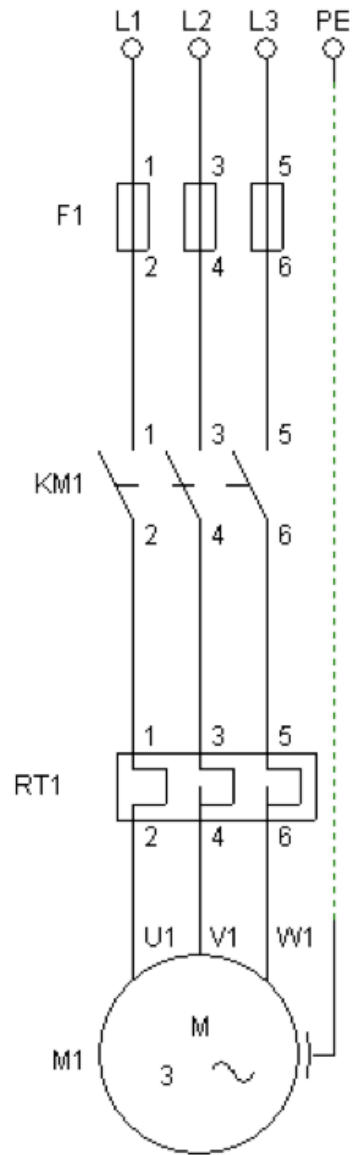
1. ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO

Esquema de mando con lógica cableada





Esquema de Fuerza





PRÁCTICA NO. 4 ARRANQUE DIRECTO E INVERSIÓN DEL GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO

FECHA (dd/mm/aa) _____

NOMBRE (S) DEL ALUMNO (S) _____

TIEMPO ESTIMADO (HORAS) _____

PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN

Montaje y comprobación de los circuitos de mando y fuerza para el arranque directo e inversión del giro de un motor trifásico.

OBJETIVO

Implementar el esquema de mando, y de fuerza para el arranque directo e inversión del giro de un motor trifásico.

SEGURIDAD EN EL TRABAJO

- Establezca que la tensión de trabajo de la bobina y el motor sean las correctas.
- Trate con cuidado todos los equipos eléctricos del banco.
- Solicite al profesor que verifique que las conexiones estén correctas.

PROCEDIMIENTO

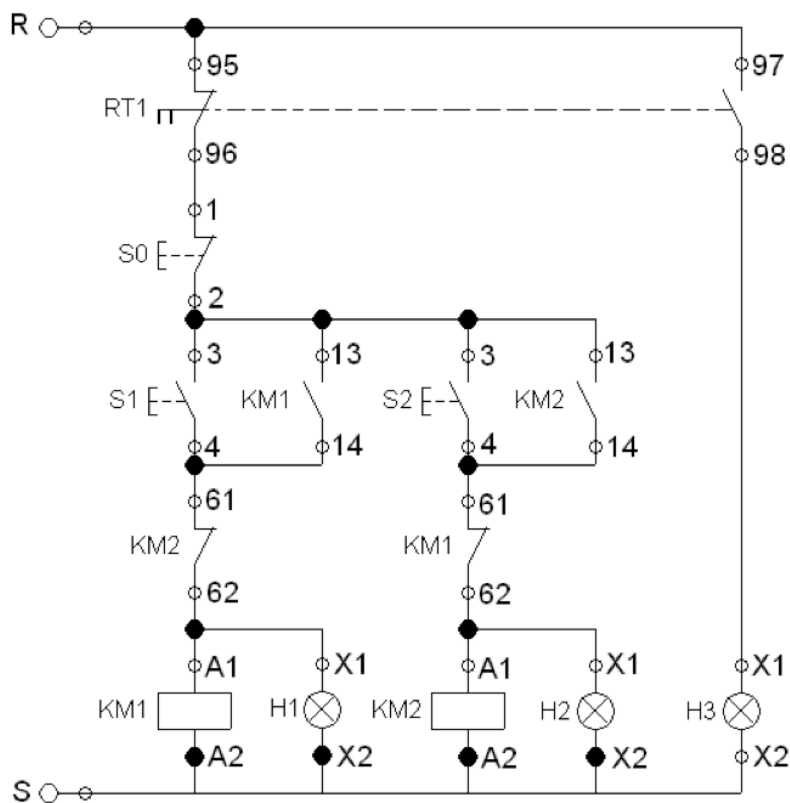
Para llevar a cabo las prácticas, siga los siguientes pasos:

- Identifique y seleccione todos los elementos a utilizar en el circuito en el circuito.
- Realice las conexiones de acuerdo con el esquema del circuito.
- Concluya y entregue un informe que contenga hoja de presentación, planteamiento del problema, objetivos, circuito eléctrico, conclusiones y observaciones.

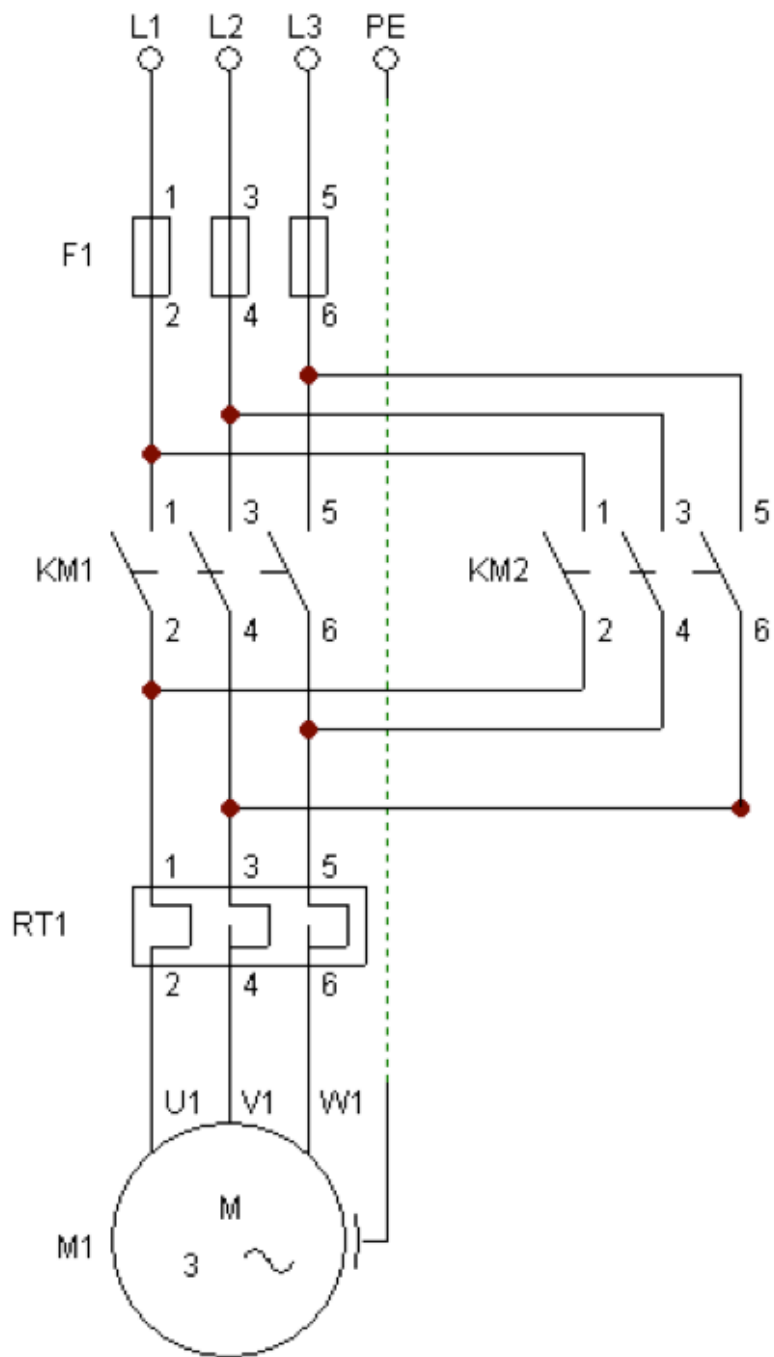
ITEM	ELEMENTOS	CANTIDAD
1	Puestos de trabajo	1
2	Contactor	2
3	Pulsador NA	2
4	Pulsador NC	1
5	Bloque auxiliar	2
6	Cables de conexión	25
7	Motor trifásico	1
8	Relé térmico	1
9	Lámparas de señalización	3

INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO

Esquema de mando



Esquema de Fuerza





ARRANQUE ESTRELLA DELTA DE UN MOTOR TRIFÁSICO

FECHA (dd/mm/aa) _____

NOMBRE (S) DEL ALUMNO (S) _____

TIEMPO ESTIMADO (HORAS) _____

PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN

Montaje y comprobación de los circuitos de mando y fuerza para el arranque escalonado estrella delta de un motor trifásico.

OBJETIVO

Implementar el esquema de mando, y de fuerza para el arranque escalonado estrella delta de un motor trifásico.

SEGURIDAD EN EL TRABAJO

- Establezca que la tensión de trabajo de la bobina y el motor sean las correctas.
- Trate con cuidado todos los equipos eléctricos del banco.
- Solicite al profesor que verifique que las conexiones estén correctas.

PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo las prácticas, siga los siguientes pasos:

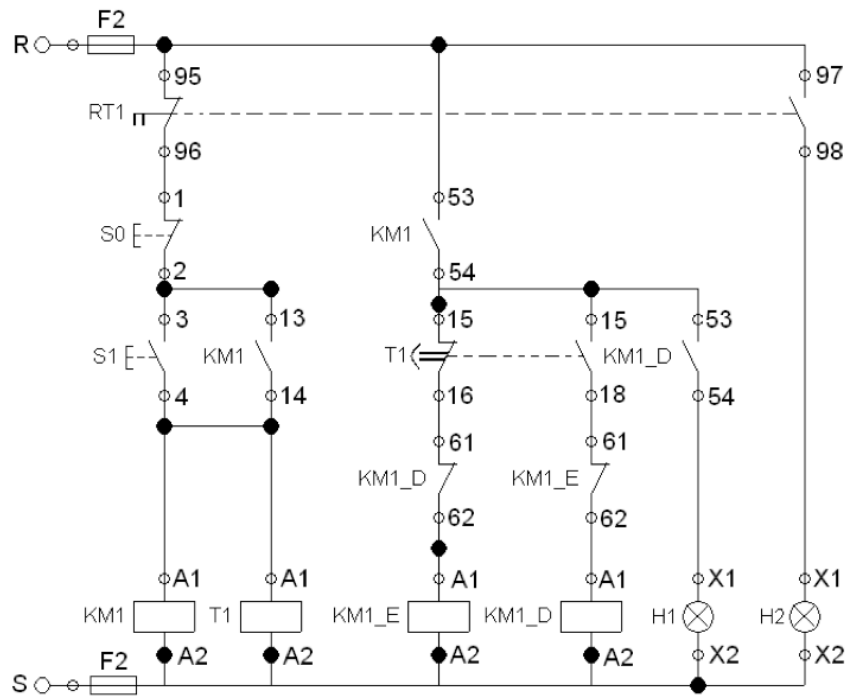
- Identifique y seleccione todos elementos a utilizar en el circuito en el circuito.
- Realice las conexiones de acuerdo con el esquema del circuito.
- Concluya y entregue un informe que contenga hoja de presentación, planteamiento del problema, objetivos, circuito eléctrico, conclusiones y observaciones

MATERIALES Y EQUIPOS

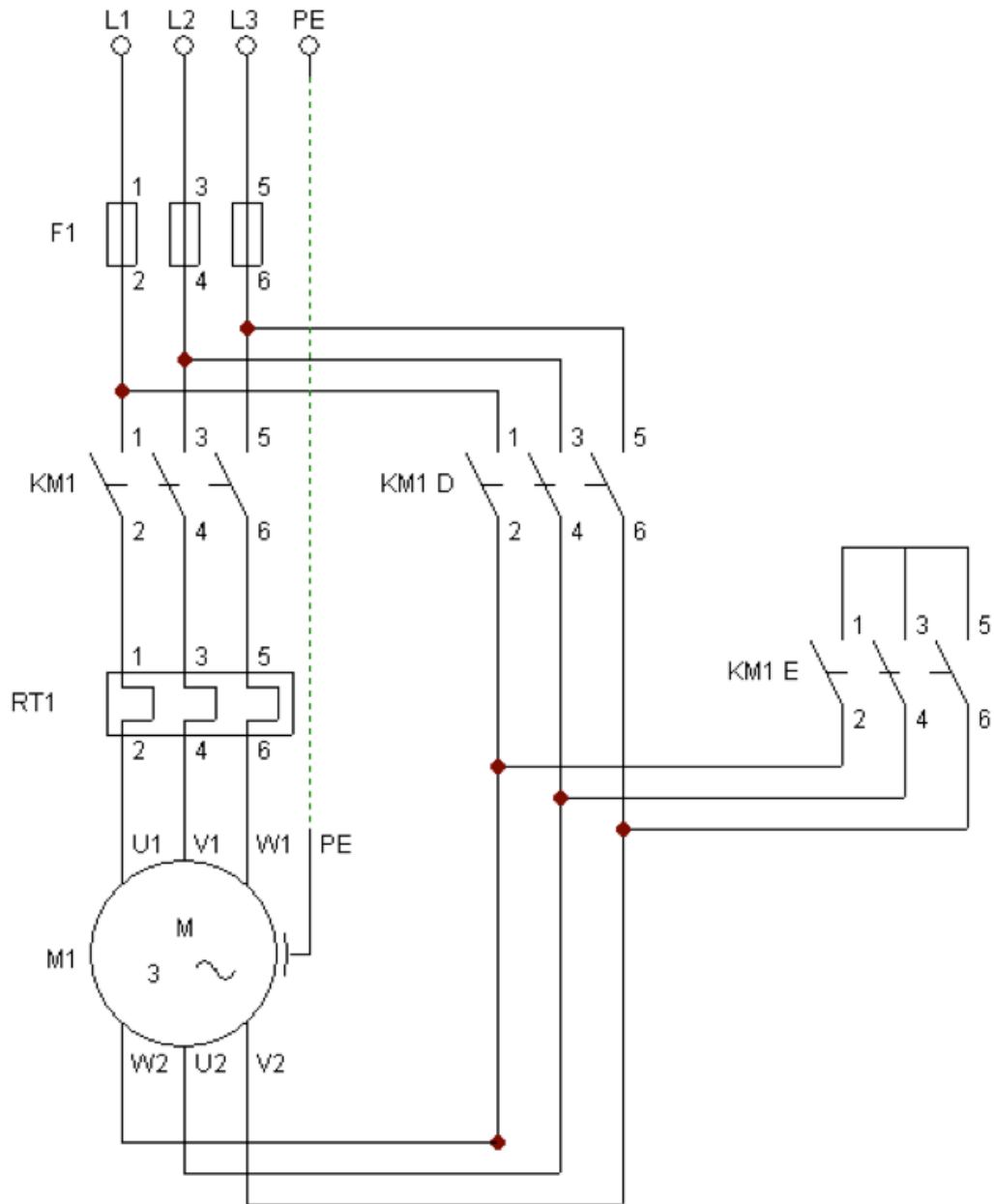
ITEM	ELEMENTOS	CANTIDAD
1	Puestos de trabajo	1
2	Contactador	2
3	Pulsador NA	1
4	Pulsador NC	1
5	Bloque auxiliar	2
6	Cables de conexión	25
7	Motor trifásico	1
8	Relé térmico	1
9	Lámparas de señalización	2

ARRANQUE ESCALONADO ESTRELLA (Y) DELTA (Δ)

Esquema de mando con lógica cableada



Esquema de Fuerza





ACADEMIA NACIONAL DE ELECTRICIDAD

Material de apoyo para el cuadernillo de aprendizajes esenciales

Módulo III Mantiene en operación los
circuitos de control electromagnético y
electrónico

Submódulo II Mantiene en operación
circuitos de control electrónico

Elaborado por:

M.C. Jacobo Adrian Ramos Domínguez.

Actividad 1. Encuadre del curso.

Bienvenido a esta forma de trabajar en casa, en este cuadernillo se va a trabajar el módulo III de electricidad del submódulo II (Mantiene en operación circuitos de control electrónico), donde se proporcionan las actividades que tienes que realizar para obtener los aprendizajes esenciales de este módulo. La forma de comunicarnos contigo va a ser periódica en el planten o en tu casa para evaluar tu avance del cuadernillo.

Actividad 2. Evaluación diagnóstica.

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Responde lo que se te pide, recuerda que es una evaluación diagnóstica no tiene valor para tu calificación, así que responde con lo que sabes, no investigues para contestar.

- 1.- ¿Qué es un Diodo?
- 2.- ¿Qué es un transistor?
- 3.- ¿Qué es un relé?
- 4.- ¿Qué es un amplificador operacional?
- 5.- ¿Cuál es la ley de Ohm?
- 6.- ¿Cuáles son las leyes de Kirchhoff?
- 7.- ¿Qué es un divisor resistivo?
- 8.- ¿Qué es el algebra de Boole?
- 9.- Menciona las compuertas del algebra de Boole
- 10.- Menciona los teoremas y propiedades del algebra de Boole.

Actividad 3.

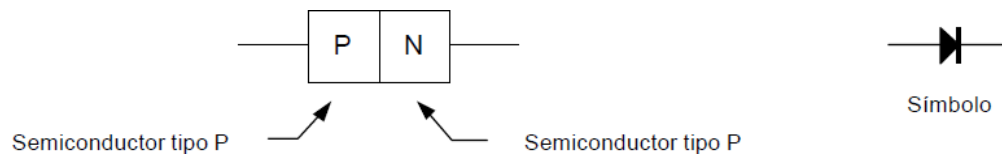
Diodo

Algunos dispositivos electrónicos son lineales; es decir, su corriente es directamente proporcional a su tensión. El ejemplo más sencillo de un dispositivo lineal es una resistencia, como se vio en el capítulo anterior.

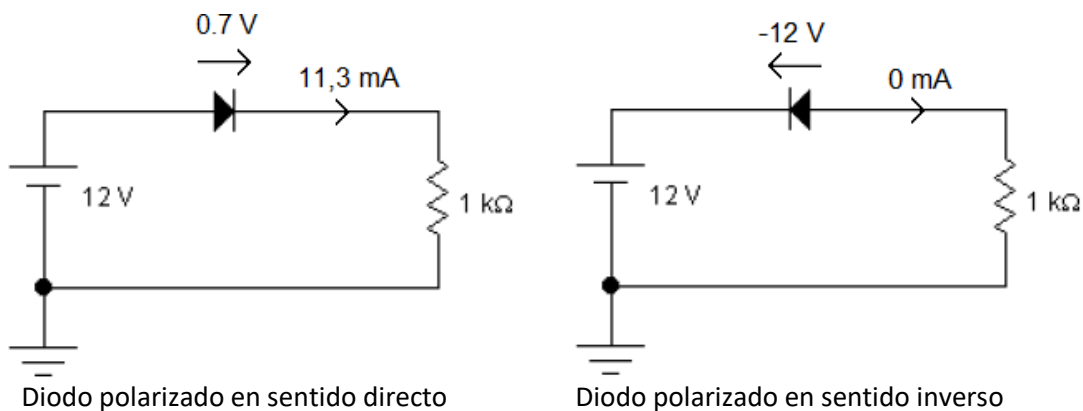
En este capítulo se estudiará el comportamiento del diodo en diferentes circuitos y su principal uso: como rectificador.

Características generales

La siguiente figura muestra el símbolo eléctrico de un diodo. El lado p se llama ánodo y el lado n es el cátodo. El símbolo del diodo es una flecha que apunta del lado p al lado n, del ánodo al cátodo. Por ello, la flecha del diodo recuerda que la corriente convencional circula del lado p al lado n. Si se trabaja con el flujo de electrones, hay que tener en cuenta que éstos fluyen en dirección opuesta a la de la flecha del diodo.



La característica principal del diodo es la de permitir la circulación de corriente en un sentido (directo) e impedirla en sentido contrario (inverso). La tensión para la cual un diodo comienza a conducir se llama tensión umbral. Dicha tensión puede aproximarse a un valor de 0,7 V en un diodo de silicio.



Construcción interna

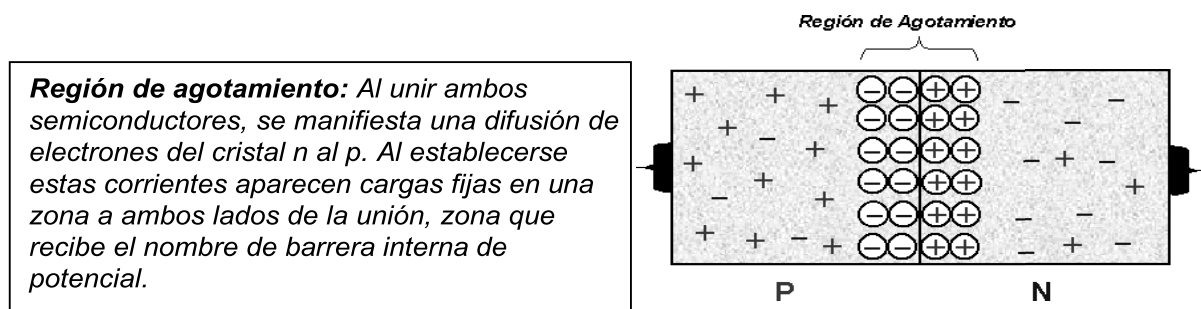
El diodo se construye mediante la unión de dos partes de material semiconductor (en general silicio) de naturalezas P (positivo) y N (negativo) según su composición a nivel atómico. Estos tipos de materiales (P y N), se obtienen al dopar unas con impurezas trivalentes (aluminio, boro, galio) y otras con impurezas pentavalentes (arsénico, antimonio, fósforo) respectivamente.

Semiconductor silicio tipo "P"

Este semiconductor se obtiene luego de un proceso de dopado, sustituyéndole algunos átomos por otros con menos electrones de valencia, normalmente trivalentes (tienen 3 electrones en su capa de valencia), para aumentar el número de portadores de cargas libres (en este caso positivos: "Huecos").

Semiconductor Silicio tipo "N"

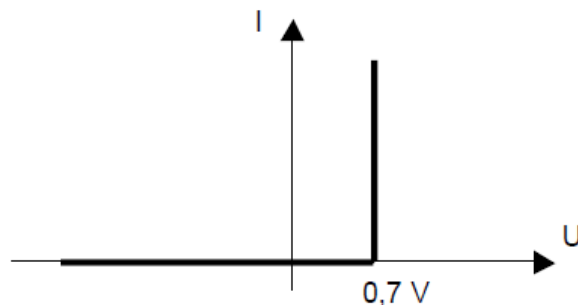
Este semiconductor se obtiene llevando a cabo el proceso de dopado (similar al de tipo "P") añadiendo un cierto tipo de elemento, normalmente pentavalente (tienen 5 electrones en su capa de valencia), al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso, negativos: electrones libres).



La acumulación de iones positivos en la zona n y de iones negativos en la zona p, crea un campo eléctrico: aparece una diferencia de tensión entre las zonas p y n. Esta diferencia de potencial (V_0) es de 0,7 V. Para que el diodo conduzca hay que superarla en sentido contrario; de ahí que la tensión umbral sea 0,7 V.

Característica V-A

La gráfica de la derecha muestra la característica V-A de un diodo ideal. El dibujo indica que no hay corriente hasta que aparecen 0,7 V en el diodo. En este punto, el diodo comienza a conducir. De ahí en adelante sólo caerán 0,7 V en el diodo, independientemente del valor de la corriente.



Así el diodo se asemeja a un interruptor; conduciendo cuando la tensión en sus terminales alcanza los 0,7 V e impidiendo el paso de corriente para tensiones menores a ésta. En el caso de la conducción, la caída de tensión total en el diodo se mantendrá en 0,7 V para cualquier valor de corriente. Por otro lado, si la tensión aplicada al diodo es menor a 0,7 V o incluso negativa, el diodo se polariza en inversa impidiendo la circulación de corriente.

En realidad, un diodo real tiene un comportamiento más complejo. Existe una pequeña corriente en sentido inverso, llamada corriente de fuga, y presentará, en el sentido directo, luego de superar la tensión umbral, una pendiente debido a una pequeña resistencia interna. En este curso trabajaremos con la característica V-A ideal. Las principales características de un diodo para propósitos generales pueden observarse en la hoja de datos que se adjunta al final del apunte.

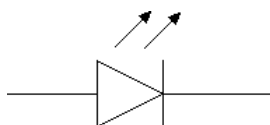
Diodo emisor de luz (LED)

La palabra LED proviene de las siglas del inglés "Light-Emitting Diode" que en español significa: diodo emisor de luz. El LED es eso, un diodo que emite luz.

Después de que un electrón ha saltado a una órbita mayor, puede regresar a su nivel de energía inicial. Si lo hace, devolverá la energía sobrante en forma de calor, luz u otro tipo de radiación. La energía perdida por un electrón al regresar a la órbita inicial es igual a la cantidad de energía emitida por el átomo. Como los niveles de energía son diferentes para cada elemento, el color de la luz emitida depende del material con el que se esté trabajando.

El principio de funcionamiento del LED se basa en los niveles de energía. En este tipo de dispositivos, la tensión aplicada excita a los electrones a los niveles de energía más altos. Cuando estos electrones regresan a sus niveles de energía originales emiten luz. Según el material empleado, la luz puede ser roja, verde, naranja, azul, etc.

A continuación, se muestra el símbolo del LED:



La tensión umbral de los LED varía según la luz que emita éste. En el caso del LED de color rojo la tensión umbral es aproximadamente 2 V y para obtener un brillo óptimo debe circular una corriente de 10 mA.

Rectificación

En Argentina, las empresas de electricidad (Ej: EPE) proporcionan una tensión de red de 220 Vca a una frecuencia de 50 Hz. La tensión real de un enchufe eléctrico fluctúa entre los 200/220 V, dependiendo de la hora, la localidad y de otros factores.

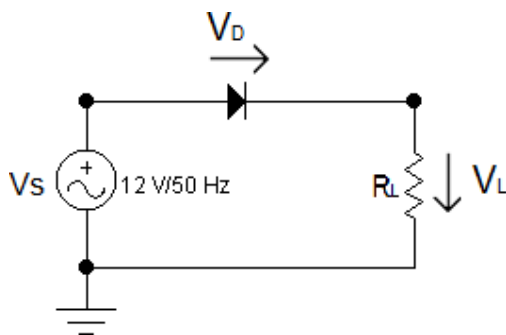
La tensión de red es demasiado elevada para la mayor parte de los dispositivos empleados en circuitos electrónicos. Por esta causa, generalmente se emplea un transformador en casi todos los equipos electrónicos. Este transformador reduce la tensión a niveles inferiores, más adecuados para su uso en dispositivos como diodos y transistores. Además, aísla galvánicamente el circuito de CC de la red de alterna.

Dado que gran parte de los circuitos electrónicos funcionan con alimentación de continua, una vez disminuida la tensión, es necesario convertir esa corriente alterna en continua. Para esto, los diodos rectificadores juegan un rol clave.

Idealmente, un diodo rectificador es un interruptor cerrado cuando está polarizado directamente y un interruptor abierto cuando está polarizado inversamente. Por esta razón es útil para convertir corriente alterna en corriente continua. En este capítulo se estudian dos tipos de rectificadores: media onda y onda completa.

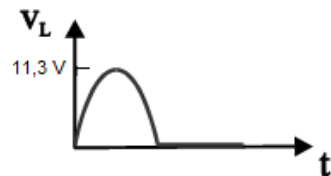
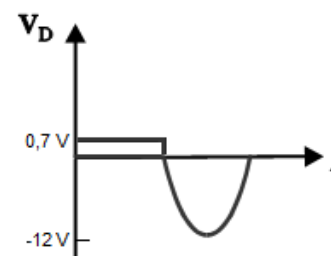
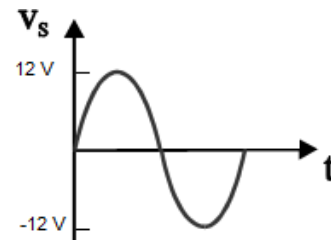
Rectificador media onda

El circuito más simple que puede convertir corriente alterna en corriente continua es el rectificador de media onda, que se muestra a continuación.



Ciclo positivo: El diodo conduce y la tensión en la carga V_L es $V_S - V_D$. El valor de la corriente es $I_L = V_L / R_L$.

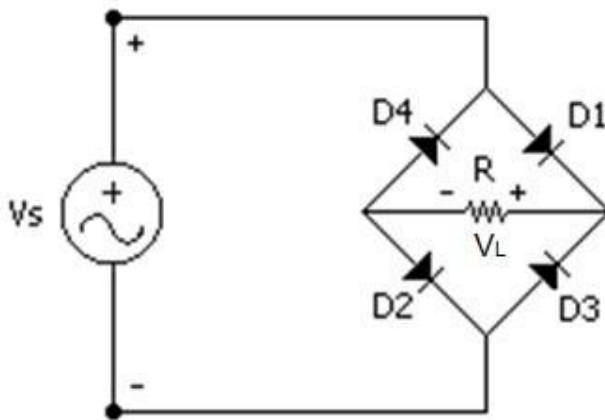
Ciclo negativo: El diodo se polariza en inversa y no conduce. La corriente I_L es cero y por lo tanto la tensión en la carga V_L es cero. La tensión de entrada V_S se ve reflejada en bornes del diodo V_D .



En la evolución de la tensión en la carga mostrada en la figura, se observa que los semiciclos negativos han sido cortados o eliminados; este tipo onda recibe el nombre de señal de media onda. Como la tensión en la carga tiene solamente un semiciclo positivo, la corriente por la carga es unidireccional, lo cual quiere decir que fluye en una sola dirección. Por lo tanto, la corriente en la carga es una corriente en forma de pulsos sinusoidales positivos.

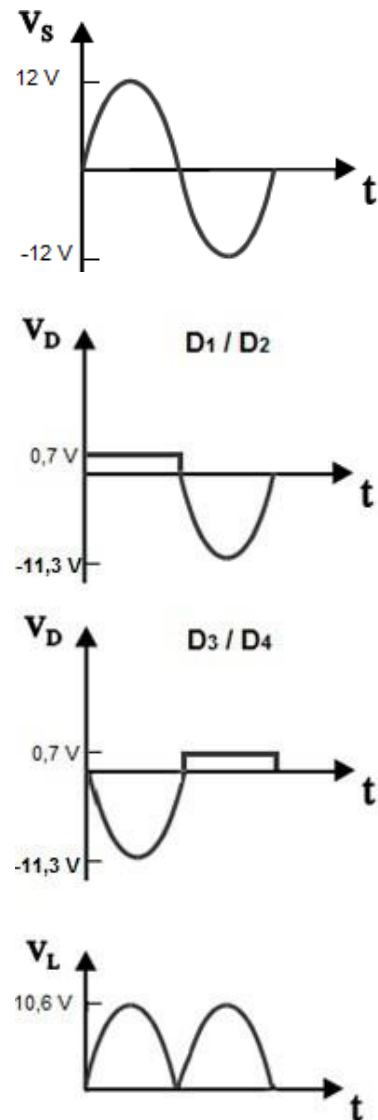
Rectificador de onda completa - Tipo puente

En la figura de abajo se muestra la configuración de un puente rectificador. Mediante el uso de 4 diodos, en lugar de dos, este diseño tiene la ventaja de aprovechar los dos ciclos de la onda de entrada; tanto el positivo como el negativo.



Ciclo positivo: Conducen los diodos D_1 y D_2 . La tensión en la carga V_L es $V_s - 2V_D$. El valor de la corriente es $I_L = V_L / R_L$.

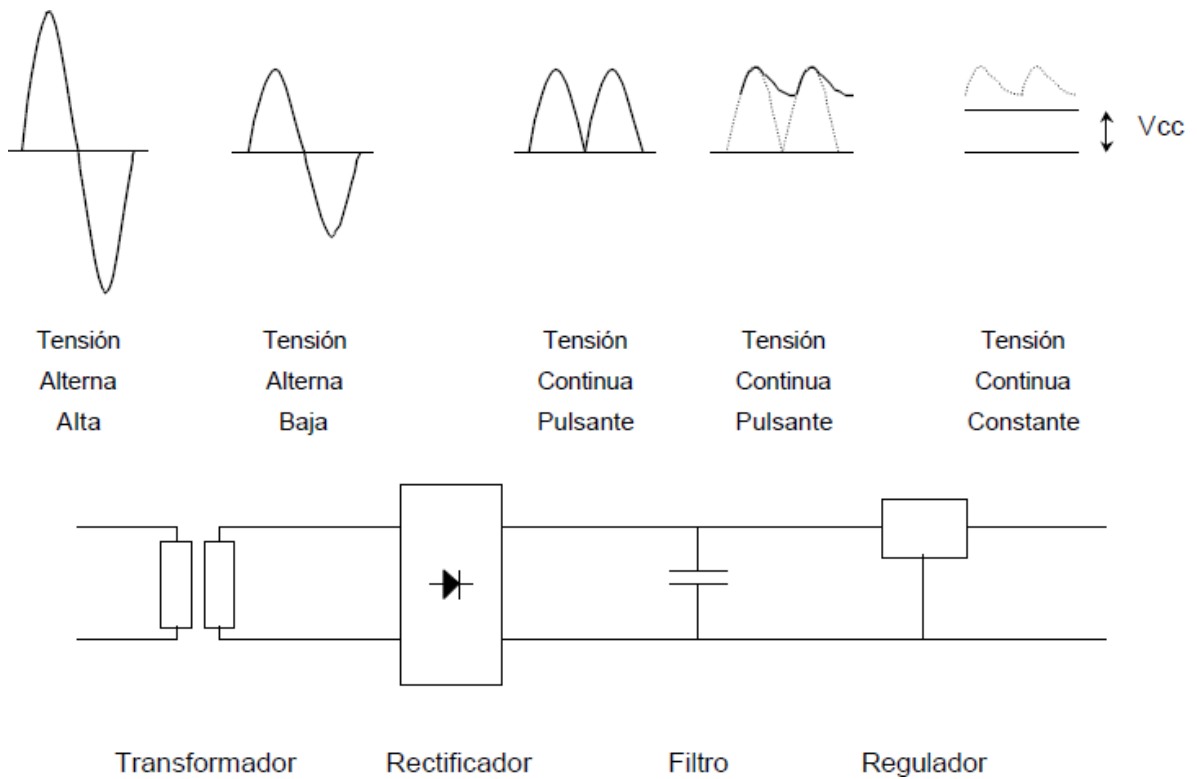
Ciclo negativo: Conducen los diodos D_3 y D_4 . En este caso, la corriente I_L mantiene el mismo sentido que en el ciclo anterior, es por eso que la tensión en la carga V_L se mantiene positiva.



En los rectificadores tipo puente debe tenerse en cuenta que hay dos diodos que conducen en serie con la resistencia de carga durante cada semiciclo. Por lo tanto, hay que restar dos caídas de tensión de los diodos en lugar de sólo una.

La caída de tensión adicional en el segundo diodo es una de las pocas desventajas del puente rectificador. En la actualidad, en la mayor parte de los circuitos se emplea un puente rectificador para convertir la tensión alterna de la red en una tensión continua adecuada para ser usada en dispositivos electrónicos.

Por último, para obtener una tensión continua constante, se procede al filtrado y regulado de la señal. El proceso completo se muestra a continuación.



Actividad 4

Transistor

La señal de radio o televisión recibida por una antena es tan débil que no sirve para excitar un altavoz o un tubo de televisión. Por lo tanto, esta señal se debe amplificar para que tenga la potencia suficiente para ser útil.

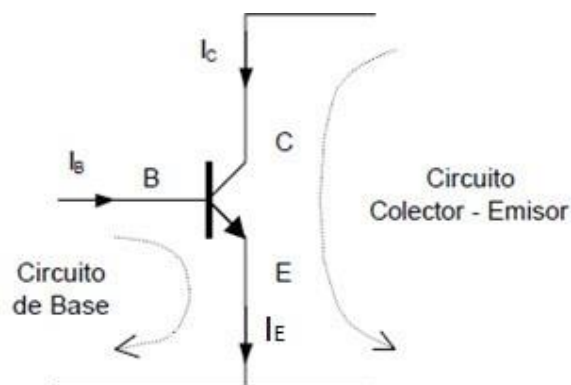
Antes de 1951, las válvulas eran el elemento principal empleado para amplificar las señales débiles. A pesar de que amplificaban muy bien, tenían una serie de desventajas entre las cuales se encontraban la alta potencia consumida, la vida útil y su gran tamaño.

En 1951, Shockley inventó el primer transistor de unión, un dispositivo semiconductor capaz de amplificar señales de radio y televisión. Las ventajas del transistor superaban ampliamente los inconvenientes de las válvulas particularmente el espacio y la potencia disipada.

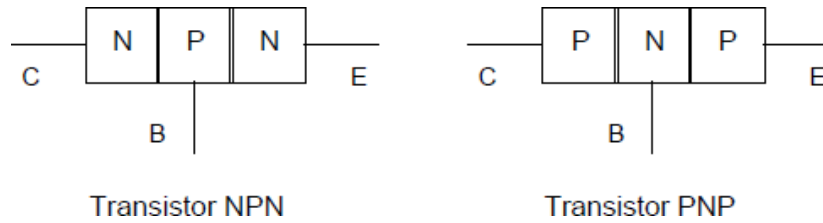
Gracias al transistor se han logrado numerosos inventos, incluyendo el circuito integrado CI, pequeño dispositivo que contiene miles de resistencias y transistores. Las computadoras modernas y otros avances revolucionarios en la electrónica son posibles gracias a los CI.

Características generales

Un transistor es un dispositivo electrónico que posee tres bornes (Base, Emisor y Colector) cuya principal característica es que permite controlar la corriente que se establece en el circuito Colector-Emisor mediante la corriente que circula por el circuito de Base. Dependiendo de la aplicación, la corriente de base será en general decenas o cientos de veces más chica que la de colector.



En la siguiente figura se muestra la configuración interna de un transistor, el cual tiene tres zonas de dopado y se construye a partir de dos junturas PN. En este curso se trabajará con transistores NPN, pero también hay transistores PNP:



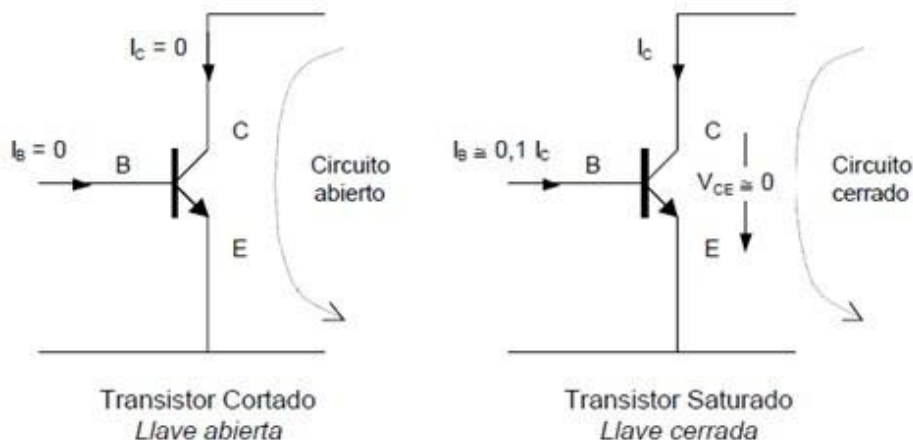
El transistor puede trabajar en tres regiones o zonas diferentes. Su comportamiento, dependerá de la zona en la cual se encuentre operando. Se distinguen tres zonas posibles de trabajo que identifican las distintas maneras de actuar del transistor:

- **Zona de Corte:** La tensión base-emisor V_{BE} es menor a 0,7 V, lo que implica que la corriente de base I_B es cero y por lo tanto la corriente por el colector I_C también será cero (o bien será extremadamente pequeña). La tensión colector-emisor V_{CE} dependerá de la configuración del circuito. El transistor se comporta como una llave abierta.
- **Zona de Saturación:** La tensión base-emisor V_{BE} es 0,7 V, por lo que circula una corriente de base I_B , lo que implica una circulación de corriente I_C por el colector. La relación entre la corriente de base y la de colector es $I_B \approx I_C/10$. La tensión colector-emisor V_{CE} será aproximadamente cero. El transistor se comporta como una llave cerrada.
- **Zona Lineal:** La relación entre la corriente de base y la corriente de colector es igual a una constante llamada β , siendo la de colector la mayor de las dos. El transistor es utilizado como amplificador y en el circuito de colector la corriente sigue las variaciones de la corriente de base.

Transistor en conmutación

Se dice que el transistor opera en conmutación cuando trabaja en las zonas de corte y saturación. En general, éste es el uso que se le da al transistor en los circuitos de control.

Podemos decir que el transistor actúa como una llave electrónica en el circuito colector-emisor, operada por la corriente de base, como se muestra a continuación. Tiene en general una rápida actuación, lo que hace que se pueda utilizar a frecuencias relativamente altas. Las características básicas de un transistor pueden apreciarse en la hoja de datos que se adjunta al final del apunte.



Para que el transistor trabaje correctamente en corte y saturación se deberá calcular la resistencia de base necesaria de la siguiente manera:

Datos

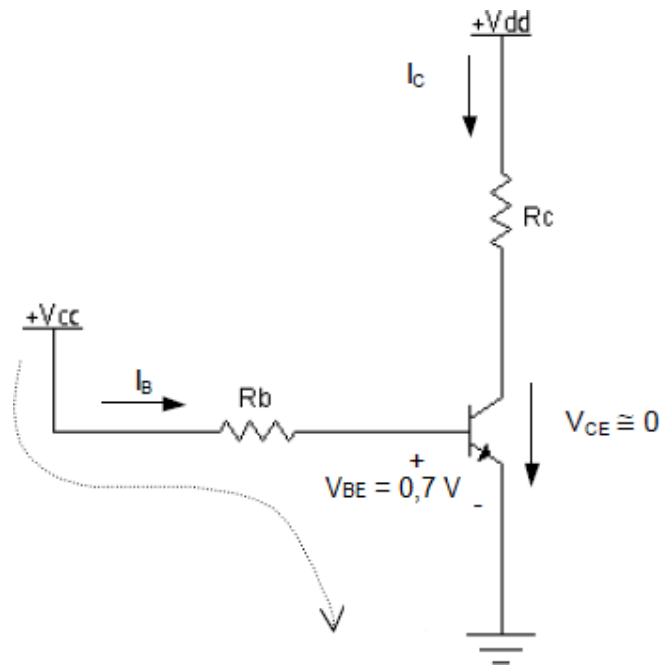
Vdd, Vcc, VBE, VCE y Rc

Ecuaciones

$V_{dd} = I_C \cdot R_C + V_{CE}$ $V_{cc} = I_B \cdot R_B + V_{BE}$ $I_B = I_C / 10$

Incógnitas

I_C , I_B , R_B



Debemos tener en cuenta que se busca saturar al transistor ($V_{CE} = 0$) y para eso es necesario que $I_B \approx I_C / 10$. Es importante observar que la causa por la cual el transistor satura es que $I_B = I_C / 10$ y la consecuencia es que $V_{CE} = 0$.

Cabe comentar que en general la tensión de base VCC, necesaria para la saturación, la provee un circuito de control o un sensor, al cual se le tomará sólo una pequeña corriente (la de base). La resistencia RC, que representa la carga que se desea conectar, muchas veces requiere otro nivel de tensión y corriente, mayor al que puede entregar el circuito de control o sensor. El uso del transistor permite que ésta carga tome una corriente IC de la fuente Vdd, mayor a la corriente de base IB.

Actividad 5

Relé

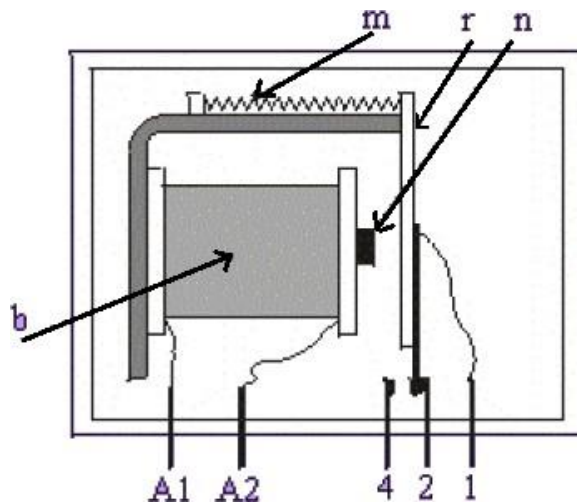
El relé puede definirse como un interruptor accionado electromagnéticamente. Permite controlar desde un circuito que se encuentra a una tensión reducida otros circuitos a tensiones superiores o actuadores que requieran intensidades superiores u otro tipo de corriente (cc o ca). Son muy útiles en el diseño de automatismos eléctricos.

Construcción interna

Cuando se aplica tensión en los bornes A1 y A2 de la bobina "b", circula una corriente por el devanado que crea un campo magnético que atrae a la armadura "r" al núcleo "n".

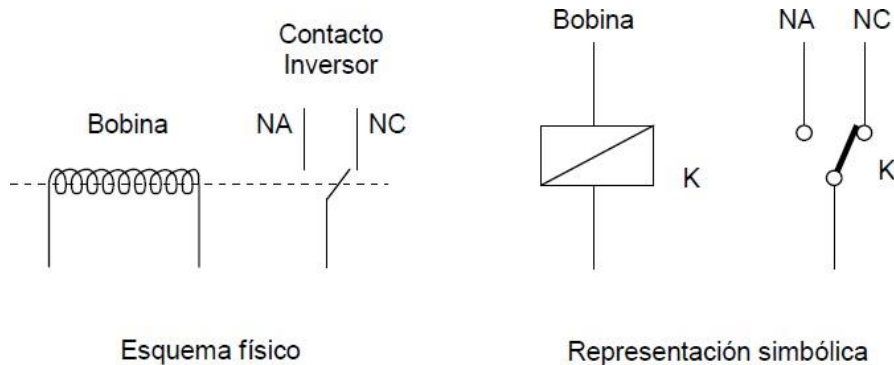
La armadura "r" está unida mecánicamente al contacto "1", por lo que se cierra el contacto 1-4.

El contacto 1-4 se mantendrá cerrado mientras la bobina se mantenga sometida a tensión. Una vez desaparecida la tensión en la bobina, desaparece el campo magnético y el muelle "m" hace que la armadura vuelva a su posición original con el contacto 1-2 cerrado y el 1-4 abierto.



Configuraciones NC y NA

Existen relés de diferentes tipos, con mayor o menor número de contactos, pero el principio de funcionamiento es siempre el mismo. El esquema físico y la representación simbólica se muestran a continuación.



El contacto normal cerrado NC indica que, cuando no hay tensión en la bobina, el contacto k se mantiene unido con éste. De forma similar, el contacto normal abierto NA indica que, cuando no hay tensión en la bobina, el contacto k se mantiene separado de éste.

Dependiendo si conectamos el circuito de carga al terminal NA o NC, la misma funcionará cuando la bobina esté excitada o desexcitada, respectivamente.

Amplificador Operacional

La denominación de Amplificador Operacional (AO) fue dada originalmente por John Ragazzini en el año 1947. Esta denominación apareció por su utilización en las técnicas operacionales, es decir circuitos que ejecutaban operaciones matemáticas tales como la Derivación, Integración, Suma, Resta, Logaritmos, etc.

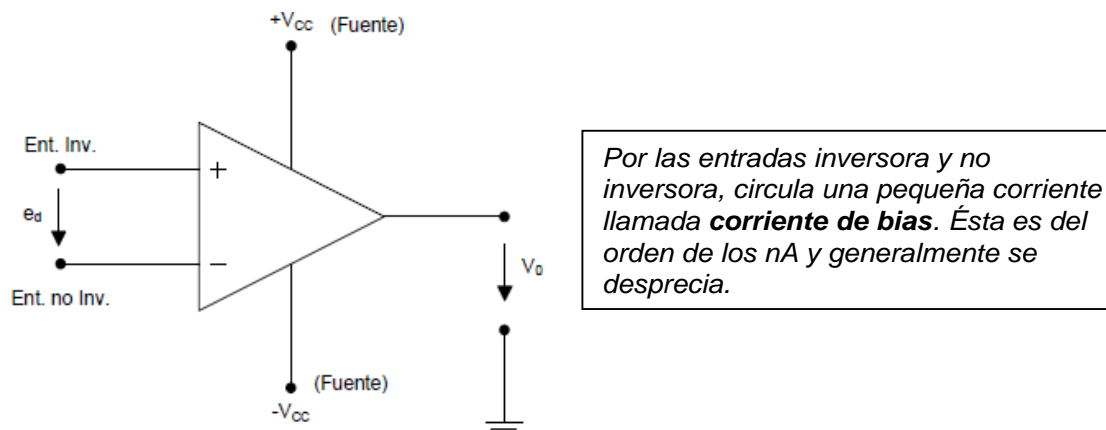
Los primeros AO fueron construidos con válvulas, por lo que fueron voluminosos y con gran consumo de energía. Con la aparición del transistor bipolar se construyeron AO discretos, pero la verdadera revolución se produjo en el año 1968 con la fabricación del primer AO como circuito integrado.

Principios de funcionamiento

Un AO es un componente electrónico cuyo símbolo se puede observar en la figura.

Posee 5 terminales:

- 2 entradas: inversora (-) y no inversora (+)
- 2 entradas de alimentación: Vcc en la parte superior y -Vcc o masa en la inferior
- Una salida Vo



La salida Vo de un AO, es la diferencia de sus entradas ($e_d = V_+ - V_-$) amplificada por un factor β , denominado ganancia de tensión del AO, que suele ser de un valor muy alto.

El AO de la figura posee alimentación fuente doble, ya que tiene una tensión positiva en la alimentación superior y una negativa en la inferior, cuyo valor absoluto es el mismo (Vcc). Si la alimentación inferior se conectase a masa (0 V) el AO sería de alimentación fuente simple.

La tensión de salida Vo será entonces

$$V_o = e_d \beta$$

donde e_d es la tensión diferencial de entrada ($e_d = V_+ - V_-$) mientras que β es la ganancia del AO que suele estar en el orden de 100.000. Notar que la salida V_o es una función exclusiva de la tensión diferencial e_d , independientemente de los valores de tensión que tengan las entradas inversora y no inversora.

Consideremos ahora el AO de la figura; Si se desea una salida $V_o = 10\text{ V}$ la entrada debería ser:

$$e_d = \frac{V_o}{\beta} = \frac{10}{100.000} = 0,1\text{ mV}$$

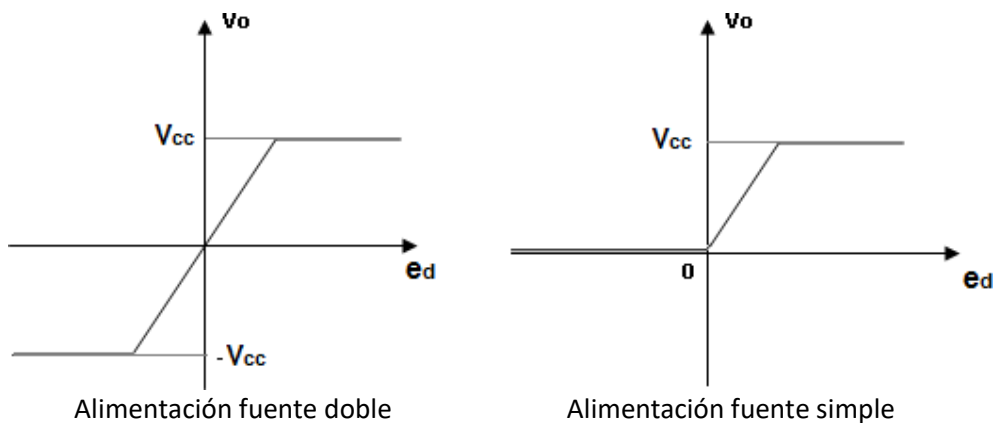
De este modo para que la salida sea 10V la entrada diferencial e_d debe ser muy pequeña, independientemente de los valores de V_+ y V_- .

Si ahora en cambio se aplica una tensión diferencial de entrada $e_d = 5\text{ V}$, a la salida se tendría:

$$V_o = 100.000 \times 5\text{ V} = 500.000\text{ V}$$

Claramente a la salida no habrá una tensión de 500.000 V. De hecho, la tensión de salida nunca podrá superar los valores de las tensiones de alimentación, en este caso, $V_o = V_{cc}$. Cuando ocurre esto, se dice que la salida satura y el AO trabaja en saturación.

Si se grafican las evoluciones de la tensión de salida con respecto a la tensión diferencial e_d , se obtiene:



Para el caso del AO con alimentación fuente doble, el límite de la zona lineal se da para $\pm V_{cc}$. Para el AO de alimentación fuente simple, el límite será V_{cc} .

AO a lazo abierto

Supongamos un AO de fuente doble alimentado con $V_{cc}=\pm 12V$. Si $e_d=0$ su salida será cero. ¿Qué tensión diferencial es necesaria aplicar a la entrada para que la salida sature?

$$12V / 100.000 = 120 \mu V$$

Esta tensión es tan pequeña que es prácticamente imposible trabajar en la zona lineal. Cualquier perturbación externa llevaría al AO a trabajar a las zonas de saturación, de manera que el comportamiento de la salida será:

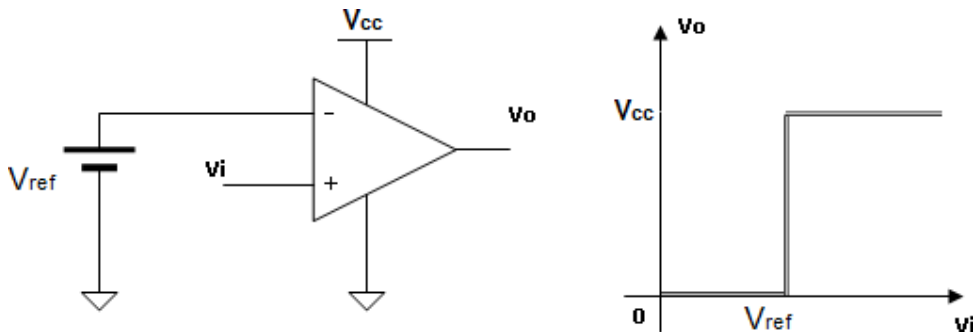
$$\text{si } V_+ > V_- \Rightarrow V_o = V_{SAT+} \text{ (estado alto)}$$

$$\text{si } V_+ < V_- \Rightarrow V_o = V_{SAT-} \text{ (estado bajo)}$$

Cuando el AO opera a lazo abierto, trabaja en saturación y su comportamiento recibe el nombre de comparador.

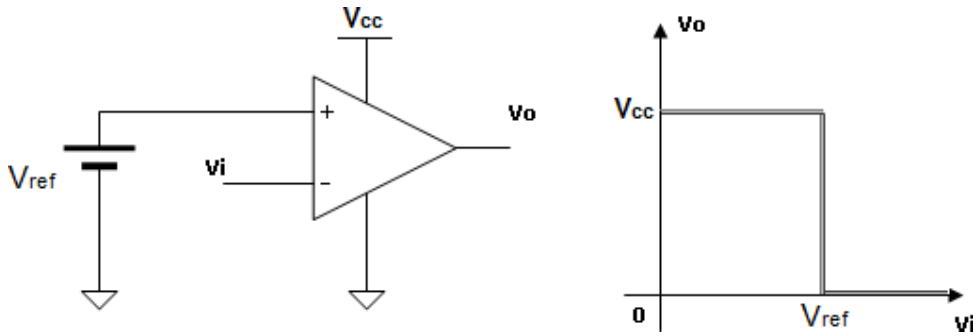
Característica transferencia

En la siguiente figura se muestra un AO con alimentación fuente simple. En la entrada inversora una tensión V_{REF} constante y en la entrada no inversora una entrada V_i variable.



La gráfica que relaciona la tensión de salida V_o con la entrada variable V_i se denomina característica transferencia y es de suma importancia a la hora del estudio del comportamiento del AO. La tensión a la cual ocurre la conmutación de la salida, que en este caso es la tensión de referencia V_{REF} , se denomina tensión umbral.

Siempre que la entrada variable V_i ingrese por el terminal no inversor y la tensión de referencia constante V_{REF} por el terminal inversor, la configuración será la de un comparador no inversor. Intercambiando las entradas como se muestra en la figura a continuación, la configuración será la de un comparador inversor.



En el caso de que el comparador estuviese alimentado con fuente doble, en el estado bajo, V_o adoptaría el valor $-V_{cc}$.

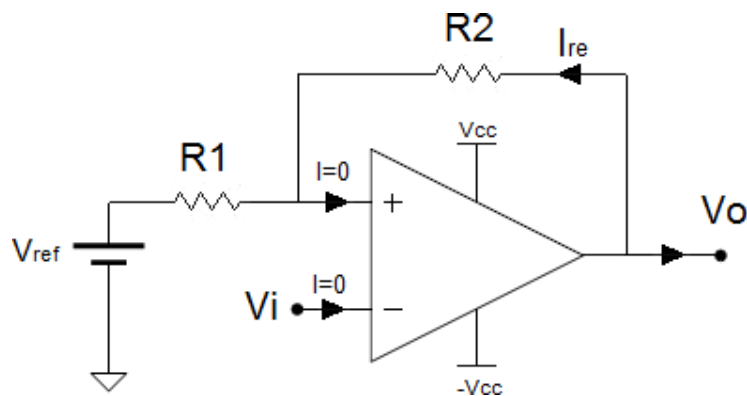
AO a lazo cerrado

Cuando una porción de la señal de salida se re inyecta a la entrada, el circuito está realimentado. Si la señal realimentada se aplica a la entrada no inversora se dice que la realimentación es positiva, mientras que si se aplica a la entrada inversora se denomina realimentación negativa.

Realimentación positiva

La realimentación positiva aumenta la ganancia de la etapa, de manera que la salida estará siempre en zona de saturación, pudiendo adoptar uno de los dos valores posibles: V_{cc} o $-V_{cc}$. Para los casos en los cuales se aplique realimentación positiva, la alimentación deberá ser siempre de fuente doble.

Configuración Inversora



Recordando el hecho de que las corrientes de entrada al AO son cero, las dos resistencias $R1$ y $R2$ forman un divisor resistivo cuya tensión de alimentación es V_o . De esta manera, la tensión en el terminal no inversor V_+ es:

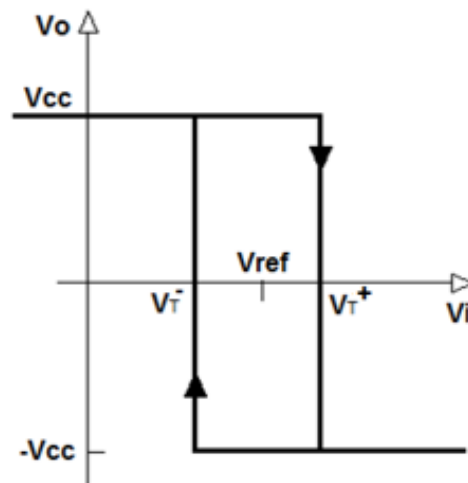
$$V^+ = V_o \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_{ref}$$

$$V^- = V_i$$

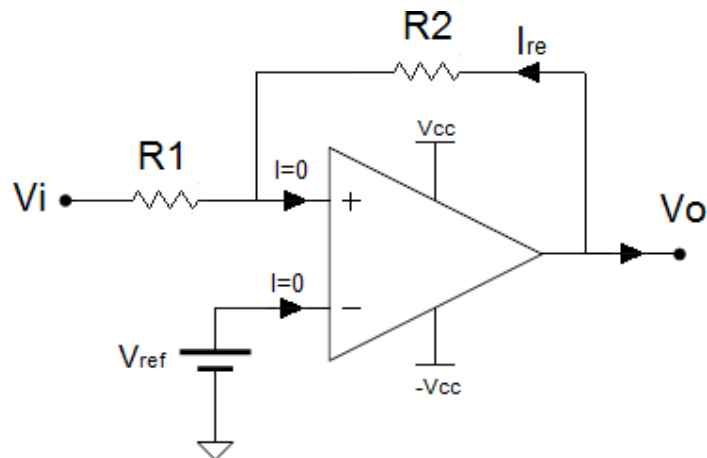
De este modo, como la tensión de salida V_o puede adoptar los valores de las tensiones de alimentación (V_{cc} y $-V_{cc}$), V^+ puede ser:

$$V^+ = V_{cc} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_{ref} = V_T^+$$

$$V^+ = -V_{cc} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_{ref} = V_T^-$$



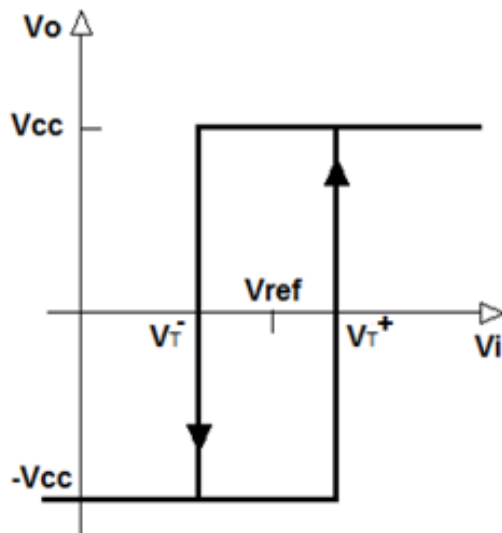
Configuración No Inversora



Si ahora se desea obtener una configuración no inversora, en el AO realimentado se deben intercambiar las entradas V_i y V_{ref} como se muestra en el circuito. Las tensiones de los terminales inversor y no inversor son:

$$V^+ = V_o \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_i$$

$$V^- = V_{ref}$$



$$V_{T^+} = V_{ref} + V_{cc} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

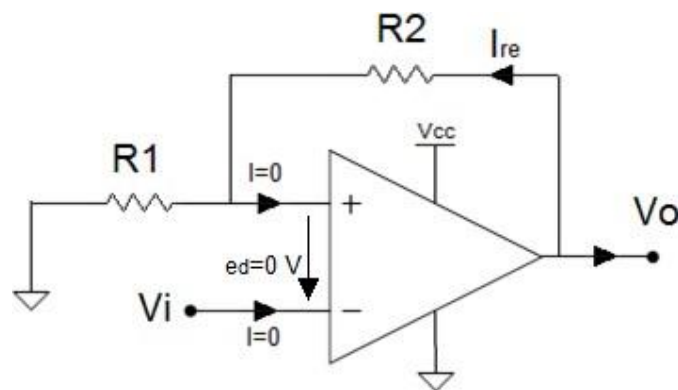
$$V_{T^-} = V_{ref} - V_{cc} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Observar que el hecho de que el AO tenga realimentación positiva hace que la característica de transferencia tenga dos tensiones umbrales, dependiendo si la tensión de entrada V_i crece o decrece. Este comportamiento se denomina histéresis.

Realimentación negativa

Cuando se diseña un amplificador muchas veces es necesario trabajar en la zona lineal de la característica de transferencia. En un AO trabajando a lazo abierto es imposible estabilizar el punto de trabajo dentro de la zona lineal, debido a su gran amplificación (Cualquier pequeña entrada desplazará el punto de trabajo hacia alguna de las zonas de saturación).

Es necesario, entonces, reducir la amplificación. Esto se consigue usando realimentación negativa. Este procedimiento, además de facilitar la operación en zona lineal, permite definir la amplificación de la etapa alterando solamente las resistencias de polarización.



Si se desea trabajar dentro de la zona lineal, la tensión diferencial de entrada ($e_d = V^+ - V^-$) no debe ser mayor a unos pocos microvoltios de modo que en la práctica puede aproximarse a cero. Este concepto se denomina cortocircuito virtual. No se debe confundir con un cortocircuito real, donde habría una circulación de corriente elevada entre los puntos cortocircuitados. Para los casos en los cuales el AO trabaja a lazo abierto o con realimentación positiva, la entrada diferencial e_d es diferente de cero pudiendo llegar a ser incluso de varios voltios.

Observando la figura, se aprecia que las tensiones en las entradas no inversoras e inversoras son:

$$V^+ = V_o \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

$$V^- = V_i$$

como se considera que la tensión diferencial es cero $e_d = V^+ - V^- = 0V$ se tiene

$$V^- = V^+$$

$$V_i = V_o \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

$$\Rightarrow \underline{V_o} = V_i \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) = V_i \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = V_i \underline{A_v}$$

donde

$$A_v = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

es la ganancia del AO a lazo cerrado. Observar que dicha ganancia será tanto más grande a medida que aumente y decrezca el valor de las resistencias R_2 y R_1 respectivamente.

Actividad 7

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Responde con tus propias palabras a las preguntas que se muestran a continuación.

- 1.- ¿Qué es un Diodo?
- 2.- ¿Qué es un transistor?
- 3.- ¿Qué es un relé?
- 4.- ¿Qué es un amplificador operacional?
- 5.- Dibuja el divisor resistivo y explícalo.
- 6.- Explica el rectificador de media onda y de onda completa.
- 7.- Explica la configuración NC y NA de un relé
- 8.- ¿Cuál es el principio de funcionamiento de un AO?
- 9.- Explica la diferencia de un AO de lazo abierto y de un AO de lazo cerrado.
- 10.- Dibuja un AO con realimentación positiva y un AO con realimentación negativa.

Actividad 8

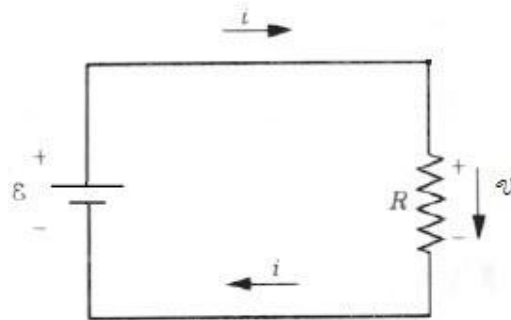
Ley de Ohm

En la mayoría de los circuitos se requiere de una fuente de energía externa para mover cargas dentro del circuito. Por lo tanto, el circuito debe incluir un dispositivo que mantenga una diferencia de potencial entre dos puntos de este, al igual que el fluido circulante requiere de un dispositivo análogo (bomba) que mantenga una diferencia de presión entre dos puntos.

Cualquier aparato que lleve a cabo esta tarea en un circuito eléctrico recibe el nombre de fuente de fuerza electromotriz (símbolo ξ ; abreviatura fem). Una fuente común de fem es la batería ordinaria.

La fuente de fem mantiene su terminal superior a un potencial alto y su terminal inferior a un potencial bajo, como lo indican los signos + y -. En el circuito externo, los portadores de carga positiva se moverán en la dirección de las flechas marcadas con i . En otras palabras, en el circuito de la figura, se produce una circulación de corriente en el sentido de las agujas del reloj. El movimiento real de los electrones es en la dirección opuesta.

Ley de Ohm: Dada una determinada resistencia R , si se le aplica una diferencia de potencial V en sus extremos, circulará por ella una corriente I de valor V/R .



El sentido de la corriente determina la polaridad en la resistencia, el signo positivo + siempre se encontrará del lado de donde ingrese la corriente. De este modo, como se puede observar en la figura, los signos \pm determinan la caída de tensión en la resistencia. La flecha, que siempre va del positivo (+) al negativo (-), es una forma análoga de representar la caída de potencial.

Resistencias en Serie y Paralelo

Al analizar circuitos donde hay varias resistencias, es conveniente reemplazar la combinación de resistencias con una sola resistencia equivalente R_{EQ} , cuyo valor se elige de tal modo que la operación del circuito no cambie.

Resistencias en paralelo

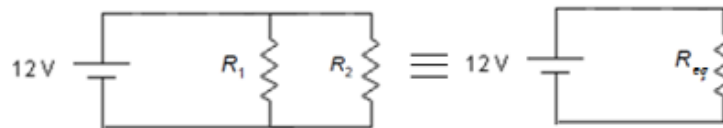
Dos elementos están conectados en paralelo cuando podemos recorrer la combinación cruzando sólo uno de los elementos y todos comparten la misma diferencia de potencial. La expresión general para la resistencia equivalente de una combinación en paralelo de cualquier número de resistencias es:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_n \frac{1}{R_n}$$

En el caso particular de dos resistencias la ecuación puede escribirse como:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Resistencias en paralelo: Nótese que R_{eq} es siempre *menor* que la resistencia mínima en la combinación en paralelo. Sumando más trayectorias para la corriente, se obtiene más corriente para la misma diferencia de potencial.



Resistencias en serie

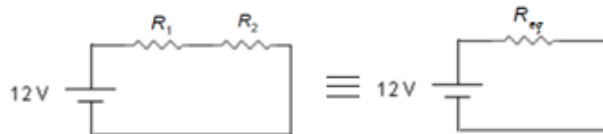
Dos elementos están conectados en serie cuando para atravesar la combinación es necesario recorrer todos los elementos en sucesión y todos comparten la misma corriente. La expresión general para la resistencia equivalente de una combinación en serie de cualquier número de resistencias es:

$$R_{eq} = \sum_n R_n$$

En el caso especial de dos resistencias la ecuación puede escribirse

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

Resistencias en serie: Nótese que R_{eq} es siempre *mayor* que la máxima resistencia en la combinación en serie. Añadir más resistencias en serie significa que se obtiene menos corriente para la misma diferencia de potencial.



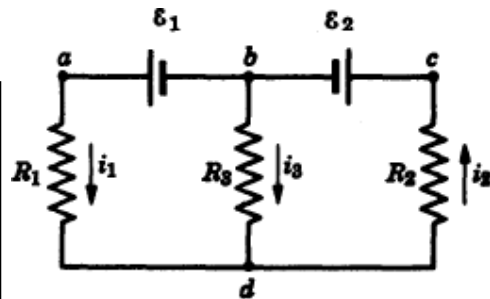
Primera ley de Kirchhoff

Cuando se analizan circuitos con más de una malla, es útil considerar sus nodos y ramas. El nodo es un punto del circuito en el que se reúnen tres o más segmentos de alambre. Una rama es cualquier trayectoria del circuito que comienza en un nodo y continúa a lo largo del circuito hasta el siguiente nodo.

En el circuito de la figura, las tres corrientes (desconocidas) están representadas por i_1 , i_2 e i_3 , los sentidos se han elegido al azar. Nótese que no es posible considerar que alguna combinación de R_1 , R_2 y R_3 está en serie o en paralelo. En el nodo d, la cantidad total de corriente que entra al nodo está dada por $i_1 + i_3$ y la cantidad a la cual sale está dada por i_2 . Al igualar las corrientes que entran y que salen del nodo, obtenemos

$$i_1 + i_3 = i_2$$

1era Ley de Kirchhoff: En cualquier nodo, la suma de corrientes que salen del nodo (aquellas con las flechas apuntando hacia afuera del nodo) es igual a la suma de las corrientes que entran al nodo (aquellas con las flechas apuntando hacia el nodo).



Si comenzando desde el punto b recorremos la malla izquierda en sentido contrario al de las agujas del reloj, la 2da ley de Kirchhoff es:

$$-\varepsilon_1 + i_1 R_1 - i_3 R_3 = 0$$

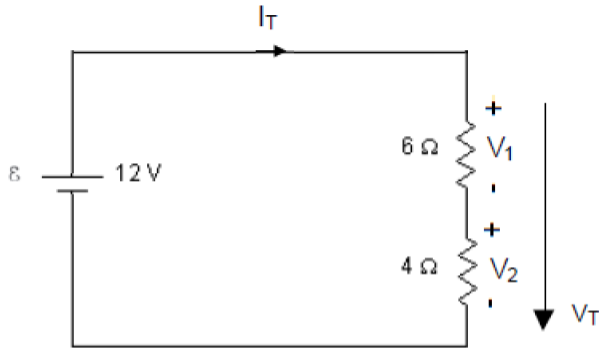
En la malla derecha se obtiene (una vez más desde el punto b yendo en sentido contrario al de las agujas del reloj)

$$i_3 R_3 + i_2 R_2 + \varepsilon_2 = 0$$

Estas tres últimas ecuaciones son las necesarias para resolver las corrientes incógnitas i_1, i_2 e i_3 .

Segunda ley de Kirchhoff

Consideremos un circuito de una sola malla, que contenga una fuente ξ de 12V y dos resistencias, como se muestra en la figura siguiente. Si comenzamos en cualquier punto del circuito y lo recorremos en cualquier dirección, la suma total de los cambios de potencial debe ser cero.

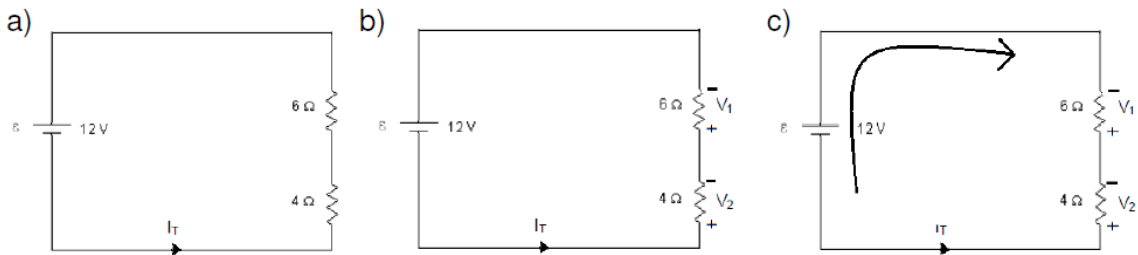


2da Ley de Kirchhoff: La suma algebraica de los cambios de potencial encontrado en un recorrido completo de cualquier circuito cerrado es cero.

$$\left. \begin{aligned} V_T &= 12V \\ V_T &= V_1 + V_2 \\ V_1 &= I_T \cdot 6\Omega \\ V_2 &= I_T \cdot 4\Omega \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \Rightarrow I_T &= 1,2A \\ \Rightarrow V_1 &= 7,2V \\ \Rightarrow V_2 &= 4,8V \end{aligned}$$

Las reglas para hallar las diferencias de potencial en un circuito son:

- Proponer un sentido a la corriente.
- Determinar las caídas de tensión en cada una de las resistencias, de acuerdo con el sentido del corriente propuesto.
- Comenzar en un punto del circuito y recorrerlo en cualquier sentido, sumando las caídas de potencial si aparece el signo + y restando si aparece por el signo -.
- Una vez realizadas las sumas algebraicas de los cambios de potencial, se iguala dicha suma a cero.



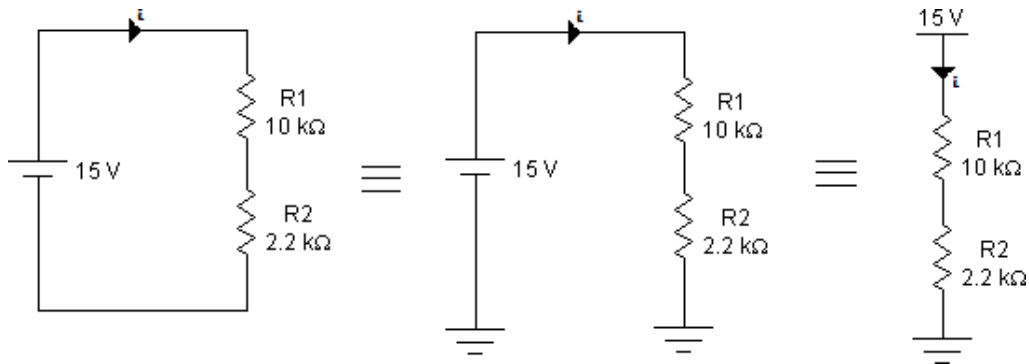
$$\text{d) } \left. \begin{aligned} -12V - V_1 - V_2 &= 0 \\ V_1 &= I_T \cdot 6\Omega \\ V_2 &= I_T \cdot 4\Omega \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \Rightarrow I_T &= -1,2A \\ \Rightarrow V_1 &= -7,2V \\ \Rightarrow V_2 &= -4,8V \end{aligned}$$

Notar que ahora los valores numéricos de la corriente y la tensión son iguales en valor absoluto a los anteriores, pero poseen signos opuestos. Esto se debe a que se ha adoptado un sentido opuesto de la corriente.

Divisor resistivo

Se llama así a una serie de dos o más resistencias que reciben entre sus extremos una tensión que se reparte entre ellas de forma proporcional a sus valores óhmicos. El funcionamiento se basa en un principio básico que es la Ley de Ohm. Al aplicar una diferencia de tensión a un conjunto de resistencias en serie, circulará una corriente proporcional a la resistencia equivalente y en cada resistencia habrá una diferencia de potencial proporcional a su valor.

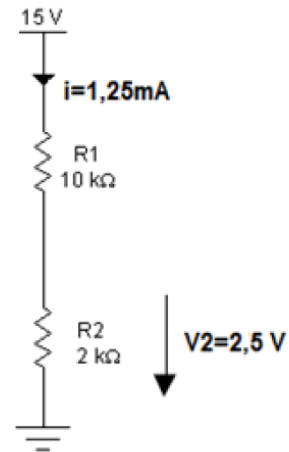
En la siguiente figura se pueden observar tres divisores resistivos con dos resistencias cada uno. Los tres son equivalentes entre sí. En muchos casos, para facilitar su representación, se omite dibujar la fuente de tensión, indicando sólo su valor respecto del potencial de referencia, llamado habitualmente masa.



$$I = \frac{15}{R_1 + R_2} = 1,25 \text{ mA}$$

$$V_2 = IR_2 = 2,5 \text{ V}$$

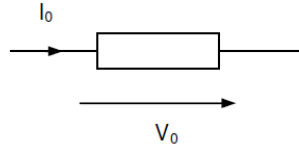
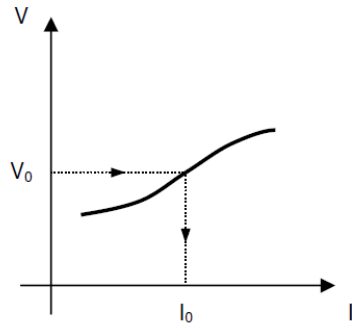
Ahora, podría utilizarse la tensión en la resistencia R_2 para alimentar algún dispositivo; sólo deberá tenerse en cuenta que el consumo de éste deberá ser *mucho menor* que la corriente del divisor para que no modificar su valor de tensión.



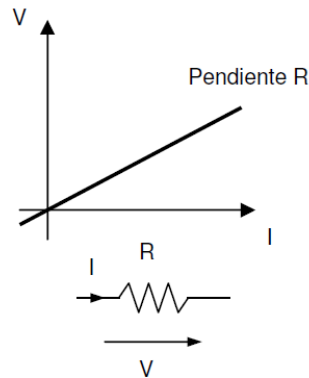
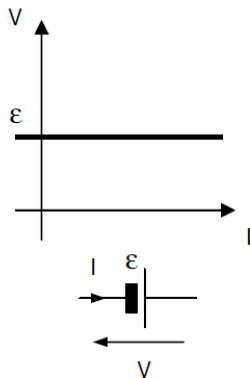
Característica V - A

Se llama así a la representación gráfica de la tensión en función de la corriente:

$V = f(I)$, o viceversa. La misma podrá obtenerse analítica o experimentalmente, dependiendo del caso. Describe el funcionamiento y características de un dipolo.



A continuación se muestran las características V-A de *f.e.m* y resistencias:



Según sea la relación se pueden clasificar en:

- **Activos:** aquellos en los cuales la característica V-A no pasa por el origen, o sea, presenta $V \neq 0$ para $I = 0$ ó $I \neq 0$ para $V = 0$ (fem)
- **Pasivos:** aquellos en los cuales la característica V-A pasa por el origen, o sea $V = 0$ para $I = 0$, y viceversa. (resistencia)
- **Lineales:** su gráfica es una recta.
- **Anómalos o No Lineales:** su gráfica no es una recta. Se los subclasifica en simétricos y asimétricos.
- **Simétricos:** cumplen con la condición $V(I) = -V(-I)$.
- **Asimétricos:** cumplen con la condición $V(I) \neq -V(-I)$.

Repaso de unidades

[V]= V (Voltio) [R]= Ω (Ohm) [I]= A (Ampere) [Q]=C (Coulomb)

Energía

$$E = V \cdot Q$$

$$[E] = [V] \cdot [Q] = V \cdot C = J \text{ (Joule)}$$

Potencia

$$P = \frac{E}{\Delta t} = V \cdot \frac{Q}{\Delta t} = V \cdot I$$

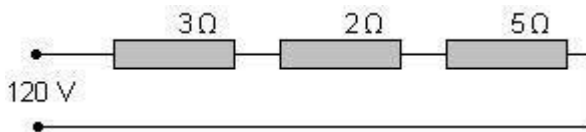
$$[P] = [J] / [\text{seg}] = W \text{ (Watio)}$$

Actividad 9

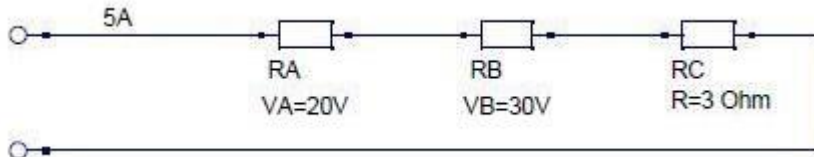
1. Hállese la resistencia de una estufa que consume 3 amperios a una tensión de 120 voltios.
2. ¿Qué diferencia de potencial hay que aplicar a un reóstato de 30Ω para que circulen a través de él 5 amperios?
3. Hállese la resistencia de una estufa que consume 56 amperios a una tensión de 220 voltios.
4. ¿Qué diferencia de potencial hay que aplicar a un reóstato de $24\text{ k}\Omega$ para que circulen a través de él 5mA ?
5. Hállese la intensidad de corriente de una estufa que consume 50Ω a una tensión de 120v .
6. Hállese la intensidad de corriente de una estufa que consume 22Ω a una tensión de 220v .
7. ¿Qué diferencia de potencial hay que aplicar a un reóstato de 80Ω para que circulen a través de él 10 amperios?
8. Hállese la resistencia de una estufa que consume 56mA a una tensión de 220 voltios.
9. Hállese la intensidad de corriente de una estufa que consume $22\text{k}\Omega$ a una tensión de 220kv .
10. ¿Qué diferencia de potencial hay que aplicar a un reóstato de $98\text{ M}\Omega$ para que circulen a través de él 5mA ?

Actividad 10

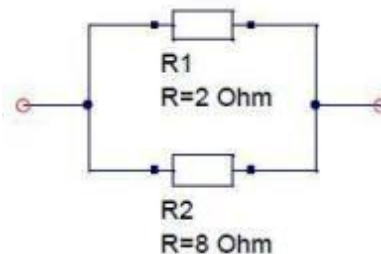
En el circuito de la figura, calcular la resistencia total, la intensidad que circula y las caídas de tensión producidas en cada resistencia.



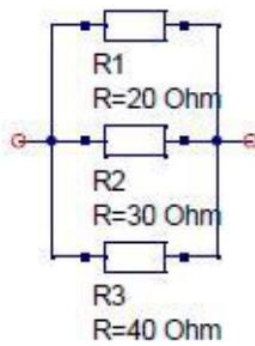
En el circuito de la figura, calcular las resistencias A y B y la diferencia de potencial aplicada.



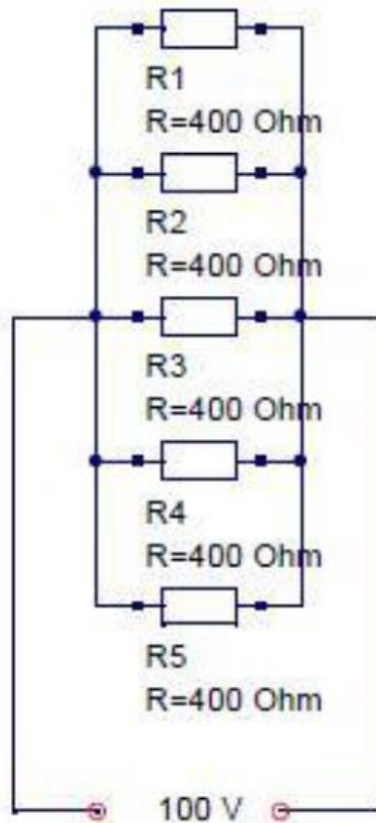
Hallar la resistencia de dos conductores de 2 y 8 ohmios respectivamente que están montados en paralelo



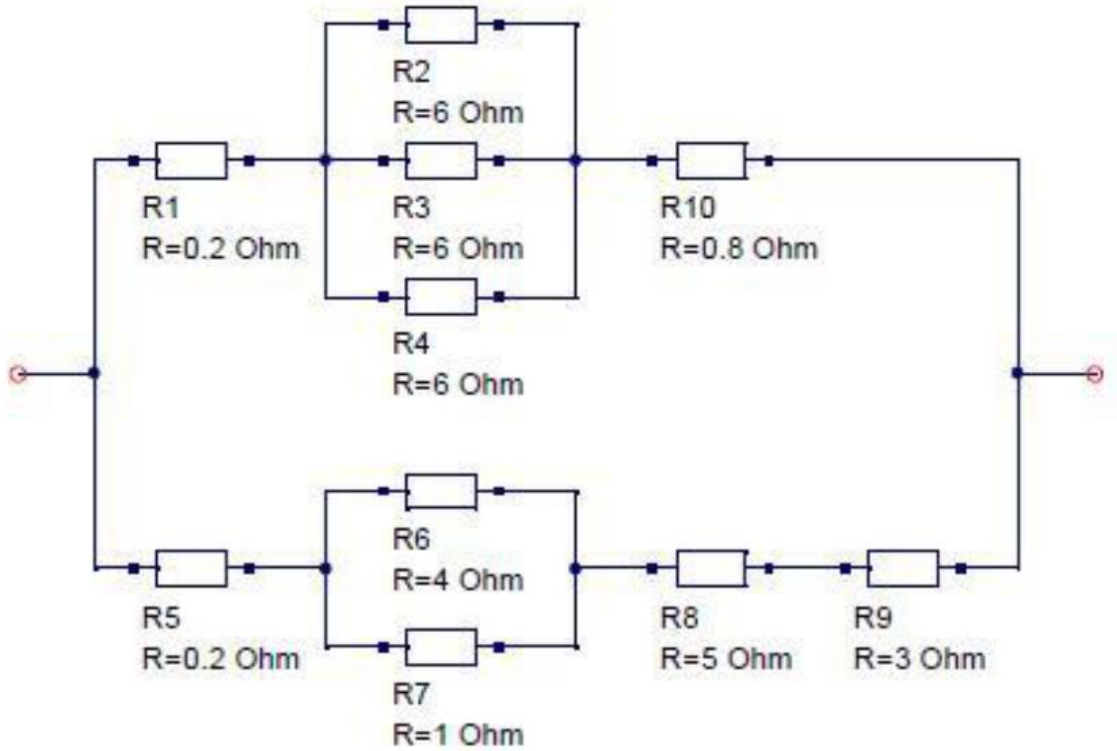
Hallar la resistencia de tres conductores de 20,30 y 40 ohmios respectivamente que están montados en paralelo.



Cinco resistencias idénticas se montan en paralelo sobre una línea de 100V. Calcular la corriente que pasa por el grupo sabiendo que la resistencia de cada lámpara vale 400 ohmios.

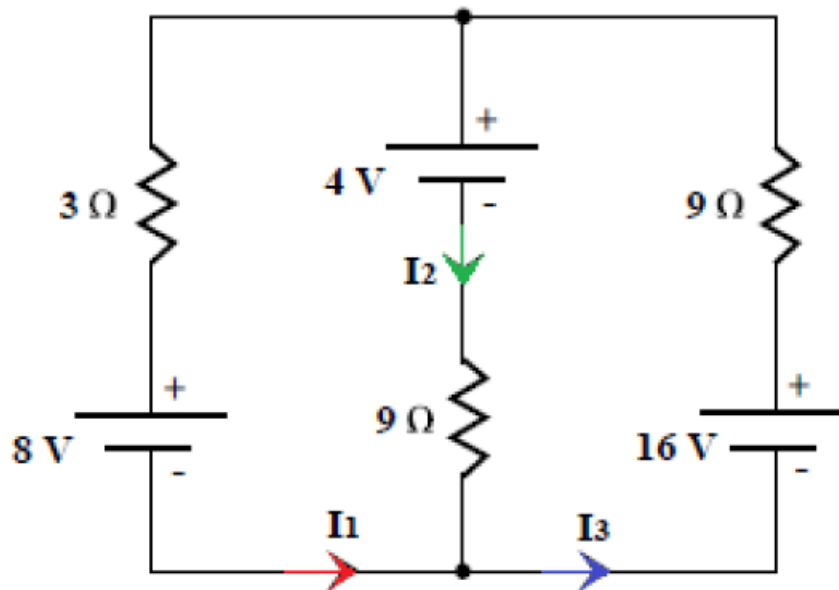


Calcular la resistencia reducida del circuito que indica el esquema.

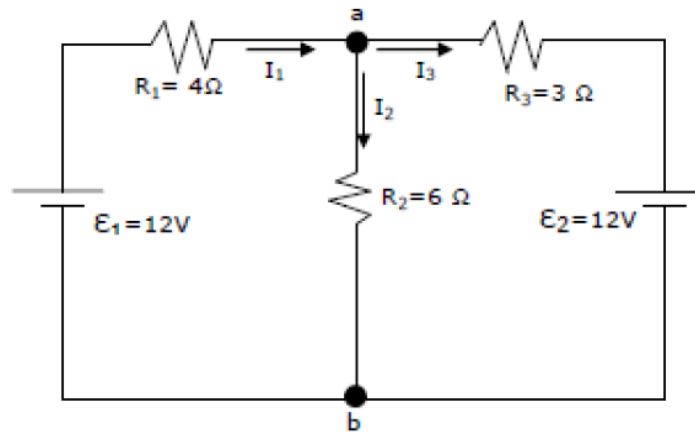


Actividad 11

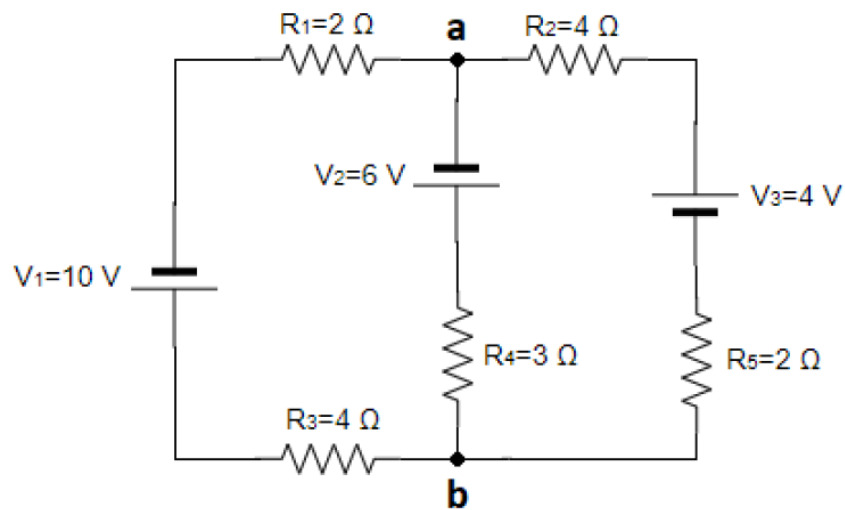
Supongamos que tenemos una red circuito de la siguiente forma, y nos piden calcular la intensidad de las corrientes por cada rama.



Supongamos que nos presentan la siguiente red eléctrica, donde las resistencias internas de la batería son despreciables ¿cuál es la corriente que circula por cada resistencia?



En el siguiente circuito, calcula las intensidades de cada una de sus ramas y realiza un balance de potencias:



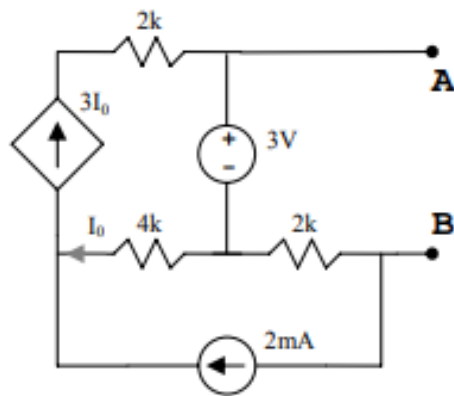
Actividad 12

Sobre un circuito desconocido, que sólo contiene resistencias y fuentes de tensión continua hacemos los siguientes experimentos:

- Conectamos un voltímetro entre dos de sus terminales y observamos que hay una diferencia de tensión de 12V.
- Conectamos una resistencia de 4Ω entre esos mismos terminales y comprobamos que disipa una potencia de 16W.

¿Qué potencia disiparía una resistencia de 2Ω conectada entre los mencionados terminales? Razónese la respuesta.

Sobre el circuito de la figura:



Se pide:

- Obtener el equivalente Thevenin del circuito entre los terminales A y B
- Sobre el circuito anterior se añade una resistencia entre los terminales A y B. ¿Qué valor debe tener esa resistencia si queremos que consuma la máxima potencia posible?

Actividad 13

Álgebra de Boole

El método de análisis y modelado de los automatismos se establece a partir de la naturaleza de las variables que intervienen en éstos. Los sistemas de producción automatizados tienen muy a menudo un carácter secuencial, es decir, su forma de operar puede ser contemplada como la concatenación de distintas fases debidamente secuenciadas en tiempo. El conjunto de variables de estos sistemas, de entrada, salida y estado, poseen únicamente dos estados claramente diferenciados "ON", "OFF", por lo que su naturaleza es discreta y binaria

Este comportamiento queda reflejado en los dispositivos de entrada y salida que suelen utilizarse en este tipo de sistemas como interruptores, pulsadores, finales de carrera, relés, contactores, etc.

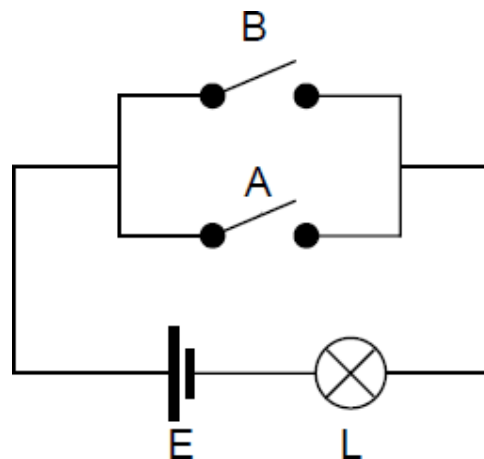
Para establecer relaciones funcionales entre las variables intervinientes se utiliza el Álgebra de Boole: herramienta matemática que permite la definición de funciones lógicas capaces de relacionar un conjunto de variables discretas binarias.

Variable booleana

Una variable booleana es aquella que posee una naturaleza binaria, de tal forma que únicamente toma los valores binarios "1" ó "0". Este concepto se asocia en la electrónica digital a que el dispositivo lógico que representa la variable dispone de dos niveles de tensión diferenciados: 5 V ó 0 V.

Considérese que se tienen dos llaves A y B en paralelo como se muestra en la figura. La lámpara L se encenderá cuando alguna de las dos llaves o las dos estén cerradas. Así, consideremos que las llaves son igual a un "1" cuando están cerradas, o "0" cuando están abiertas. Del mismo modo, digamos que la lámpara adopta el valor "1" cuando está encendida y "0" cuando está apagada. Se puede entonces plantear la siguiente tabla:

A	B	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



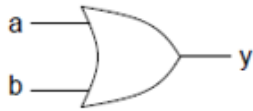
Dicha tabla se denomina tabla de la verdad y muestra el valor de la función lógica (la lámpara L) para cada combinación de valores de las variables de entrada (las llaves).

Compuertas

Compuerta OR

La compuerta OR describe el comportamiento de las llaves en paralelo antes explicado.

Símbolo



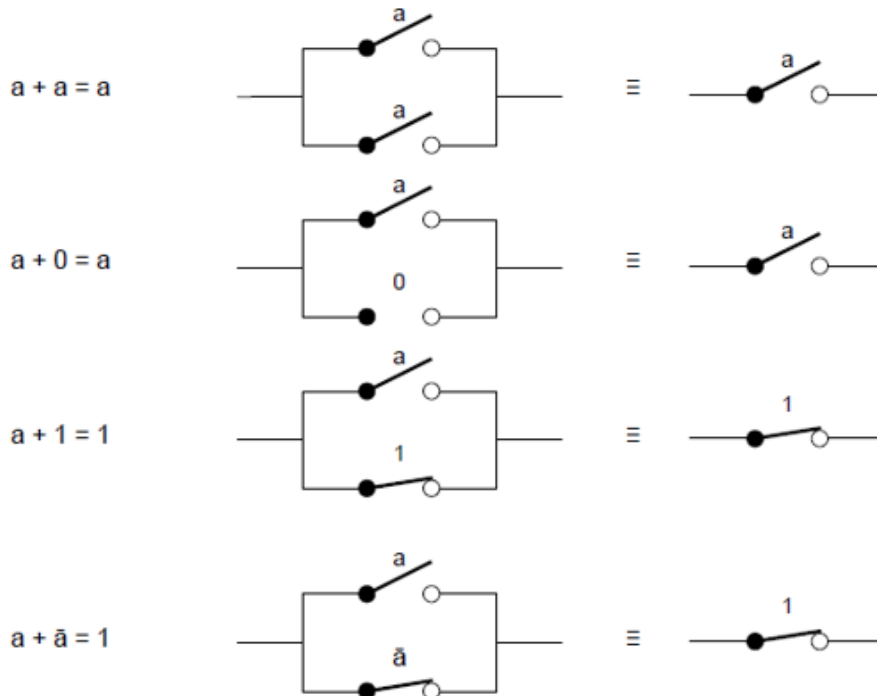
Función lógica

$$y = a + b$$

Tabla de la verdad

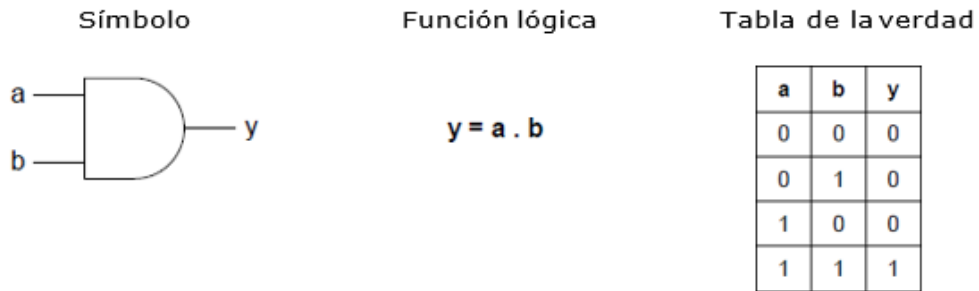
a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Propiedades de la compuerta OR:

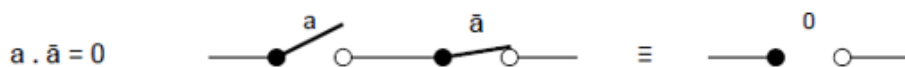
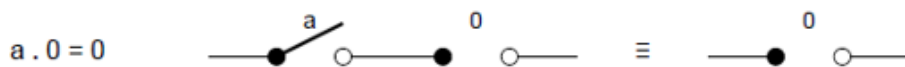
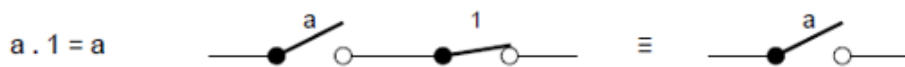
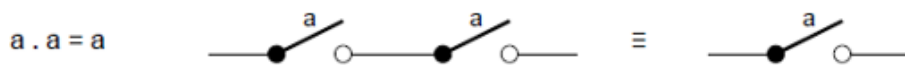


Compuerta AND

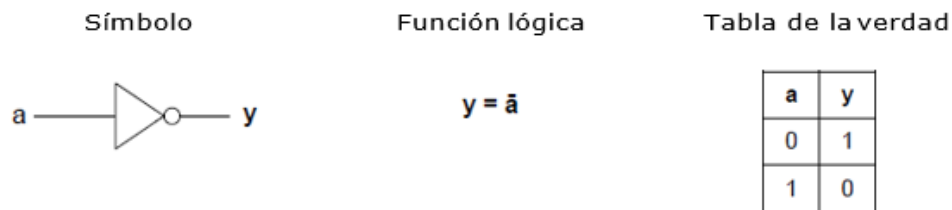
En el caso de la compuerta AND, las llaves A y B del circuito de la lámpara, estarían en serie.



Propiedades de la compuerta AND:



Compuerta NOT



Compuerta XOR

Símbolo



Función lógica

$$y = \bar{a}b + a\bar{b}$$

Tabla de la verdad

a	b	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Actividad 15

Teoremas y propiedades

Ya sea por motivos económicos o por criterios de simplicidad de los sistemas a implementar, los ingenieros y técnicos deben procurar que los sistemas resultantes de todo proceso de diseño, cumpliendo con las especificaciones de funcionamiento, posean el menor número posible de dispositivos tecnológicos.

Para la aplicación de este criterio, en los automatismos de carácter combinacional, pueden utilizarse las propiedades vistas anteriormente para los operadores OR y AND, los teoremas de Morgan y las propiedades distributiva y asociativa.

Teoremas de Morgan

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

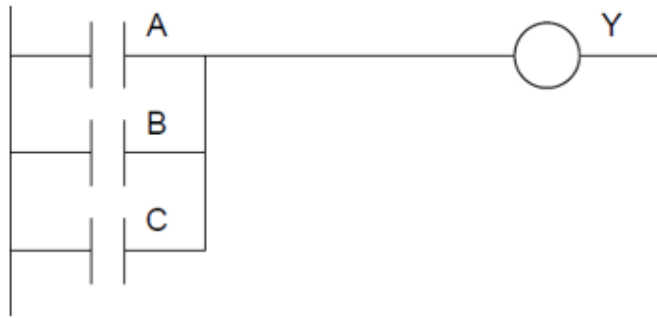
Propiedad distributiva

$$A(B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

Propiedad asociativa

$$A \cdot A + A \cdot B + A \cdot C + BC = A(1 + B + C) + BC = A + BC$$

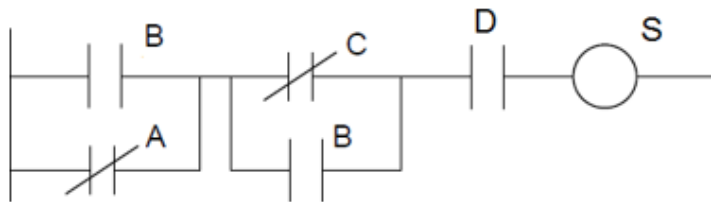
Representación NEMA



$$Y = A + B + C$$



$$Y = A . B . C$$



$$S = (\bar{A} + B)(B + \bar{C})D$$

Actividad 16

Demostrar las siguientes igualdades:

$$\begin{aligned}A + AB &= A \\A(A + B) &= A \\(A + B)(A + C) &= A + BC \\A + \bar{A}B &= A + B\end{aligned}$$

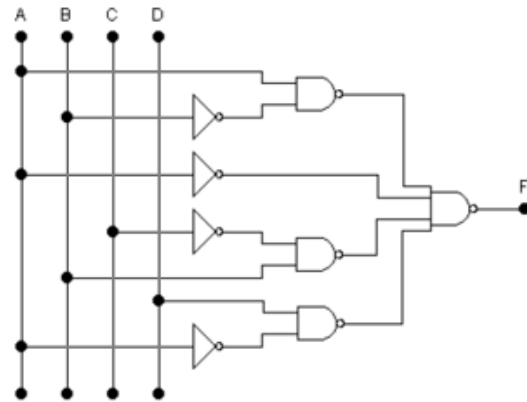
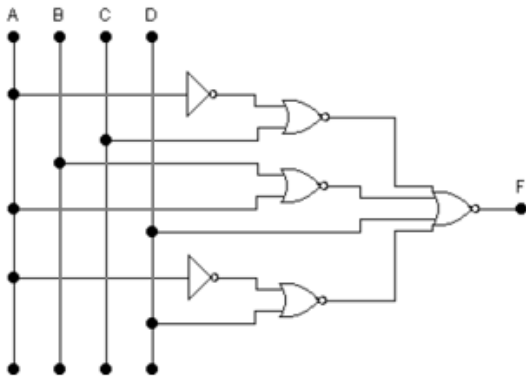
Comprobar la siguiente igualdad:

$$(Y + \bar{Z}) \cdot (W + X) \cdot (\bar{Y} + Z) \cdot (Y + Z) = Y \cdot Z \cdot (W + X)$$

Actividad 17

Para los circuitos de la figura:

- Encontrar la expresión de F.
- Simplificar la expresión del punto anterior.
- Representar el resultado obtenido en b mediante compuertas y bajo normas NEMA.



Anexo Instrumentos de evaluación

Actividades 3, 4, 5, 6, 13 y 15

PROPÓSITO: Evaluar la presentación y contenido de resumen

TIPO DE EVALUACIÓN: Heteroevaluación **PUNTAJE:** _____

ALUMNO (S) EVALUADO (S):

GRUPO Y ESPECIALIDAD:

FECHA DE APLICACIÓN:

	INDICADORES	PONDERACIÓN	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
1	PRESENTA EL RESUMEN EN EL TIEMPO SOLICITADO				
2	PRESENTA IDEAS PRINCIPALES				
3	PRESENTA IDEAS SECUNDARIAS DE MANERA CONCISA				
4	EMPLEO IMÁGENES PARA ILUSTRAR EJEMPLOS DEL CONTENIDO				
5	NO PRESENTA FALTAS DE ORTOGRAFÍA SIGNIFICANTES EN EL RESUMEN				
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO (%)			0		

**EVALUADO
R (ES)**

NOMBRE (S):

FIRMA

Actividades 8 y 14

PROPÓSITO: Evaluar cuadro sinóptico sobre las fórmulas a utilizar de los siguientes temas: Ley de Ohm, resistencias en serie y paralelo, primera y segunda ley de Kirchhoff, divisor resistivo.

TIPO DE EVALUACIÓN: Heteroevaluación **PUNTAJE:** _____

ALUMNO (S) EVALUADO (S):

GRUPO Y ESPECIALIDAD:

FECHA DE APLICACIÓN:

	INDICADORES	PONDERACIÓN	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
			SI	NO	
1	PRESENTA EL CUADRO SINÓPTICO EN EL TIEMPO SOLICITADO				
2	SABE IDENTIFICAR CADA UNO DE LOS TEMAS				
3	PRESENTA BIEN LAS FORMULAS DE CADA UNO DE LOS TEMAS				
4	NO CONTIENE FALTAS DE ORTOGRAFIA				
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO (%)			0		

**EVALUADO
R (ES)**

NOMBRE (S):

FIRMA

Actividades 9, 10, 11, 12, 16 y 17

PROPÓSITO: Evaluar problemas

TIPO DE EVALUACIÓN: Heteroevaluación

PUNTAJE: _____

ALUMNO (S) EVALUADO (S):

GRUPO Y ESPECIALIDAD:

FECHA DE APLICACIÓN:

PROBLEMA	NECESITA MEJORAR	SATISFACTORIO	BUENO	EXCELENTE
IDENTIFICA EL PROBLEMA	NO SABE IDENTIFICAR EL OBJETIVO DEL PROBLEMA NI LOCALIZA LOS DATOS	NO SABE IDENTIFICAR EL OBJETO DEL PROBLEMA, PERO LOCALIZA LOS DATOS	SABE IDENTIFICAR EL OBJETIVO DEL PROBLEMA Y LOCALIZAR LOS DATOS, PERO NO LOS EXPRESA CON CLARIDAD Y RIGOR	SABE IDENTIFICAR EL OBJETIVO DEL PROBLEMA Y LOCALIZAR LOS DATOS Y LOS EXPRESA CON CLARIDA Y RIGOR
SELECCIONA LAS ESTRATEGIAS	NO SELECCIONA LAS ESTRATEGIAS ADECUADAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA	SELECCIONA LAS ESTRATEGIAS ADECUADAS PARA RESOLVER EL PROBLEMA, PERO NO LAS APLICA CORRECTAMENTE	SELECCIONA Y APLICA LA ESTRATEGIA ADECUADA PERO NO LO HACE CON RIGOR MATEMÁTICO	SELECCIONA Y APLICA LAS ESTRATEGIAS ADECUADAS CON PRESICIÓN Y RIGOR
EXPRESA ADECUADAMENTE LA SOLUCIÓN	NO DA EL RESULTADO DEL PROBLEMA O LO DA INCORRECTO	EL RESULTAO ES INCOMPLETO	DA SOLO LA SOLUCIÓN NUMÉRICA DEL PROBLEMA	EXPRESA ADECUADAMENTE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

NOMBRE (S):

FIRMA

SEP

DGETI

ACADEMIA NACIONAL DE ELECTRICIDAD



ANTOLOGÍA

MÓDULO III: MANTIENE EN OPERACIÓN LOS CIRCUITOS DE CONTROL ELECTROMAGNÉTICO Y ELECTRÓNICO

SUBMÓDULO 2: PROGRAMA Y CONECTA CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC´s)

Adaptación de la antología elaborada por el Ing. José Pérez Cruz, docente de la especialidad de electricidad del CETis No. 26 de Atitalaquia, Hidalgo.

Enero De 2021

ÍNDICE	Página
INTRODUCCIÓN	4
FUNDAMENTACIÓN	5
UNIDAD No. 1 ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS DEL PLC	
1.1. Antecedentes del PLC	6
1.2. Tareas de un PLC	7
1.3. Ventajas de un PLC	8
1.4. Arquitectura de un PLC	10
1.5. Tipos de programación más comunes	15
UNIDAD No. 2 DESCRIPCIÓN, ESPECIFICACIONES Y OPERACIÓN DEL PLC	
2.1. Descripción	17
2.1.1. CPU.....	17
2.2. Especificaciones de las unidades	20
2.2.1. Especificaciones de las fuentes de alimentación.....	20
2.2.2. Especificaciones de la CPU.....	22
2.2.3. Especificaciones de las unidades de entrada.....	24
2.2.4. Especificaciones de las unidades de salida.....	25
2.3. Operación	27
2.3.1. Operaciones del software y la PC.....	27

UNIDAD No. 3 PROGRAMACIÓN.

3.1. Confección básica de un programa para PLC.....	28
3.2. Terminología	28
3.3. Instrucciones.....	29
Prácticas.....	39
Bibliografía.....	97
Apéndices.....	98

INTRODUCCIÓN

Los sistemas mecatrónicos, integran principalmente las ramas de la Mecánica y la Electrónica, involucrando también a la Electricidad y las Ciencias Computacionales; es por eso que para su construcción, montaje, operación y mantenimiento se requiere de personal capacitado por lo que surge la gran necesidad de impartir cursos sobre Controladores Lógicos Programables, que tengan como objetivo **aplicar el controlador lógico programable en sistemas de control utilizando los equipos auxiliares tales como: computadora personal, software simuladores, sensores y actuadores; con el propósito de proporcionar los conocimientos básicos sobre su funcionamiento, operación, programación y aplicación en sistemas de control secuencial;** además el curso sirve de apoyo para que por medio de él se facilite en gran medida el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre los conceptos básicos de PLC.

El Controlador Lógico Programable, es un dispositivo electrónico de control que consta principalmente de los siguientes módulos: de entrada, de salida y unidad central procesadora de datos, su programación puede ser en forma de listado de instrucciones, diagrama de funciones o bien por diagrama de contactos. Es de gran interés en sus aplicaciones y es por eso que a la fecha en la mayor parte del sector productivo se cuenta con sistemas de control con PLC.

La presente antología contiene tres unidades en donde se analizan temas básicos sobre antecedentes, características, descripción, especificaciones, operación y programación del Controlador lógico Programable. Además contiene un apartado con formatos para prácticas y apéndices lo cual ayudara a comprender y reafirmar los conocimientos sobre programación de PLC.

Con el apoyo del pintarrón, proyector de retro transparencias, computadora personal, cañón proyector, PLC y tablero de control para la demostración, se desarrollarán prácticas en forma individual y sólo en libreta (o formando equipos de trabajo para los casos en que utilicen este manual para alumnos con conectividad), la evaluación será en forma individual considerando el 60% para el aspecto procedimental, 20% lo conceptual y 20% actitudinal. Todo lo anterior con base en la observación de la actitud, desarrollo y desempeño continuo además del desarrollo de las prácticas que se realicen durante el curso y la creación de un proyecto de aplicación (proyecto final).

FUNDAMENTACIÓN

La industria tiende a automatizarse sustituyendo sus sistemas tradicionales de control electromagnéticos por sistemas automatizados de estado sólido, que proporcionan ventajas tales como: Manufactura flexible, mayor seguridad, óptima calidad, entrega oportuna y un bajo costo; lo cual ayuda a competir en el mercado.

Actualmente existen en la industria sistemas automáticos que sustituyen la mano del hombre, evitándole tareas que pueden poner en riesgo su integridad física y su salud.

Esta antología que usted tiene en sus manos posee un gran valor. En ella, su autor, ha vertido conocimientos, experiencia y mucho trabajo. Y al editarla ha procurado una presentación digna de su contenido y está poniendo todo su empeño y recursos tratando de que la persona que la utilice sea guiada y su contenido pueda ser ampliamente entendido y difundido.

UNIDAD No. 1 ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS DEL PLC

1.1 Antecedentes del PLC

Hasta 1960 los sistemas industriales de control se realizaban con dispositivos electromagnéticos lo cual ocasionaba fuertes gastos para su construcción, montaje, operación y mantenimiento, fue hasta 1968 cuando la empresa General Motors Company (GMC) construye el primer dispositivo de control en estado sólido que reemplazaría al control tradicional de relevadores electromagnéticos y en 1969 Bedford Associates, introdujo al mercado el primer PLC comercial construido por cientos de dispositivos electrónicos y con memoria de núcleo magnético para almacenar programas en lenguaje gráfico basado en diagramas de escalera. En 1970, los PLC fueron fabricados utilizando microprocesadores lo cual trajo como consecuencia que pudieran manipular grandes cantidades de datos, desarrollar cálculos matemáticos y permitir comunicación con otros dispositivos inteligentes como las computadoras. En los últimos 20 años el PLC ha mejorado en su capacidad de memoria, velocidad de proceso de datos, comunicación, cantidad de manejo de datos, flexibilidad de operación y lo más importante su costo. Lo anterior ha permitido que el PLC sea una herramienta muy importante para sistemas de control secuencial en la industria.

Un PLC (Controlador Lógico Programable), es un dispositivo electrónico que se programa y se utiliza para controlar y/o pilotear procedimientos lógicos secuenciales en ambiente industrial.

Existen varios modelos y marcas:

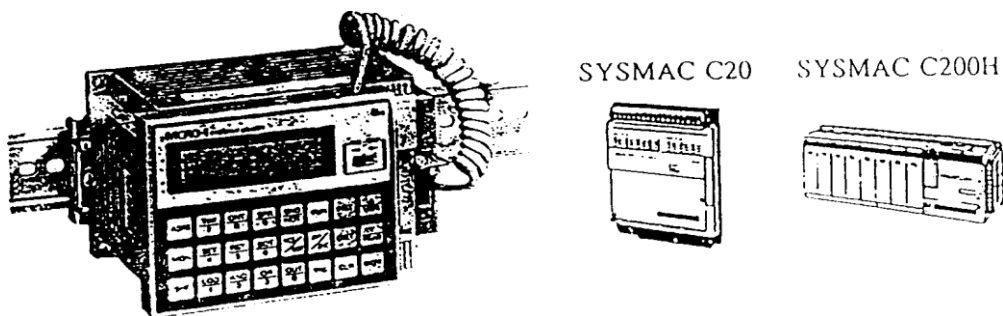


Fig.1.1 Algunos modelos de PLC's.

1.2 Tareas de un PLC

El Controlador Lógico Programable recibe señales binarias en su módulo de entradas, las procesa y entrega señales en su módulo de salidas de acuerdo a su programa, por lo anterior es utilizado en muchas clases de equipos para automatización, por ejemplo: sistemas de control industrial en fábricas, equipo de diversión en parques, elevadores, señalización para tráfico, máquinas comerciales, máquinas de CNC, etc.



Fig. 1.2 Aplicaciones de un PLC.

1.3 Ventajas de un PLC

El utilizar un PLC en un sistema de control nos trae muchas ventajas ya que se puede sustituir en gran medida la utilización de relevadores electromagnéticos, temporizadores, contadores entre otros dispositivos de control tradicionales.

Lo anterior trae como consecuencia que los sistemas de control:

- . Puedan sufrir modificaciones según las necesidades, más rápido y a un bajo costo (sean más **flexibles**)
- . Disminuyan su **mantenimiento**

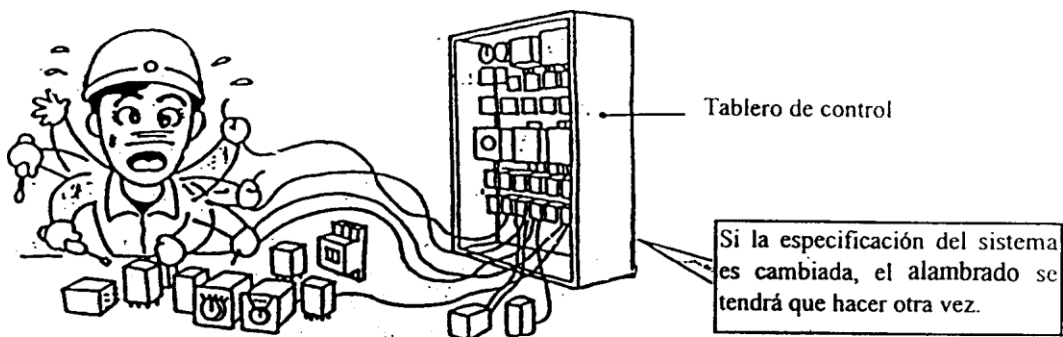


Fig. 1.3.a Cambios en un sistema de control con relevadores electromagnéticos.

- . Utilicen menos espacio y los tableros de control sean más **compactos**

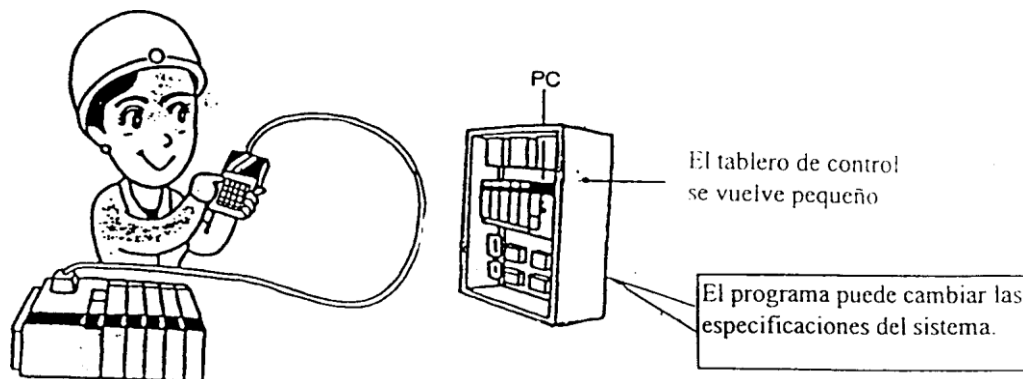


Fig. 1.3.b Tablero de control con PLC.

- . Puedan tener mayor **comunicación** con otros dispositivos de control modernos como son las computadoras
- . Tengan gran **capacidad de memoria** y puedan ser expandibles
- . Mejoren su **velocidad** de respuesta
- . Ofrezcan mayor **seguridad** tanto en **funcionalidad** como en factores que puedan poner en riesgo la **integridad** física de las personas e instalaciones.

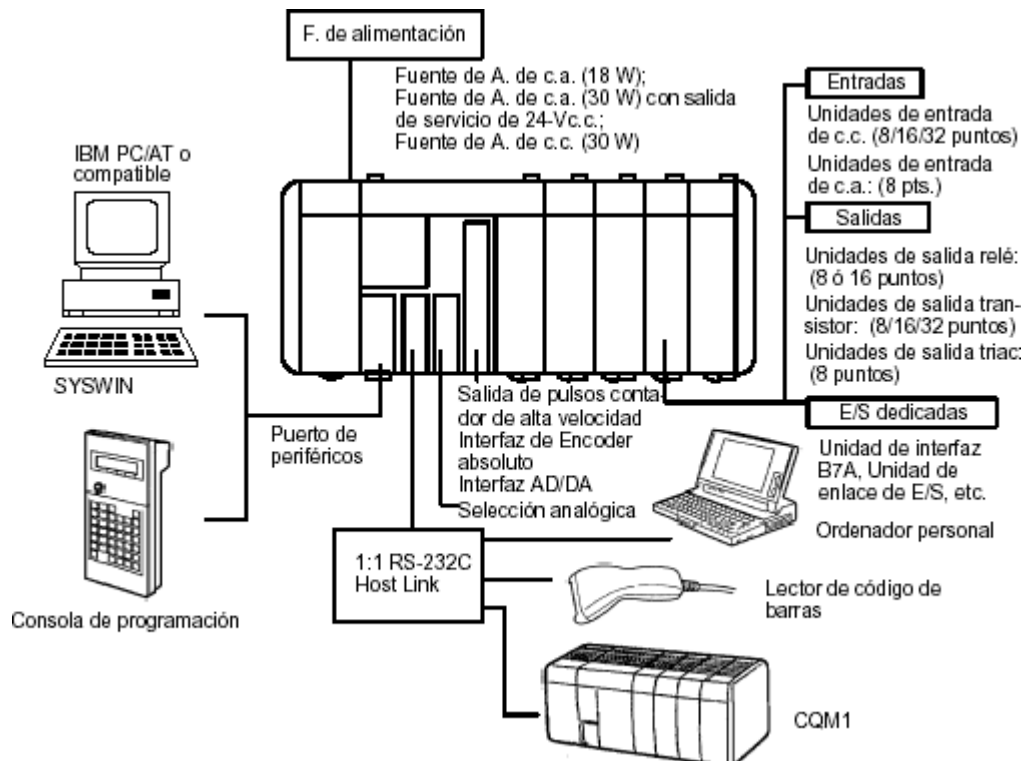


Fig. 1.3.c PLC y equipos auxiliares.

Para pensar en la aplicación de un PLC se debe de tomar en cuenta que tal vez su costo inicial sea más alto que los controles tradicionales sin embargo su costo de mantenimiento es considerablemente más bajo y ofrece **mayor confiabilidad en el control**.

1.4 Arquitectura de un PLC

Un PLC está formado de varios componentes electrónicos como: transistores, resistores, capacitores, memorias, etc. y principalmente uno o varios microprocesadores que en conjunto forman la unidad central y los módulos de interfaz para las entradas y salidas de datos. La estructura básica de un PLC se muestra en la figura 1.4.a.

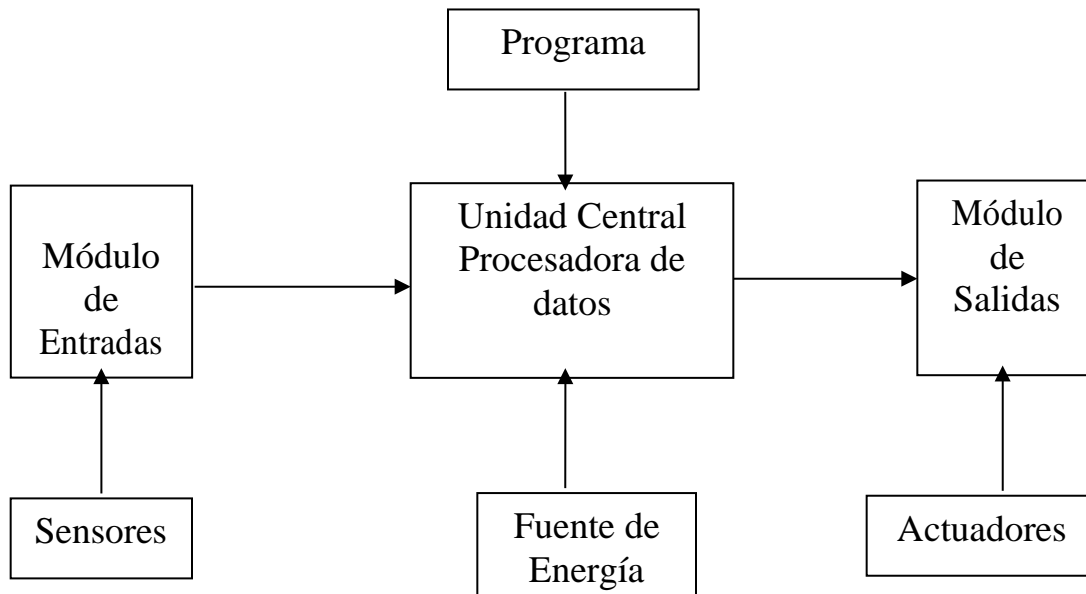


Fig. 1.4.a Estructura básica de un PLC.

A pesar de que un PLC es un dispositivo electrónico, el usuario no necesariamente debe tener conocimiento acerca de electrónica y en especial de microprocesadores.

Según el sistema en donde se tenga que aplicar, el PLC tendrá que comunicarse y/o tener relación con dispositivos auxiliares como lo son: sensores, actuadores y fuentes externas de alimentación de energía, lo anterior está representado en la figura 1.4.b.

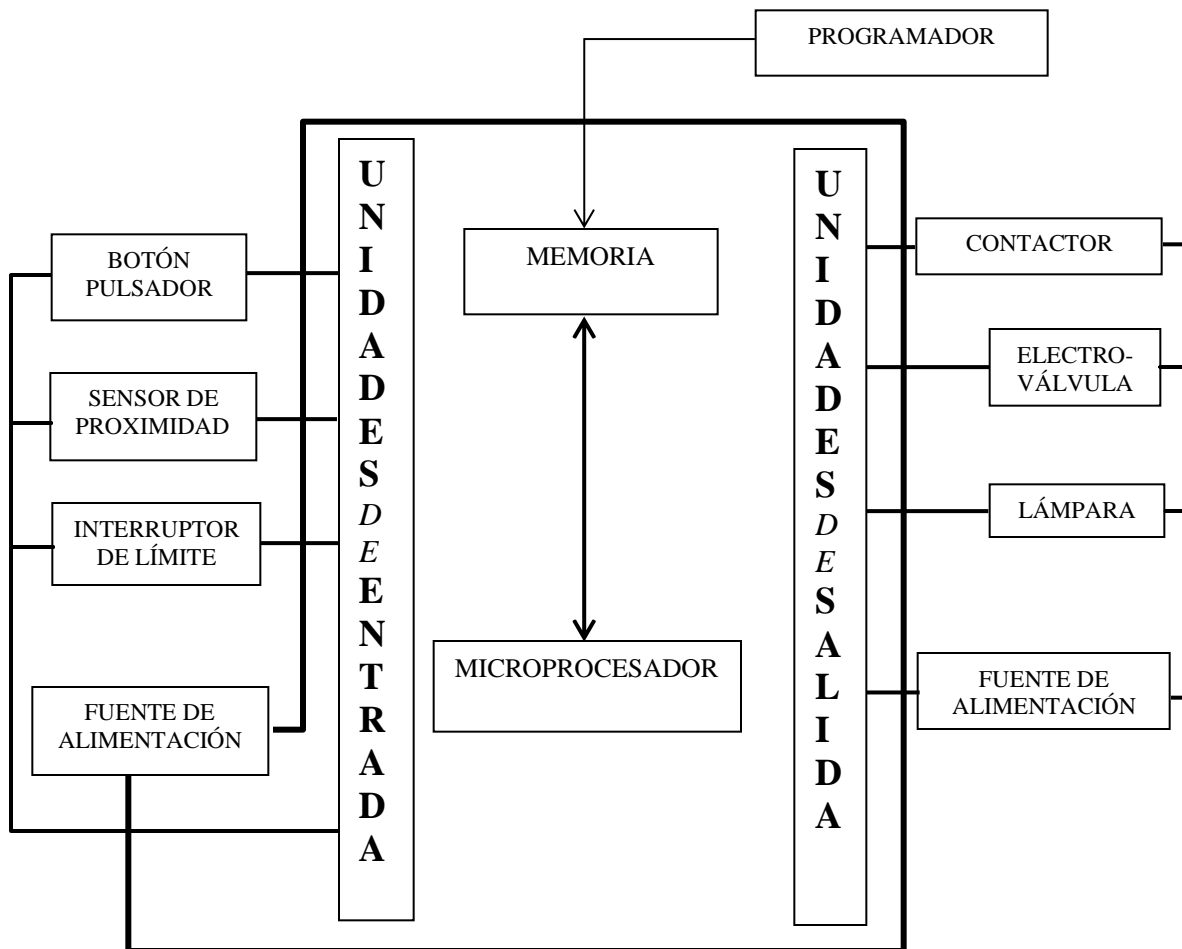


Fig. 1.4.b Relación de un PLC con equipos auxiliares.

Un sistema de control por PLC consta básicamente de los siguientes componentes:

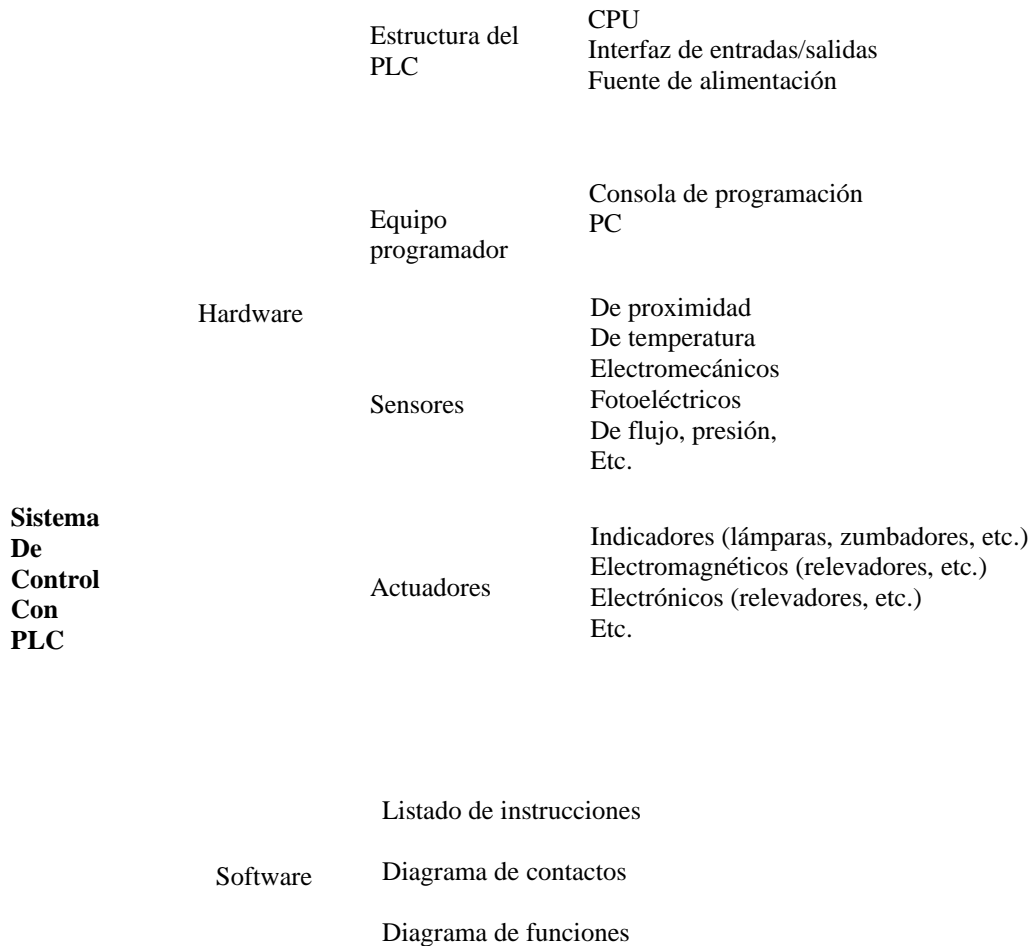


Fig. 1.4.c Sistema de control con PLC.

Hardware

Por hardware se entiende los grupos de dispositivos en existencia física y son los que se encargan de activar o desactivar las funciones controlables de la instalación o maquinaria, en función de una secuencia lógica determinada.

Estructura del PLC.- El CPU es la parte esencial del hardware del PLC, es la unidad central de proceso. Por su construcción, la CPU es casi idéntica a un ordenador y es calificado como procesador de datos. Los datos que procesa y memoriza la CPU son señales binarias, éstas se componen siempre de un bit (cero>inactivo o 1>activo).

Los módulos de entradas y salidas establecen la comunicación entre la unidad central y los sensores junto con los actuadores. Cada uno de estos módulos está dotado de un número determinado de entradas y salidas. Cada

entrada o salida puede estar activada (estado alto-1) o desactivada (estado bajo-0). Una parte muy importante de la CPU es la memoria de recordadores los cuales memorizan un bit que le sirve al PLC para recordar la respectiva señal binaria, en los lenguajes de programación para PLC son procesados como si además de recordadores fuesen también salidas, un recordador es una salida sin tarjeta de interfaz es decir sin conexión entre la electrónica interna del PLC y los actuadores, también se les conoce como relevadores internos.

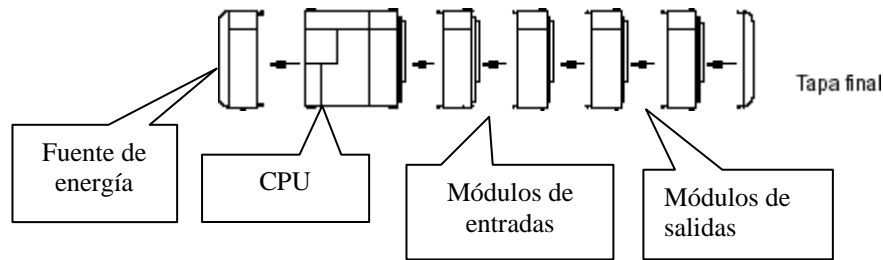


Fig. 1.4.d PLC CQM1

Equipo programador.- El equipo programador se utiliza para introducir, editar y traducir los programas al código PLC, y poder implementarlos en el PLC. En general existen dos equipos para programar: la consola de programación propia del PLC y las PCs con ayuda de un software específico para fines de control.

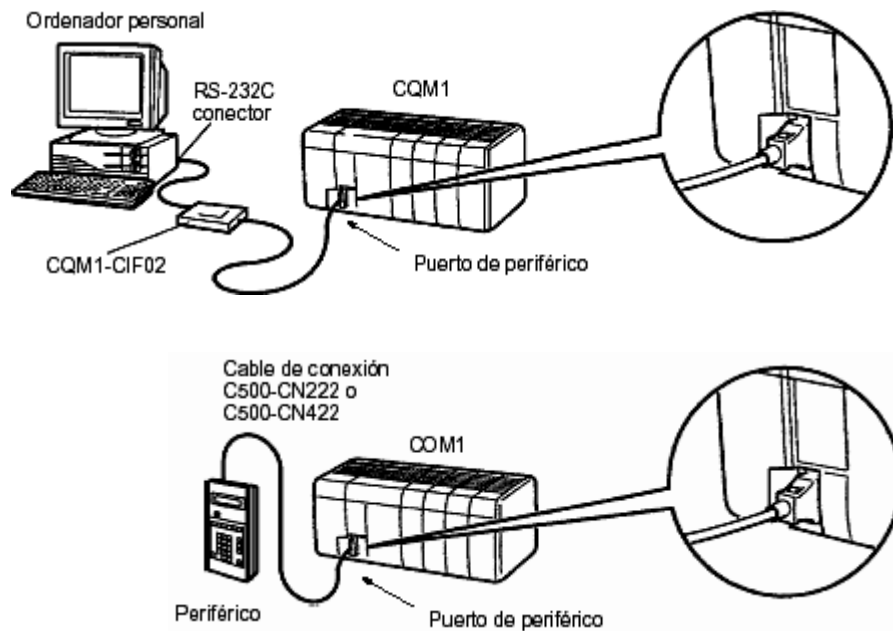


Fig. 1.4.e Equipo programador.

Sensores.- Los sensores son los que se encargan de transmitir las señales que están presentes en la instalación y/o equipo al PLC. El PLC trabaja con señales eléctricas, es por ello que las señales no eléctricas presentes en el sistema deberán ser convertidas en señales eléctricas para que el módulo de entradas las entienda y pueda trabajar con ellas. Existe en el mercado gran variedad de sensores por ejemplo: de proximidad, de temperatura, fotoeléctricos, de límite, etc.

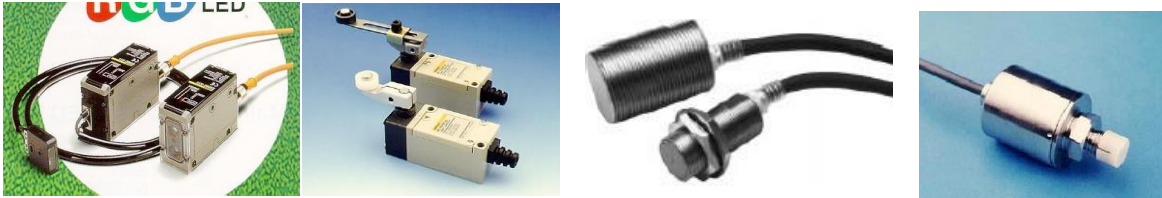


Fig. 1.4.f Sensores.

Actuadores.- Los actuadores son los elementos que ejecutan las acciones en el mundo real, toman las señales eléctricas que están presentes en el módulo de salidas, las amplifican y/o transforman en otras formas de energía como por ejemplo para generar conmutaciones, desplazamientos (lineales, angulares), etc. Existe gran variedad de actuadores tales como: indicadores, electromagnéticos, electrónicos, etc.



Fig. 1.4.g Actuadores.

Software.- El software o sistema de programación básico de un sistema tiene por objeto permitir la utilización del hardware según las especificaciones indicadas por el usuario por medio de un lenguaje de programación. El software básico está constituido por el conjunto de los programas destinados a permitir o a facilitar la utilización del hardware para la producción y la explotación de las aplicaciones. El software básico está almacenado una parte en disco (algunos casos) y otra radica permanentemente en la memoria central. El software es entregado por el constructor con cada máquina, salvo excepciones.

1.5 Tipos de programación más comunes

Los programas PLC muestran una estructura muy rígida, que es determinada por la electrónica en la unidad central. Esos programas son elaborados por el usuario o programador, partiendo de programas o códigos fuente, que el operario programador puede confeccionar en formas distintas:

Diagrama de contactos (KOP).- Es conocido también como “ladder diagram” y su forma de representación se parece mucho a una escalera, son dos líneas paralelas verticales las cuales representan la fuente de tensión y entre ellas se trazan perpendiculares también paralelas, de izquierda a derecha en las cuales se colocan las entradas y salidas con sus respectivos símbolos:

] [Entrada contacto NA
]/[Entrada contacto NC
 -()- Salida

En la programación a cada símbolo se le asigna una dirección real o una abreviatura (dirección simbólica). Cuando para programar se dispone previamente del correspondiente esquema eléctrico, lo más sencillo es transcribirlo y confeccionar con el diagrama de contactos.

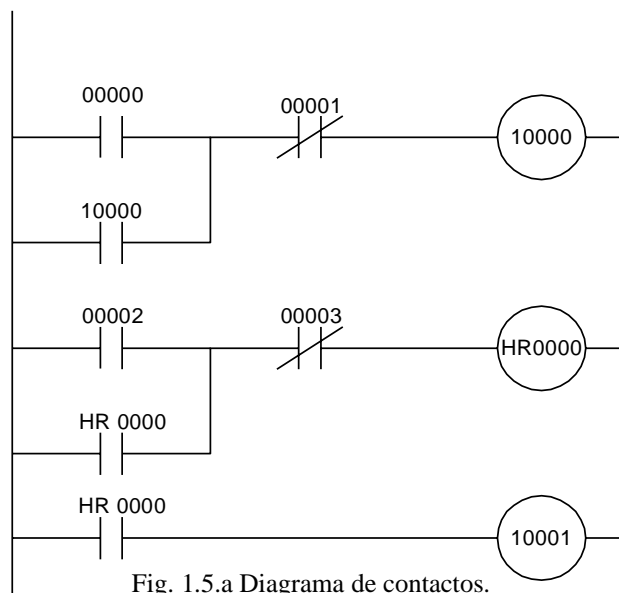


Fig. 1.5.a Diagrama de contactos.

Listado de instrucciones (AWL).- El listado de instrucciones describe literalmente el programa. Consta de líneas y en cada una de estas figuras una instrucción individual (LD, OR, AND, OUT, ETC.), cada línea puede llevar a la derecha un comentario textual en lenguaje normal en el que se especifiquen exactamente los elementos de conmutación. Cada línea del listado de instrucciones comienza por un número de orden y en conjunto engloba diversas instrucciones de operación y ejecución a continuación se muestra un ejemplo de listado de instrucciones en donde se notan las direcciones, los mnemónicos, los operándos y los comentarios.

Dirección	Instrucción	Dato	Comentario
0000	LD	00000	Sensor S1
0001	LD	00001	Botón Pulsador BP1
0002	CNT	000	No/ de Contador
0003		#0003	Cantidad a contar
0004	LD CNT	000	Contacto Aux. del CNT
0005	OUT	10000	Lámpara L1
0006	END		Fin

Fig. 1.5.b Listado de instrucciones.

Diagrama de funciones (FUP).- El diagrama de funciones se utiliza para pequeños programas de enlace así como para la representación de programas de ciclo. En su versión esquemática (con comentarios) es utilizado como diagrama de flujo. Si para la programación de un sistema de control se dispone antes del diagrama de flujo, resulta muy fácil confeccionar un diagrama de funciones, los enlaces se representan con casillas rectangulares y un símbolo de función; el símbolo antepuesto a las entradas negadas es una circunferencia.

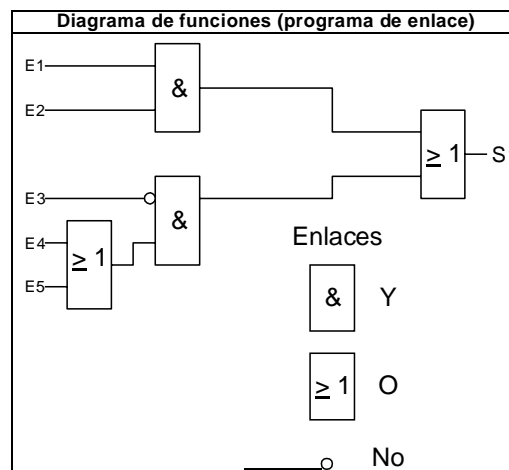


Fig. 1.5.c Diagrama de funciones.

UNIDAD No. 2 DESCRIPCIÓN, ESPECIFICACIONES Y OPERACIÓN DEL PLC (S7-200-CPU226 SIMATIC, SIEMENS).

2.1 Descripción

El S7-200-CPU226 es un PLC compacto, compuesto por una fuente de alimentación, una CPU y unidades de E/S. Todas estas unidades se conectan por los laterales para formar un PLC que normalmente se monta en un carril DIN. Tras haber cargado el programa en el S7-200, éste contendrá la lógica necesaria para observar y controlar los dispositivos de entrada y salida de la aplicación.

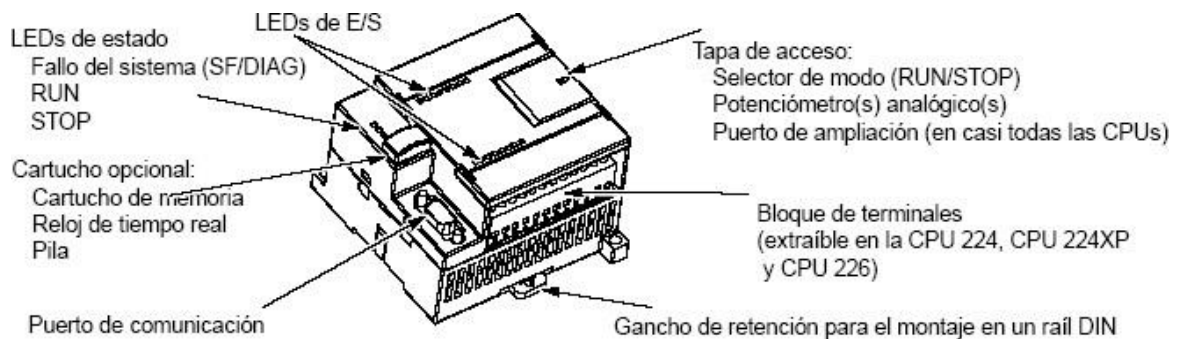


Fig. 2.1 MICRO PLC S7-200.

2.1.1 CPU

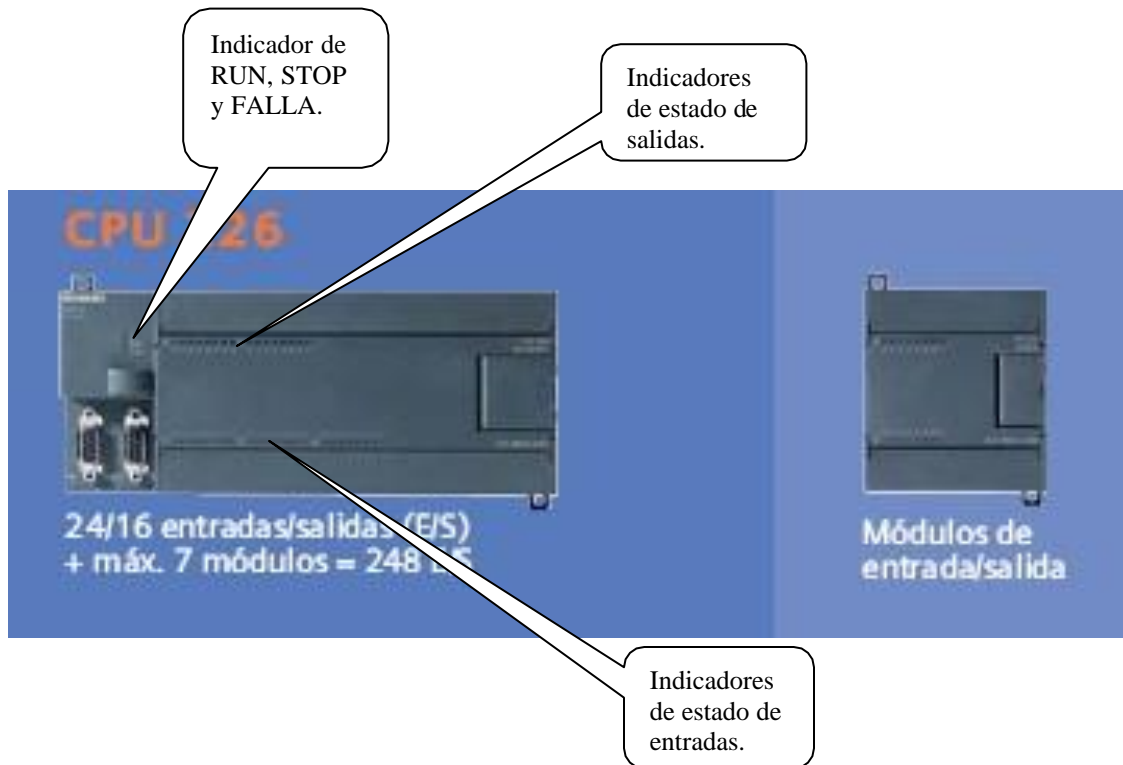
La CPU dispone de un puerto de periféricos para conectar a un ordenador o a otro dispositivo de programación como por ejemplo una consola de programación. Además dispone de múltiples funciones avanzadas, entre las cuales incluye:

- . La CPU incorpora 24 terminales de entrada y 16 de salida.
- . Las unidades de E/S se pueden añadir de una en una para aumentar la capacidad de E/S.
- . Incorpora temporizadores y contadores de alta velocidad.

A continuación se muestran los componentes básicos de de la CPU que se utilizan en la operación general del PLC.

Indicadores

Los indicadores de la CPU informan de la operación general del PLC, aunque no sustituyen a los indicadores y bits de error dispuestos en las áreas de memoria para utilizar en programación. Aquí se muestran los indicadores de la CPU y se describen en la tabla que sigue.



Indicador	Nombre	Función
RUN	Indicador RUN	Encendido cuando la CPU está ejecutando un programa y todo esta normal.
STOP	Indicador STOP	Encendido cuando la CPU no ejecuta programa alguno.
SF/DIAG	Indicador de falla de sistema.	Se activa cuando existe falla en sistema de comunicación.

Modos de operación del PLC.- El PLC tiene tres modos de operación que son:

RUN Se utiliza para la ejecución de programas. Si el PLC está energizado entonces ejecutará el programa de acuerdo a lo que tenga escrito.

TERM Se utiliza para trabajar en línea con la terminal de programación a través de PC ó consola de programación.

STOP Este modo es para crear programas, borrar áreas de memoria y realizar modificaciones a programas. Una vez creado un programa se puede checar antes de ser ejecutado. En este modo el PLC no puede ejecutar programas.

2.2 Especificaciones de las unidades

221 Especificaciones de las fuentes

El PLC cuenta con una fuente de energía que alimenta a su sistema con las características apropiadas y se trata de la fuente que viene incluida en la CPU y que solo se utiliza para alimentar los elementos de entrada cuidando no exceder su capacidad.

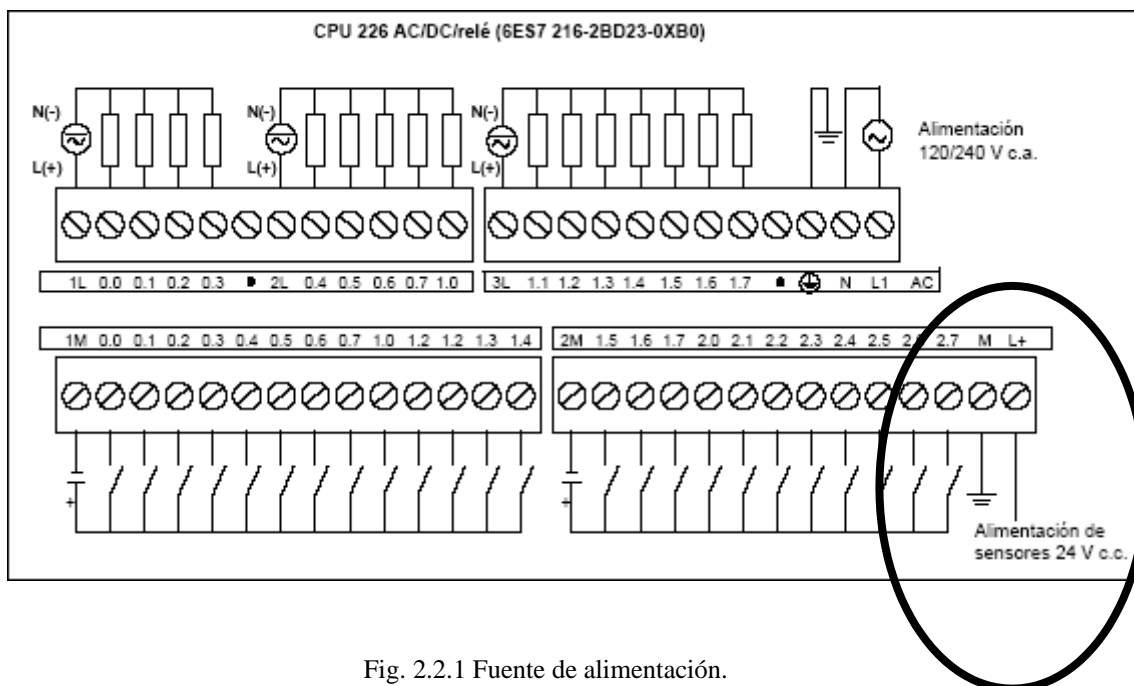


Fig. 2.2.1 Fuente de alimentación.

Nº de referencia	Nombre y descripción de la CPU	Dimensiones en mm (l x a x p)	Peso	Disipación	Tensión c.c. disponible +5 V c.c. -24 V c.c. ¹	
6ES7 211-0AA23-0XB0	CPU 221 DC/DC/DC 6 entradas/4 salidas	90 x 80 x 62	270 g	3 W	0 mA	180 mA
6ES7 211-0BA23-0XB0	CPU 221 AC/DC/relé 6 entradas/4 salidas de relé	90 x 80 x 62	310 g	6 W	0 mA	180 mA
6ES7 212-1AB23-0XB0	CPU 222 DC/DC/DC 8 entradas/6 salidas	90 x 80 x 62	270 g	5 W	340 mA	180 mA
6ES7 212-1BB23-0XB0	CPU 222 AC/DC/relé 8 entradas/6 salidas de relé	90 x 80 x 62	310 g	7 W	340 mA	180 mA
6ES7 214-1AD23-0XB0	CPU 224 DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	120,5 x 80 x 62	360 g	7 W	660 mA	280 mA
6ES7 214-1BD23-0XB0	CPU 224 AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	120,5 x 80 x 62	410 g	10 W	660 mA	280 mA
6ES7 214-2AD23-0XB0	CPU 224XP DC/DC/DC 14 entradas/10 salidas	140 x 80 x 62	390 g	8 W	660 mA	280 mA
6ES7 214-2BD23-0XB0	CPU 224XP AC/DC/relé 14 entradas/10 salidas de relé	140 x 80 x 62	440 g	11 W	660 mA	280 mA
6ES7 216-2AD23-0XB0	CPU 226 DC/DC/DC 24 entradas/16 salidas	196 x 80 x 62	550 g	11 W	1000 mA	400 mA
6ES7 216-2BD23-0XB0	CPU 226 AC/DC/relé 24 entradas/16 salidas de relé	196 x 80 x 62	660 g	17 W	1000 mA	400 mA

Nº de referencia	Modelo de CPU	Alimentación (nominal)	Entradas digitales	Salidas digitales	Puertos COM	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Bloque de terminales extraíble
6ES7 211-0AA23-0XB0	CPU 221	24 V c.c.	6 x 24 V c.c.	4 x 24 V c.c.	1	No	No	No
6ES7 211-0BA23-0XB0	CPU 221	120 a 240 V c.a.	6 x 24 V c.c.	4 salidas de relé	1	No	No	No
6ES7 212-1AB23-0XB0	CPU 222	24 V c.c.	8 x 24 V c.c.	6 x 24 V c.c.	1	No	No	No
6ES7 212-1BB23-0XB0	CPU 222	120 a 240 V c.a.	8 x 24 V c.c.	6 salidas de relé	1	No	No	No
6ES7 214-1AD23-0XB0	CPU 224	24 V c.c.	14 x 24 V c.c.	10 x 24 V c.c.	1	No	No	SI
6ES7 214-1BD23-0XB0	CPU 224	120 a 240 V c.a.	14 x 24 V c.c.	10 salidas de relé	1	No	No	SI
6ES7 214-2AD23-0XB0	CPU 224XP	24 V c.c.	14 x 24 V c.c.	10 x 24 V c.c.	2	2	1	SI
6ES7 214-2BD23-0XB0	CPU 224XP	120 a 240 V c.a.	14 x 24 V c.c.	10 salidas de relé	2	2	1	SI
6ES7 216-2AD23-0XB0	CPU 226	24 V c.c.	24 x 24 V c.c.	16 x 24 V c.c.	2	No	No	SI
6ES7 216-2BD23-0XB0	CPU 226	120 a 240 V c.a.	24 x 24 V c.c.	16 salidas de relé	2	No	No	SI

Tabla 2.2.1 Especificaciones de las fuentes.

222 Especificaciones de la CPU

Descripción	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Tamaño del programa de usuario con edición en modo RUN sin edición en modo RUN	4096 bytes 4096 bytes	4096 bytes 4096 bytes	8192 bytes 12288 bytes	12288 bytes 16384 bytes	16384 bytes 24576 bytes
Tamaño de los datos de usuario	2048 bytes	2048 bytes	8192 bytes	10240 bytes	10240 bytes
Imagen del proceso de las entradas	I0.0 a I15.7	I0.0 a I15.7	I0.0 a I15.7	I0.0 a I15.7	I0.0 a I15.7
Imagen del proceso de las salidas	Q0.0 a Q15.7	Q0.0 a Q15.7	Q0.0 a Q15.7	Q0.0 a Q15.7	Q0.0 a Q15.7
Entradas analógicas (sólo lectura)	AIW0 a AIW30	AIW0 a AIW30	AIW0 a AIW62	AIW0 a AIW62	AIW0 a AIW62
Salidas analógicas (sólo escritura)	AQW0 a AQW30	AQW0 a AQW30	AQW0 a AQW62	AQW0 a AQW62	AQW0 a AQW62
Memoria de variables (V)	VB0 a VB2047	VB0 a VB2047	VB0 a VB8191	VB0 a VB10239	VB0 a VB10239
Memoria local (L) ¹	LB0 a LB63	LB0 a LB63	LB0 a LB63	LB0 a LB63	LB0 a LB63
Área de marcas (M)	M0.0 a M31.7	M0.0 a M31.7	M0.0 a M31.7	M0.0 a M31.7	M0.0 a M31.7
Marcas especiales (SM) Sólo lectura	SM0.0 a SM179.7 SM0.0 a SM29.7	SM0.0 a SM299.7 SM0.0 a SM29.7	SM0.0 a SM549.7 SM0.0 a SM29.7	SM0.0 a SM549.7 SM0.0 a SM29.7	SM0.0 a SM549.7 SM0.0 a SM29.7
Temporizadores	256 (T0 a T255)	256 (T0 a T255)	256 (T0 a T255)	256 (T0 a T255)	256 (T0 a T255)
Retardo a la conexión con memoria					
1 ms	T0, T64	T0, T64	T0, T64	T0, T64	T0, T64
10 ms	T1 a T4 y T65 a T68	T1 a T4 y T65 a T68	T1 a T4 y T65 a T68	T1 a T4 y T65 a T68	T1 a T4 y T65 a T68
100 ms	T5 a T31 y T69 a T95	T5 a T31 y T69 a T95	T5 a T31 y T69 a T95	T5 a T31 y T69 a T95	T5 a T31 y T69 a T95
Retardo a la conexión/desconexión					
1 ms	T32, T96	T32, T96	T32, T96	T32, T96	T32, T96
10 ms	T33 a T36 y T97 a T100	T33 a T36 y T97 a T100	T33 a T36 y T97 a T100	T33 a T36 y T97 a T100	T33 a T36 y T97 a T100
100 ms	T37 a T63 y T101 a T255	T37 a T63 y T101 a T255	T37 a T63 y T101 a T255	T37 a T63 y T101 a T255	T37 a T63 y T101 a T255
Contadores	C0 a C255	C0 a C255	C0 a C255	C0 a C255	C0 a C255
Contadores rápidos	HC0 a HC5	HC0 a HC5	HC0 a HC5	HC0 a HC5	HC0 a HC5
Relés de control secuencial (S)	S0.0 a S31.7	S0.0 a S31.7	S0.0 a S31.7	S0.0 a S31.7	S0.0 a S31.7
Acumuladores	AC0 a AC3	AC0 a AC3	AC0 a AC3	AC0 a AC3	AC0 a AC3
Saltos a metas	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
Llamadas a subrutinas	0 a 63	0 a 63	0 a 63	0 a 63	0 a 127
Rutinas de interrupción	0 a 127	0 a 127	0 a 127	0 a 127	0 a 127
Detectar flanco positivo/negativo	256	256	256	256	256
Lazos PID	0 a 7	0 a 7	0 a 7	0 a 7	0 a 7
Puertos	Puerto 0	Puerto 0	Puerto 0	Puerto 0, puerto 1	Puerto 0, puerto 1

Tabla 2.2.2.a Especificaciones de la CPU.

Especificaciones de la CPU

Tipo de acceso		CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Bit (byte.bit)	I	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7
	Q	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7
	V	0.0 a 2047.7	0.0 a 2047.7	0.0 a 8191.7	0.0 a 10239.7	0.0 a 10239.7
	M	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7
	SM	0.0 a 165.7	0.0 a 299.7	0.0 a 549.7	0.0 a 549.7	0.0 a 549.7
	S	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7
	T	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
	C	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
	L	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7
Byte	IB	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15
	QB	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15
	VB	0 a 2047	0 a 2047	0 a 8191	0 a 10239	0 a 10239
	MB	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31
	SMB	0 a 165	0 a 299	0 a 549	0 a 549	0 a 549
	SB	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31
	LB	0 a 63	0 a 63	0 a 63	0 a 63	0 a 63
	AC	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 255	0 a 255
	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)
	Palabra	IW	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14
QW		0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14
VW		0 a 2046	0 a 2046	0 a 8190	0 a 10238	0 a 10238
MW		0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30
SMW		0 a 164	0 a 298	0 a 548	0 a 548	0 a 548
SW		0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30
T		0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
C		0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
LW		0 a 62	0 a 62	0 a 62	0 a 62	0 a 62
AC		0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3
AIW		0 a 30	0 a 30	0 a 62	0 a 62	0 a 62
AQW		0 a 30	0 a 30	0 a 62	0 a 62	0 a 62
KW (constante)		KW (constante)	KW (constante)	KW (constante)	KW (constante)	KW (constante)
Palabra doble		ID	0 a 12	0 a 12	0 a 12	0 a 12
	QD	0 a 12	0 a 12	0 a 12	0 a 12	0 a 12
	VD	0 a 2044	0 a 2044	0 a 8188	0 a 10236	0 a 10236
	MD	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28
	SMD	0 a 162	0 a 296	0 a 546	0 a 546	0 a 546
	SD	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28
	LD	0 a 60	0 a 60	0 a 60	0 a 60	0 a 60
	AC	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3
	HC	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5
	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)

Tabla 2.2.2.b Especificaciones de la CPU.

223 Especificaciones de las entradas de 24 Vc.c. (incorporadas en la CPU)

Datos generales	Entrada de 24 V c.c. (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 226)	Entrada de 24 V c.c. (CPU 224XP)
Tipo de datos	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC con sumidero de corriente)	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC, excepto I0.3 a I0.5)
Tensión nominal	Tip. 24 V c.c. a 4 mA	Tip. 24 V c.c. a 4 mA
Tensión continua máx. admisible	30 V c.c.	
Sobretensión	35 V c.c., 0,5 s	
Señal 1 lógica (mín.)	15 V c.c. a 2,5 mA	15 V c.c. a 2,5 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 4 V c.c. a 8 mA (I0.3 a I0.5)
Señal 0 lógica (máx.)	5 V c.c. a 1 mA	5 V c.c. a 1 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 1 V c.c. a 1 mA (I0.3 a I0.5)
Retardo de entrada	Seleccionable (0,2 a 12,8 ms)	
Conexión de sensor de proximidad de 2 hilos (Bero)		
Corriente de fuga admisible (máx.)	1 mA	
Aislamiento (campo a circuito lógico)	SI	
Separación galvánica	500 V c.a., 1 minuto	
Grupos de aislamiento	Consulte el diagrama de cableado	
Frecuencia de entrada de los contadores rápidos (HSC)		
Entradas HSC		
Todos los HSC	Señal 1 lógica	Fase simple Dos fases
Todos los HSC	15 a 30 V c.c.	20 kHz 10 kHz
HC4, HC5 (sólo CPU 224XP)	15 a 26 V c.c.	30 kHz 20 kHz
	> 4 V c.c.	200 kHz 100 kHz
Entradas ON simultáneamente	Todas	Todas Sólo CPU 224XP AC/DC/relé: Todas a 55° C con entradas c.c. a 26 V c.c. máx. Todas a 50° C con entradas c.c. a 30 V c.c. máx.
Longitud del cable (máx.)		
Apantallado	500 m para las entradas normales, 50 m para las entradas HSC ¹	
No apantallado	300 m para las entradas normales	

Tabla 2.2.3. Especificaciones de las entradas de 24 Vc.c.

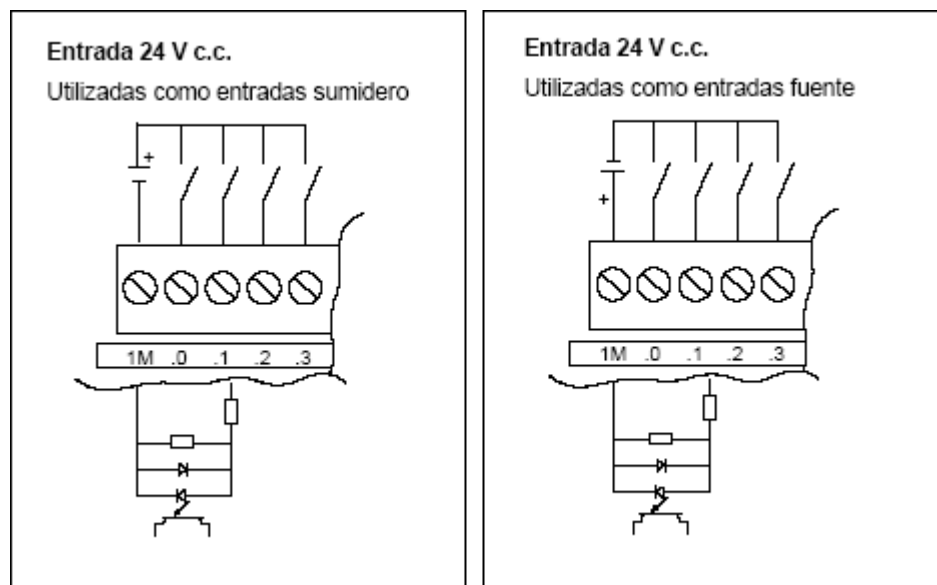


Fig. 2.2.3. Diagrama de conexiones de las entradas de 24 Vc.c.

224 Especificaciones de las unidades de salida de contacto (incorporadas en la CPU)

Datos generales	Salida de 24 V c.c. (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 226)	Salida de 24 V c.c. (CPU 224XP)	Salidas de relé
Tipo de datos	Estado sólido-MOSFET ¹ (fuente)		Contacto de baja potencia
Tensión nominal	24 V c.c.	24 V c.c.	24 V c.c. ó 250 V c.a.
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V c.c.	5 a 28,8 V c.c. (Q0.0 a Q0.4) 20,4 a 28,8 V c.c. (Q0.5 a Q1.1)	5 a 30 V c.c. ó 5 a 250 V c.a.
Sobreintensidad (máx.)	8 A, 100 ms		5 A durante 4 s o/u 10% de ciclo de trabajo
Señal 1 lógica (mín.)	20 V c.c. a Intensidad máx.	L+ menos 0,4 V a Intensidad máx.	-
Señal 0 lógica (máx.)	0,1 V c.c. con 10 K Ω de carga		-
Intensidad nominal por salida (máx.)	0,75 A		2,0 A
Intensidad nominal por neutro (máx.)	6 A	3,75 A	10 A
Corriente de fuga (máx.)	10 μ A		-
Carga de lámparas (máx.)	5 W		30 W c.c.; 200 W c.a. ^{3, 4}
Tensión de bloqueo inductiva	L+ menos 48 V c.c., disipación de 1 W		-
Resistencia en estado ON (contactos)	Tip. 0,3 Ω (0,6 Ω máx.)		0,2 Ω (máx. si son nuevas)
Separación galvánica	500 V c.a., 1 minuto		-
Separación galvánica (campo a circuito lógico)	-		1500 V c.a., 1 minuto
Circuito lógico a contacto	-		100 M Ω
Resistencia (circuito lógico a contacto)	-		Consulte el diagrama de cableado
Grupos de aislamiento	Consulte el diagrama de cableado		
Retardo (máx.)			
OFF a ON (μ s)	2 μ s (Q0.0, Q0.1), 15 μ s (todas las demás)	0,5 μ s (Q0.0, Q0.1), 15 μ s (todas las demás)	-
ON a OFF (μ s)	10 μ s (Q0.0, Q0.1), 130 μ s (todas las demás)	1,5 μ s (Q0.0, Q0.1), 130 μ s (todas las demás)	10 ms
Comutación	-		
Frecuencia de impulsos (máx.)	20 kHz ² (Q0.0 y Q0.1)	100 kHz ² (Q0.0 y Q0.1)	1 Hz
Vida útil mecánica	-		10.000.000 (sin carga)
Vida útil de los contactos	-		100.000 (carga nominal)
Salidas ON simultáneamente	Todas a 55° C (horizontal), todas a 45° C (vertical)		
Conexión de dos salidas en paralelo	Sí, sólo salidas de un mismo grupo		No
Longitud del cable (máx.)			
Apantallado	500 m		
No apantallado	150 m		

- 1 Cuando un contacto mecánico aplica tensión a una CPU S7-200, o bien a un módulo de ampliación digital, envía una señal "1" a las salidas digitales durante aproximadamente 50 microsegundos. Considere esto especialmente si desea utilizar aparatos que reaccionen a impulsos de breve duración.
- 2 En función del receptor de impulsos y del cable, un resistor de carga externo (al menos 10% de la intensidad nominal) puede mejorar la calidad de señal de los impulsos y la inmunidad a interferencias.
- 3 La vida útil de los relés con carga de lámparas se reducirá en 75%, a menos que la sobrecorriente al conectar se reduzca por debajo de la sobrecorriente límite de la salida.
- 4 El vatiaje límite de la carga de lámparas es aplicable a la tensión nominal. Reduzca el vatiaje límite proporcionalmente a la tensión conmutada (p. ej. 120 V c.a. - 100 W).

Tabla 2.2.4 Especificaciones de las unidades de salida a contacto.

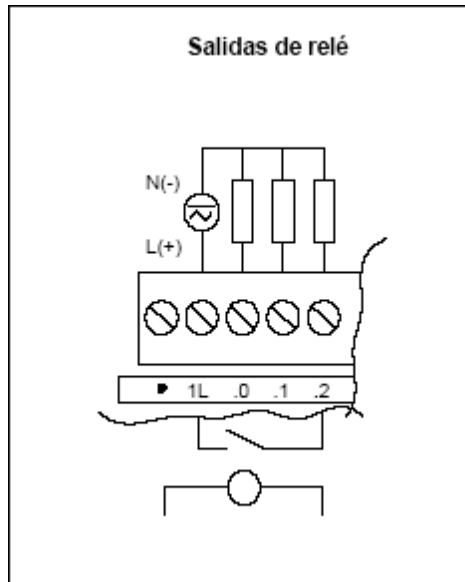


Fig. 2.2.4. Diagrama de conexiones de las salidas a contacto.

2.3. Operación

231. Operaciones del software y la PC

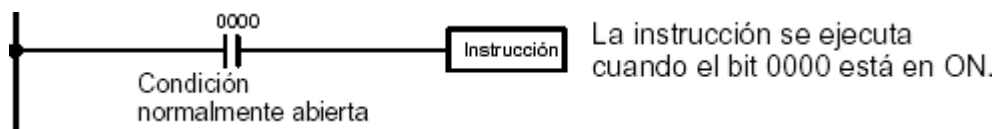
UNIDAD No. 3 PROGRAMACIÓN

3.1 Confección básica de un programa para PLC.- Para confeccionar un programa en PLC es recomendable seguir los siguientes pasos:

- . Comprender la secuencia de operación (o bien la carta de tiempos).
- . Designar los elementos de entrada y salida.
- . Asignar direcciones a los elementos de entrada y salida.
- . Diseñar el diagrama de contactos.
- . Introducirlo al PLC.
- . Ejecutar programa.
- . Si existen errores, corregirlos y si no, salvar el programa.

3.2 Terminología

Toda condición de un diagrama de contactos es ON u OFF dependiendo del estado del bit operando asignado. Una condición normalmente abierta está en ON si el bit asignado está en ON, y en OFF si el bit está en OFF. Una condición normalmente cerrada está en ON si el bit asignado está en OFF, y en OFF si el bit está en ON. Generalizando, se utiliza una condición normalmente abierta si desea hacer algo cuando un bit esté en ON, y utiliza una condición normalmente cerrada si se ha de ejecutar una acción cuando un bit esté en OFF.

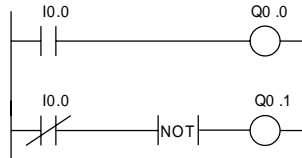
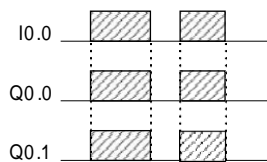


3.3 Instrucciones

3.3.1 Instrucciones básicas de diagramas de contactos y control de bit.

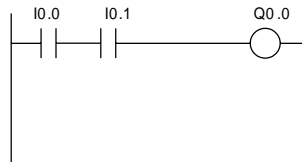
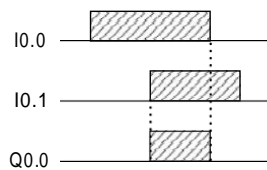
LD y LDN: La primera condición para empezar una línea lógica en un diagrama de contacto.

NOT y OUT(=): Para asignar el direccionamiento de una salida.



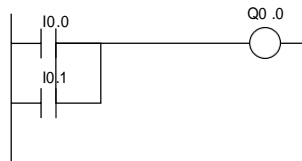
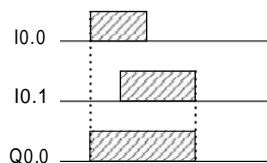
Network	Instrucción	Da to
1	LD	I0 .0
	=	Q0 .0
2	LD N	I0 .0
	NO T	
	=	Q0 .1
	EN D	

A: Para conexión de contactos en serie.



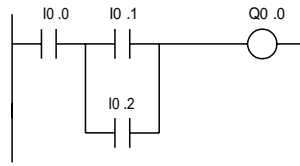
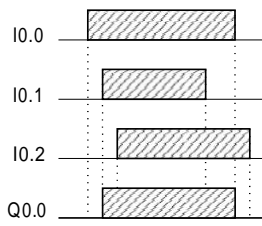
Network	Instrucción	Da to
1	LD	I0 .0
	A	I0 .1
	=	Q0 .0
	EN D	

O: Para conexión de contactos en paralelo.

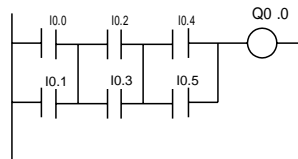


Network	Instrucción	Da to
1	LD	I0 .0
	OR	I0 .1
	=	Q0 .0
	EN D	

ALD: Realiza la operación lógica AND de las condiciones producidas por dos bloques lógicos.



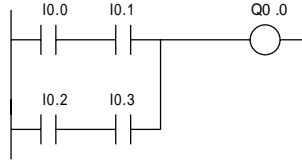
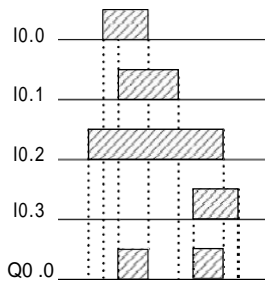
Ne two rk	In stru cció n	Da to
1	LD	I0 .0
	LD	I0 .1
	O	I0 .2
	AL D	
	=	Q0 .0
	EN D	



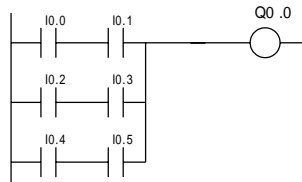
Ne two rk	In stru cció n	Da to
1	LD	I0 .0
	O	I0 .1
	LD	I0 .2
	O	I0 .3
	AL D	
	LD	I0 .4
	O	I0 .5
	AL D	
	=	Q0 .0
	EN D	

Ne two rk	In stru cció n	Da to
1	LD	I0 .0
	O	I0 .1
	LD	I0 .2
	O	I0 .3
	LD	I0 .4
	O	I0 .5
	AL D	
	AL D	
	=	Q0 .0
	EN D	

OL D : Realiza la operación lógica OR de las condiciones producidas por dos bloques lógicos.



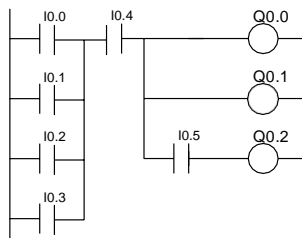
Network	Instrucción	Da to
1	LD	I0 .0
	A	I0 .1
	LD	I0 .2
	A	I0 .3
	OL D	
	=	Q0 .0
	EN D	



Network	Instrucción	Da to
1	LD	I0 .0
	A	I0 .1
	LD	I0 .2
	A	I0 .3
	OL D	
	LD	I0 .4
	A	I0 .5
	OL D	
	=	Q0 .0
	EN D	

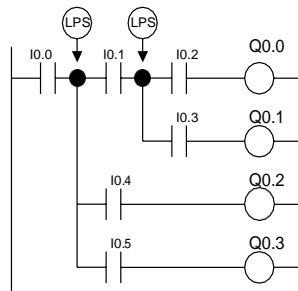
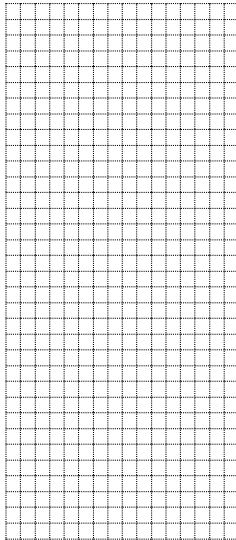
Network	Instrucción	Da to
1	LD	I0 .0
	A	I0 .1
	LD	I0 .2
	A	I0 .3
	LD	I0 .4
	A	I0 .5
	OL D	
	OL D	
	=	Q0 .0
	EN D	

Codificación de multiples instrucciones de salida.



Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	O	I0.1
	O	I0.2
	O	I0.3
	A	I0.4
	=	Q0.0
	=	Q0.1
	A	I0.5
	=	Q0.2

LPS, LPP, : Pila Lógica, Duplicar primer valor y Sacar primer valor; para resolver circuitos con bifurcaciones.



La operación **Duplicar primer valor (LPS)** duplica el primer valor de la pila y lo desplaza dentro de la misma. El último valor de la pila se expulsa y se pierde.

La operación **Sacar primer valor (LPP)** desplaza el primer valor fuera de la pila. El segundo valor se convierte entonces en el primer nivel de la pila.

La operación **Copiar segundo valor (LRD)** copia el segundo valor de la pila en el nivel superior de la misma. En la pila no se carga ni se expulsa ningún valor. No obstante, el valor que se encontraba en el nivel superior se sobrescribe con el nuevo valor.

La operación **Cargar pila (LDS)** duplica el bit n de la pila y lo deposita en el nivel superior de la misma. El último valor de la pila se expulsa y se pierde.

Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	LPS	
	A	I0.1
	LPS	
	A	I0.2
	=	Q0.0
	LPP	
	A	I0.3
	=	Q0.1
	LPP	
	LPS	
	A	I0.4
	=	Q0.2
	LPP	
	A	I0.5
	=	Q0.3

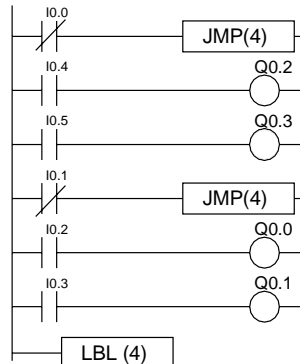
JMP y LBL: Saltar a meta y definir meta.

La operación **Saltar a meta (JMP)** deriva la ejecución del programa a la meta indicada (n). Al saltar, el primer valor de la pila es siempre un "1" lógico.

La operación **Definir meta (LBL)** indica la dirección de la meta de salto (n).

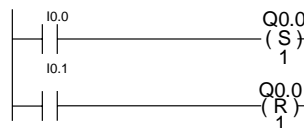
La operación Salto a meta se puede utilizar en el programa principal, en las subrutinas o en las rutinas de interrupción. La operación de salto y la meta correspondiente deben encontrarse siempre en el mismo segmento lógico (es decir, bien sea en el programa principal, en la subrutina, o bien en la rutina de interrupción).

Desde el programa principal no se puede saltar a una meta que se encuentre en una subrutina o en una rutina de interrupción. Tampoco es posible saltar desde una subrutina o una rutina de interrupción a una meta que se encuentre fuera de ella.



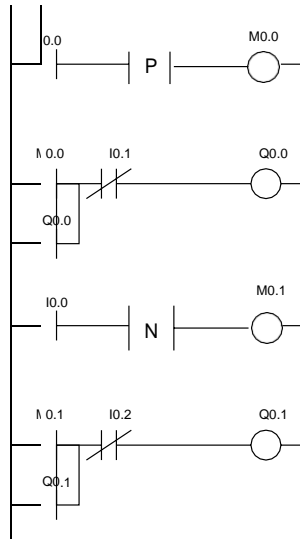
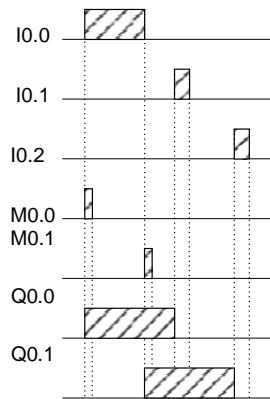
Network	Instrucción	Dato
1	LDN	I0.0
	JMP	4
2	LD	I0.4
	=	Q0.2
3	LD	I0.5
	=	Q0.3
4	LDN	I0.1
	JMP	4
5	LD	I0.2
	=	Q0.0
6	LD	I0.3
	=	Q0.1
7	LBL	4

SET y RESET.



Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	S	Q0.0, 1
2	LD	I0.1
	R	Q0.0, 1

DIFU (P) (EU) : Diferencia UP, flanco de subida.
DIFD (N) (ED) : Diferencia DOWN, flanco de bajada.

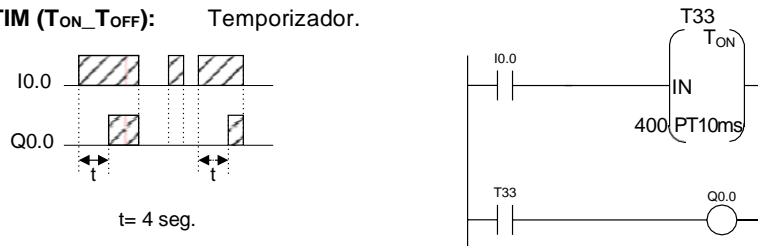


Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	EU	
	=	M0.0
2	LD	M0.0
	O	Q0.0
	AN	I0.1
	=	Q0.0
3	LD	I0.0
	ED	
	=	M0.1
4	LD	M0.1
	O	Q0.1
	AN	I0.2
	=	Q0.1

3.3.2 Instrucciones de temporizador y contador.

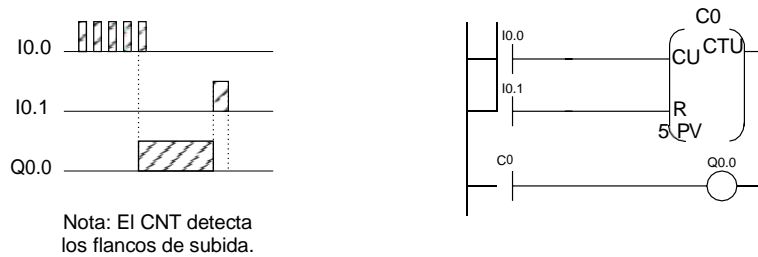
Todos los números de TC sólo se pueden utilizar una vez para definir un temporizador o un contador. Los números de TC van de 000 a 255 en los PLC S7-200 CPU 226.

TIM (TON_TOFF): Temporizador.



Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	TON	33, +400
2	LD	T33
	=	Q0.0

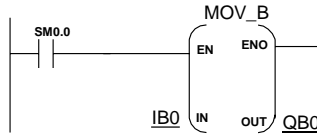
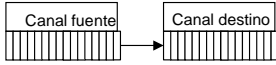
CNT (CTU_CTD_CTUD): Contador ascendente.



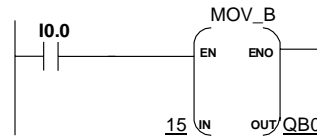
Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	LD	I0.1
	CTU	0, +5
2	LD	C0
	=	Q0.0

3.3.3 Instrucciones de transferencia de datos.

MOV (MOVB): Mover.

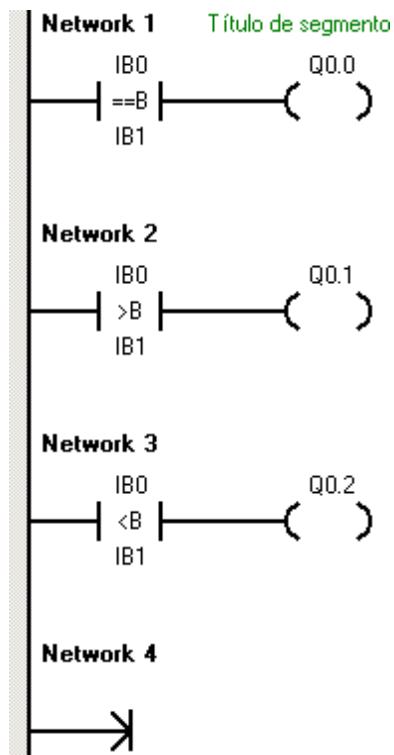


Network	Instrucción	Dato
1	LD	SM0.0
	MOVB	IB0,QB0



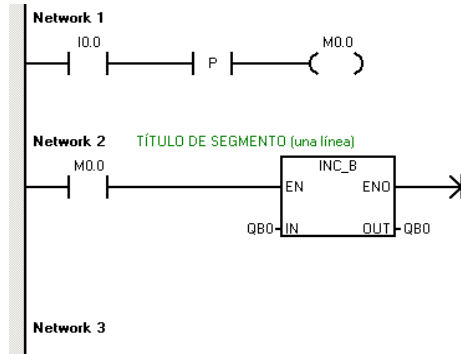
Network	Instrucción	Dato
1	LD	SM0.0
	MOVB	15,QB0

3.3.4 Instrucciones de comparación

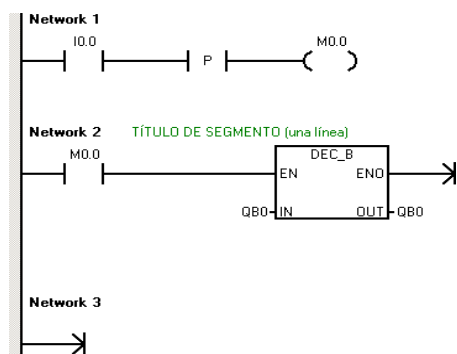


Network	Instrucción	Dato
1	LDB=	IB0,IB1
	=	Q0.0
2	LDB>	IB0,IB1
	=	Q0.1
3	LDB<	IB0,IB1
	=	Q0.2

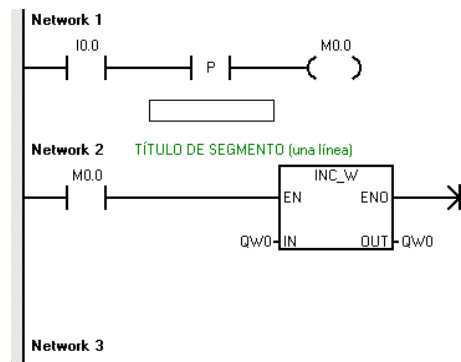
3.3.5 Instrucciones de incrementar/decrementar



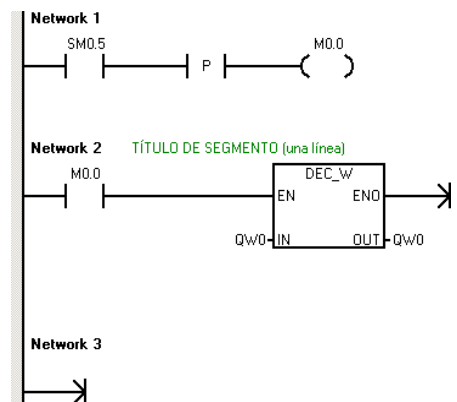
Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	EU	
	=	M0.0
2	LD	M0.0
	INCB	QW0



Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	EU	
	=	M0.0
2	LD	M0.0
	DECB	QW0



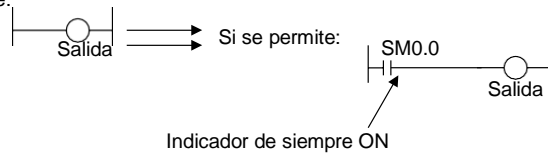
Network	Instrucción	Dato
1	LD	I0.0
	EU	
	=	M0.0
2	LD	M0.0
	INC W	QW0



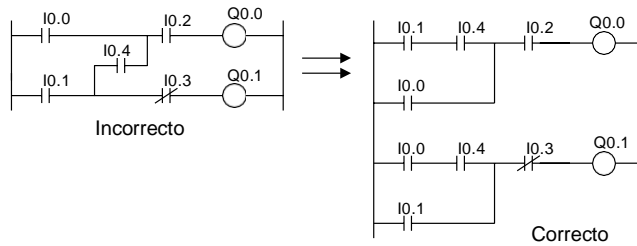
Network	Instrucción	Dato
1	LD	SM0.5
	EU	
	=	M0.0
2	LD	M0.0
	DEC W	QW0

3.3.6 Precauciones para la programación.

- . Se pueden usar contactos referidos a cada salida.
- . Las direcciones de entradas son diferentes a las de salida.
- . No se permite:



- . No se puede programar:



PRÁCTICAS

(Circuitos De Control Secuencial con PLC)

PRÁCTICA No.: 1

DESCRIPCIÓN: Con la activación del pulsador conectado a la entrada I0.1, las tres luces de un semáforo deben encenderse una tras otra, una a cada segundo. Al cabo de un segundo del encendido completo, las luces deberán apagarse en sentido inverso, igual con un segundo de diferencia.

CARTA DE TIEMPOS

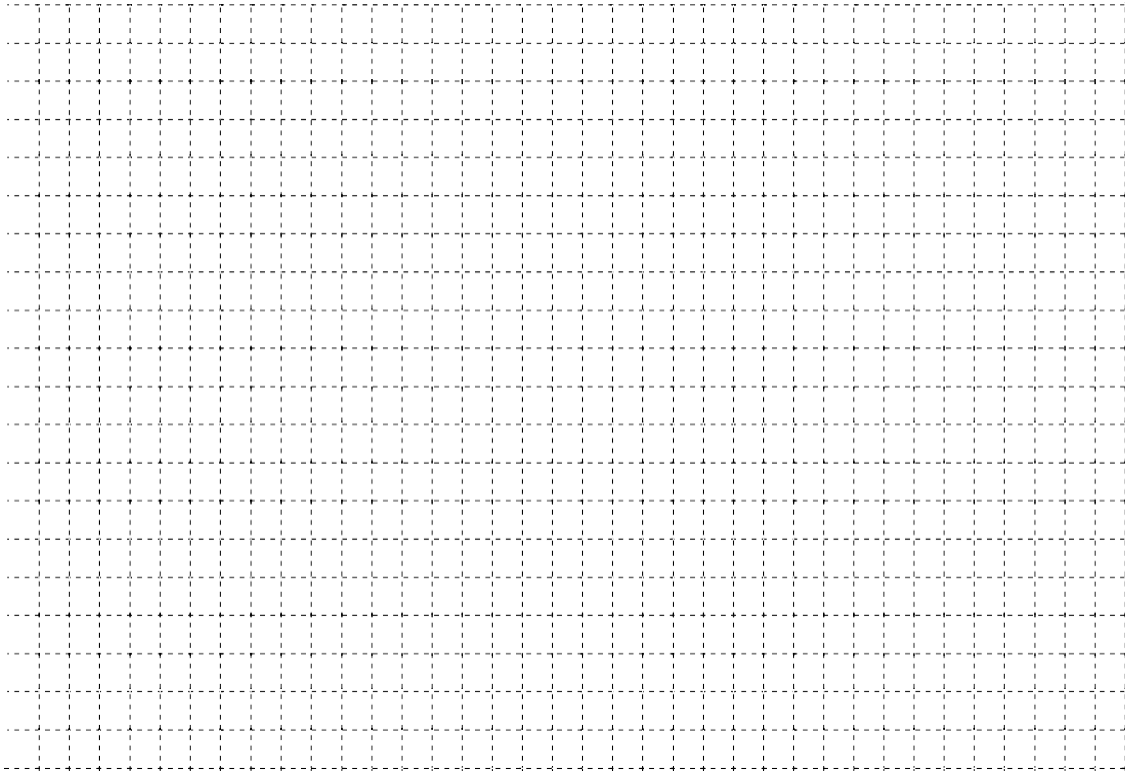


DIAGRAMA DE CONEXIONES: SIEMENS CPU 221 PRÁCTICA 1

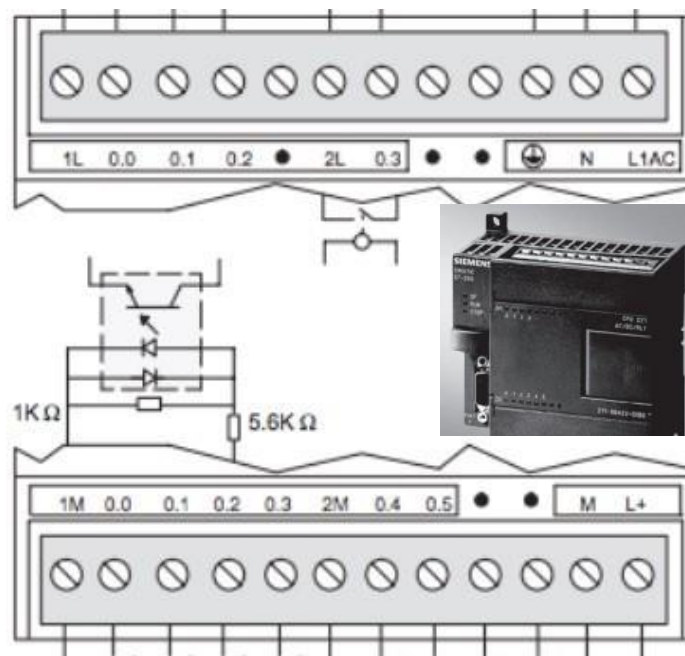


DIAGRAMA DE CONTACTOS, PRÁCTICA No. 1

PRÁCTICA No: 2

DESCRIPCIÓN: Poner en marcha un motor, el cual controla el aire central de un almacén, se activará una sirena cuando una entrada de seguridad se active, al ocurrir esto significará que existe alguna anomalía; cada vez que se active la sirena se para el motor. Dos interruptores colocados en lugares diferentes del almacén encienden el motor, además existe un sistema on / off.

CARTA DE TIEMPOS

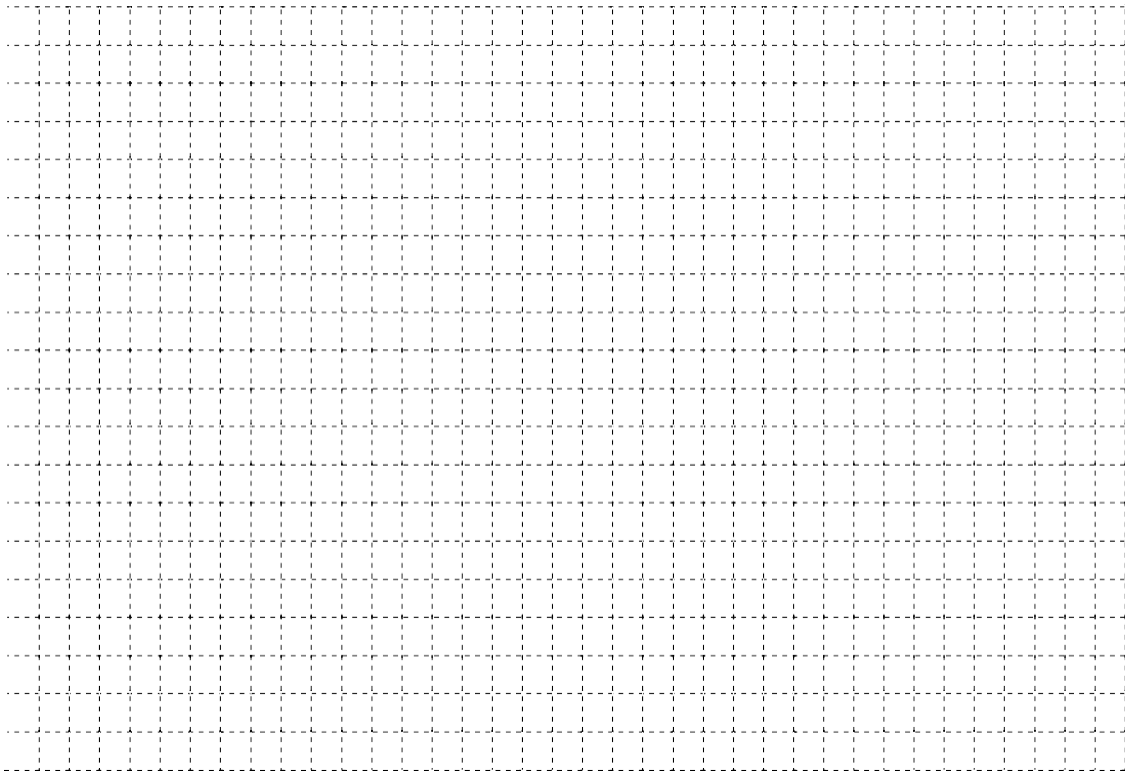


DIAGRAMA DE CONEXIONES: SIEMENS CPU 222 PRÁCTICA 2

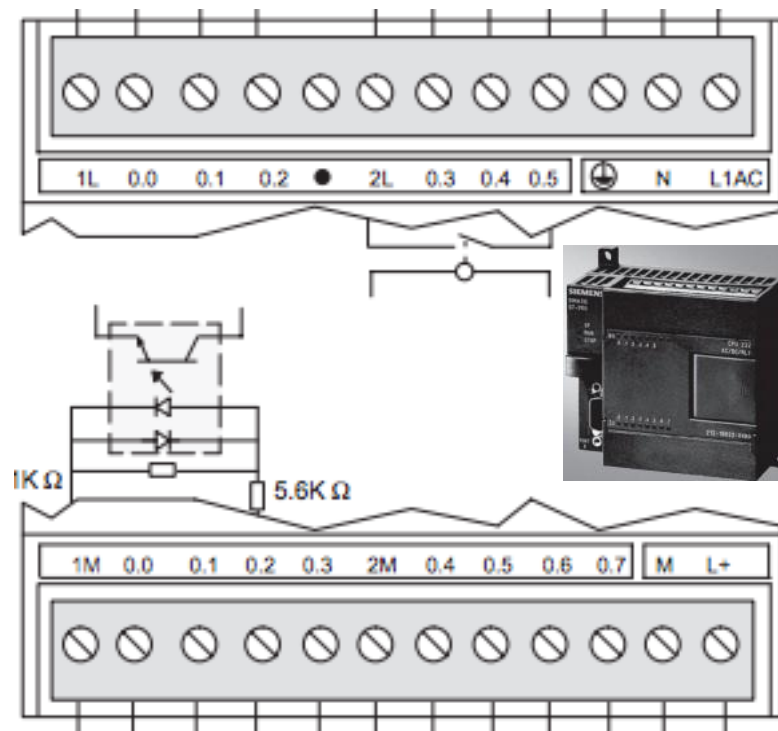


DIAGRAMA DE CONTACTOS, PRÁCTICA No. 2

DIAGRAMA DE CONEXIONES: SIEMENS CPU 224 PRÁCTICA 3

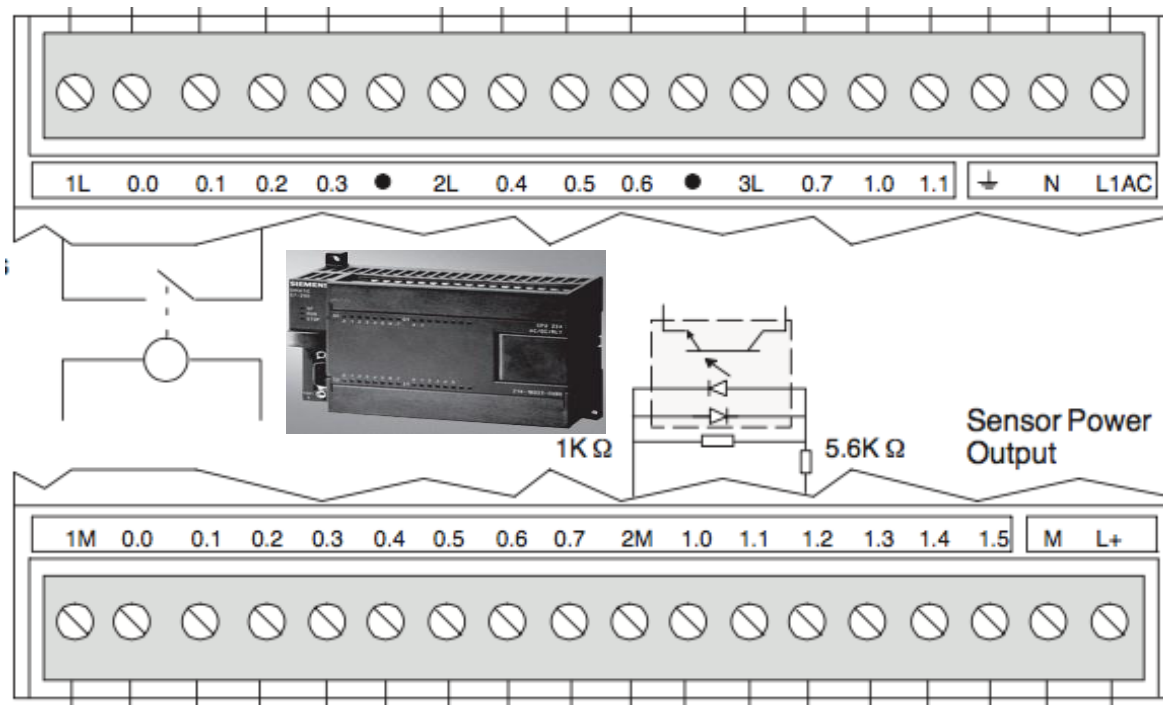


DIAGRAMA DE CONTACTOS, PRÁCTICA No. 3

PRÁCTICA No.: 4

DESCRIPCIÓN: Con base en el diagrama de esquema de contactos mostrado más abajo, elaborar la descripción del funcionamiento siendo coherente en la relación entre los elementos conectados. Complementar llenando la carta de tiempos y el diagramas de conexiones.

Descripción:

CARTA DE TIEMPOS

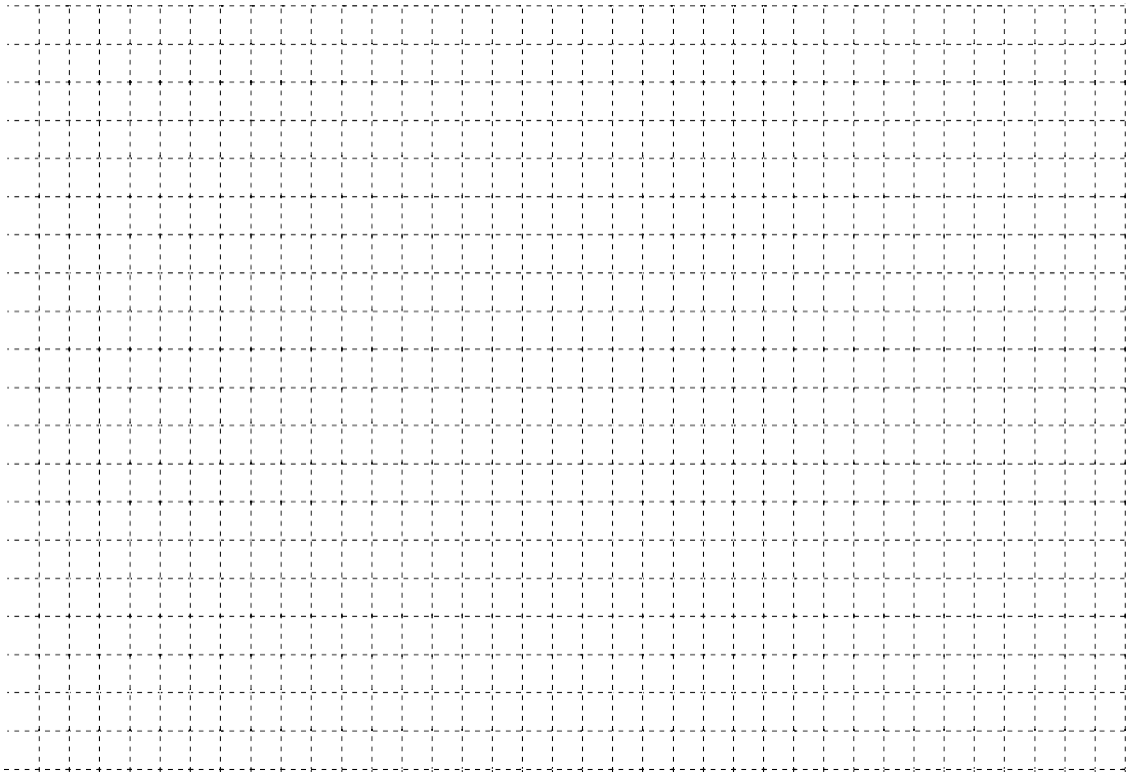


DIAGRAMA DE CONEXIONES: SIEMENS CPU 226

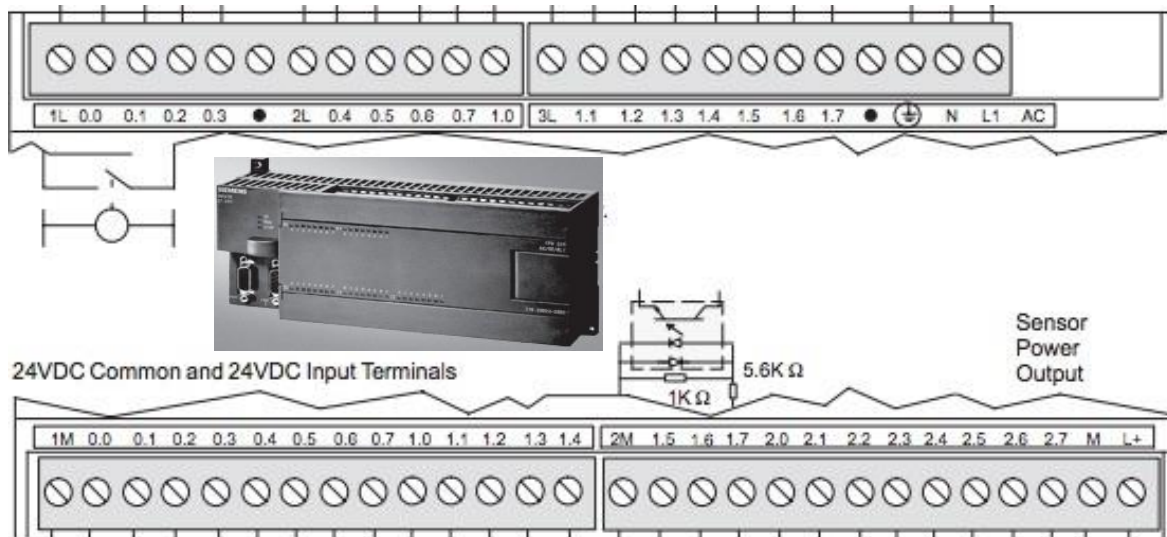


DIAGRAMA DE CONTACTOS, PRÁCTICA No. 4

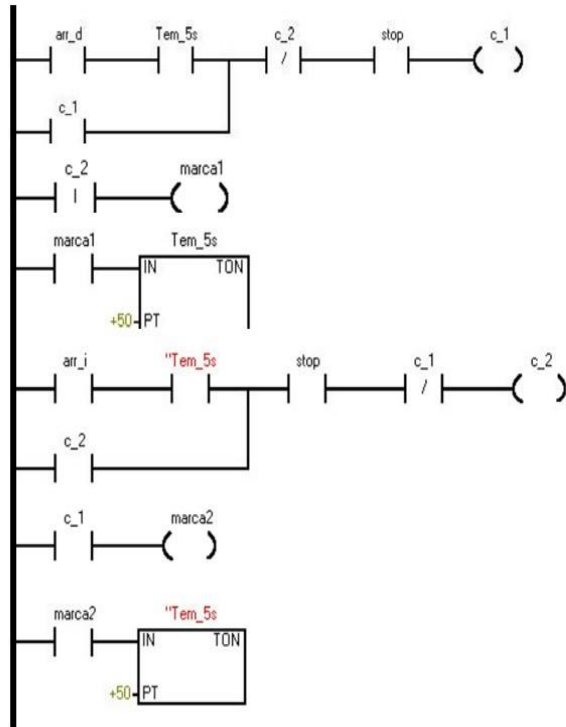


DIAGRAMA DE CONEXIONES: SIEMENS CPU 226 PRÁCTICA 5

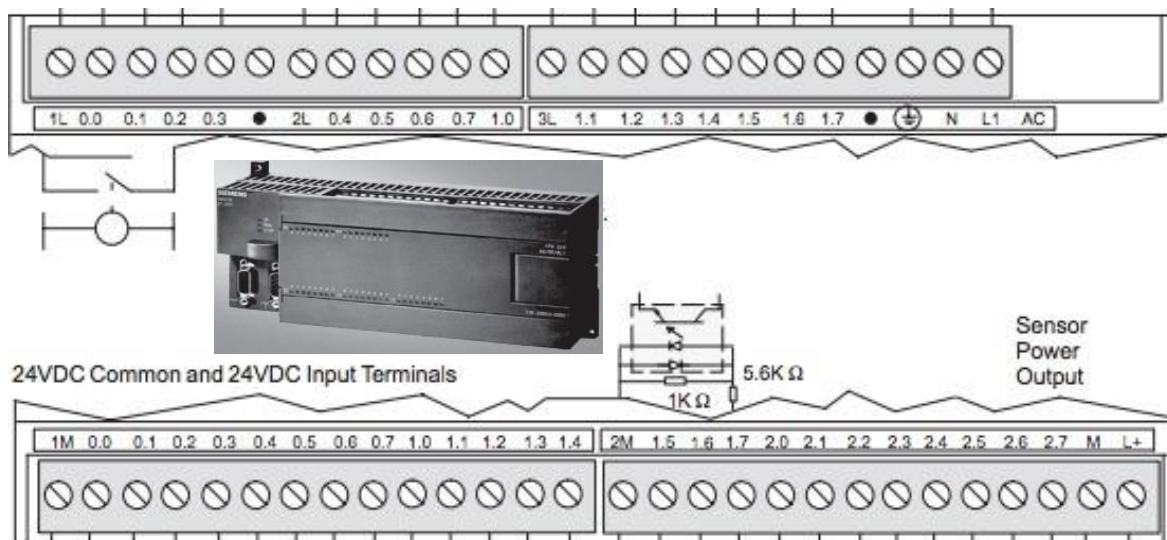
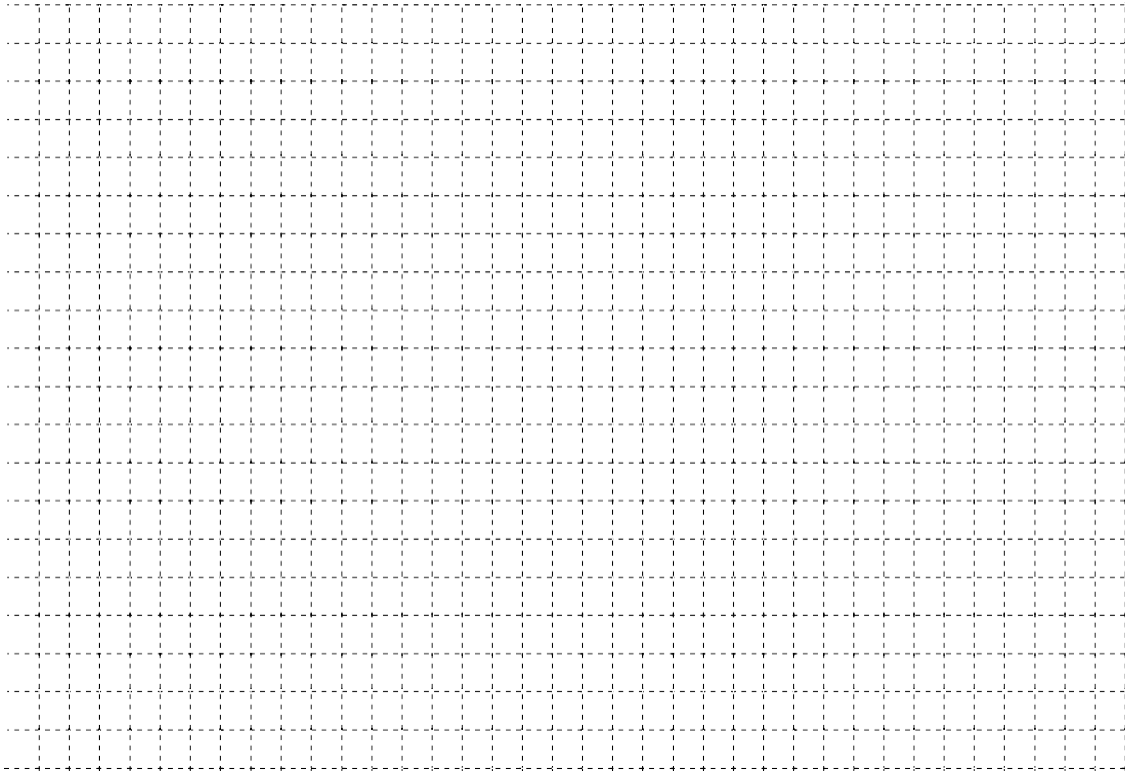


DIAGRAMA DE CONTACTOS, PRÁCTICA No. 5

PRÁCTICA No.: _____

DESCRIPCIÓN: _____

CARTA DE TIEMPOS



LISTA DE DIRECCIONES

DIRECCIÓN	ELEMENTO DE ENTRADA	DIRECCIÓN	ELEMENTO DE SALIDA

DIAGRAMA DE CONTACTOS, PRÁCTICA No. _____

BIBLIOGRAFÍA

1. IDEC

Guía de instalación y operación para PLC MICRO-1

Idec Company, Inc.

2. OMRON

Guía de instalación, operación y programación para PLC
CQM1

Omron Electronic, Inc.

3. SIEMENS

Ayuda de STEP-Micro/Win, Simatic S7-200

Siemens Energy & Automation, Inc.

Copyright © 1996-2004

Apéndice A

Instrucciones de programación

Operaciones booleanas			Operaciones aritméticas, incrementar y decrementar		
LD	Bit	Cargar	+I	IN1, OUT	Sumar enteros, enteros dobles o números reales
LDI	Bit	Cargar directamente	+D	IN1, OUT	reales
LDN	Bit	Cargar valor negado	+R	IN1, OUT	IN1+OUT=OUT
LDNI	Bit	Cargar valor negado directamente	-I	IN1, OUT	Restar enteros, enteros dobles o números reales
A	Bit	AND	-D	IN1, OUT	reales
AI	Bit	Y directa	-R	IN1, OUT	OUT-IN1=OUT
AN	Bit	Y-NO	MUL	IN1, OUT	Multiplicar enteros (16*16->32)
ANI	Bit	Y-NO directa	*I	IN1, OUT	Multiplicar enteros, enteros dobles o números reales
O	Bit	SM	*D	IN1, OUT	reales
OI	Bit	O directa	*R	IN1, IN2	IN1 * OUT = OUT
ON	Bit	O-NO	DIV	IN1, OUT	Dividir enteros (16/16->32)
ONI	Bit	O-NO directa	/I	IN1, OUT	Dividir enteros, enteros dobles o números reales
LDBx	IN1, IN2	Cargar resultado de la comparación de bytes IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	/D	IN1, OUT	reales
ABx	IN1, IN2	Combinar mediante Y el resultado de la comparación de bytes IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	/R	IN1, OUT	OUT / IN1 = OUT
OBx	IN1, IN2	Combinar mediante O el resultado de la comparación de bytes IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	SQRT	IN, OUT	Raíz cuadrada
LDWx	IN1, IN2	Cargar resultado de la comparación de palabras IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	LN	IN, OUT	Logaritmo natural
AWx	IN1, IN2	Combinar mediante Y el resultado de la comparación de palabras IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	EXP	IN, OUT	Exponencial natural
OWx	IN1, IN2	Combinar mediante O el resultado de la comparación de palabras IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	SIN	IN, OUT	Seno
LDDx	IN1, IN2	Cargar resultado de la comparación de palabras dobles IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	COS	IN, OUT	Coseno
ADx	IN1, IN2	Combinar mediante Y el resultado de la comparación de palabras dobles IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	TAN	IN, OUT	Tangente
ODx	IN1, IN2	Combinar mediante O el resultado de la comparación de palabras dobles IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	INCB	OUT	Incrementar byte, palabra o palabra doble
LDRx	IN1, IN2	Cargar resultado de la comparación de números reales IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	INCW	OUT	
ARx	IN1, IN2	Combinar mediante Y el resultado de la comparación de números reales IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	INCD	OUT	
ORx	IN1, IN2	Combinar mediante O el resultado de la comparación de números reales IN1 (x:<, <=, =, >=, >, <>) IN2	DECB	OUT	Decrementar byte, palabra o palabra doble
NOT		Negar primer valor de pila	DECW	OUT	
EU		Detectar flanco positivo	DECD	OUT	
ED		Detectar flanco negativo	PID	TBL, LOOP	Regulación PID
=	Bit	Asignar	Operaciones de temporización y conteo		
=I	Bit	Asignar directamente	TON	Txxx, PT	Temporizador como retardo a la conexión
S	Bit, N	Poner a 1 (activar)	TOF	Txxx, PT	Temporizador como retardo a la desconexión
R	Bit, N	Poner a 0 (desactivar)	TONR	Txxx, PT	Temporizador como retardo a la conexión con memoria
SI	Bit, N	Poner a 1 directamente	BITIM	OUT	Capturar intervalo inicial
RI	Bit, N	Poner a 0 directamente	CITIM	IN, OUT	Calcular intervalo
LDSx	IN1, IN2	Cargar el resultado de la comparación de cadenas IN1 (x: =, <>) IN2	CTU	Cxxx, PV	Incrementar contador
ASx	IN1, IN2	Combinar mediante Y el resultado de la comparación de cadenas IN1 (x: =, <>) IN2	CTD	Cxxx, PV	Decrementar contador
OSx	IN1, IN2	Combinar mediante O el resultado de la comparación de cadenas IN1 (x: =, <>) IN2	CTUD	Cxxx, PV	Incrementar/decrementar contador
ALD		Combinar primer y segundo valor mediante Y	Operaciones del reloj de tiempo real		
OLD		Combinar primer y segundo valor mediante O	TODR	T	Leer reloj de tiempo real
LPS		Duplicar primer valor de la pila	TODW	T	Escribir reloj de tiempo real
LRD		Copiar segundo valor de la pila	TODRX	T	Leer reloj de tiempo real ampliado
LPP		Sacar primer valor de la pila	TODWX	T	Ajustar reloj de tiempo real ampliado
LDS	N	Cargar pila	Operaciones de control del programa		
AENO		Y-ENO	FIN		Fin condicionado del programa
			STOP		Pasar a STOP
			WDR		Borrar temporizador de vigilancia (300 ms)
			JMP	N	Saltar a meta
			LBL	N	Definir meta
			CALL	N [N1,...]	Llamar a subrutina [N1, ... hasta 16 parámetros opcionales]
			CRET		Retorno condicionado de subrutina
			FOR	INDX, INIT,	Bucle FOR/NEXT
			FINAL	NEXT	
			LSCR	N	Cargar, transición, fin condicionado y fin del relé de control secuencial
			SCRT	N	
			CSCORE		
			DSORE		
			DLED	IN	LED de diagnóstico

Operaciones de transferencia, desplazamiento y rotación		
MOVB MOVW MOVD MOVR	IN, OUT IN, OUT IN, OUT IN, OUT	Transferir bytes, palabras, palabras dobles o números reales
BIR BIW	IN, OUT IN, OUT	Lectura y transferencia directa de bytes Escritura y transferencia directa de bytes
BMB BMW BMD	IN, OUT, N IN, OUT, N IN, OUT, N	Transferir bytes, palabras o palabras dobles en bloque
SWAP	IN	Invertir bytes de una palabra
SHRB S_BIT, N	DATA, S_BIT, N	Registro de desplazamiento
SRB SRW SRD	OUT, N OUT, N OUT, N	Desplazar byte, palabra o palabra doble a la derecha
SLB SLW SLD	OUT, N OUT, N OUT, N	Desplazar byte, palabra o palabra doble a la izquierda
RRB RRW RRD	OUT, N OUT, N OUT, N	Rotar byte, palabra o palabra doble a la derecha
RLB RLW RLD	OUT, N OUT, N OUT, N	Rotar byte, palabra o palabra doble a la izquierda
Operaciones lógicas		
ANDB ANDW ANDD	IN1, OUT IN1, OUT IN1, OUT	Combinación Y con bytes, palabras o palabras dobles
ORB ORW ORD	IN1, OUT IN1, OUT IN1, OUT	Combinación O con bytes, palabras o palabras dobles
XORB XORW XORD	IN1, OUT IN1, OUT IN1, OUT	Combinación O-exclusiva con bytes, palabras o palabras dobles
INVB INWW INVD	OUT OUT OUT	Invertir byte, palabra o palabra doble (complemento a 1)
Operaciones con cadenas		
SLEN SCAT SCPY SSCPY N, OUT CFND OUT SFND OUT	IN, OUT IN, OUT IN, OUT IN, INDX, N, OUT IN1, IN2, OUT IN1, IN2, OUT	Longitud de cadena Concatenar cadena Copiar cadena Copiar subcadena de cadena Buscar carácter en cadena Buscar cadena en cadena
Operaciones de tabla, de búsqueda y de conversión		
ATT	DATA, TBL	Registrar valor en tabla
LIFO FIFO	TBL, DATA TBL, DATA	Obtener datos de la tabla
FND= INDX FND<> INDX FND< INDX FND> INDX	TBL, PTN, TBL, PTN, TBL, PTN, TBL, PTN,	Buscar valor en tabla que concuerde con la comparación
FILL	IN, OUT, N	Inicializar memoria
BCDI IBCD	OUT OUT	Convertir BCD en entero Convertir entero en BCD
BTI ITB ITD DTI	IN, OUT IN, OUT IN, OUT IN, OUT	Convertir byte en entero Convertir entero en byte Convertir entero en entero doble Convertir entero doble en entero
DTR TRUNC ROUND	IN, OUT IN, OUT IN, OUT	Convertir palabra doble en real Convertir real en entero doble Convertir real en entero doble
ATH LEN HTA LEN ITA FMT DTA FM RTA FM	IN, OUT, IN, OUT, IN, OUT, IN, OUT, IN, OUT, IN, OUT,	Convertir ASCII en hexadecimal Convertir hexadecimal en ASCII Convertir entero en ASCII Convertir entero doble en ASCII Convertir real en ASCII
DECO ENCO	IN, OUT IN, OUT	Decodificar Codificar
SEG	IN, OUT	Generar configuración binaria de 7 segmentos
ITS OUT DTS OUT RTS OUT	IN, FMT, IN, FMT, IN, FMT,	Convertir entero en cadena Convertir entero doble en cadena Convertir real en cadena
STI OUT STD OUT STR OUT	STR, INDX, STR, INDX, STR, INDX,	Convertir subcadena en entero Convertir subcadena en entero doble Convertir subcadena en real
Operaciones de interrupción		
CRETI		Retomo condicionado desde rutina de interrupción
ENI DISI		Habilitar todos los eventos de interrupción Inhibir todos los eventos de interrupción
ATCH DTCH	INT, EVNT EVNT	Asociar interrupción Desasociar interrupción
Operaciones de comunicación		
XMT RCV	TBL, PORT TBL, PORT	Transmitir mensaje (Freeport) Recibir mensaje (Freeport)
NETR NETW	TBL, PORT TBL, PORT	Leer de la red Escribir en la red
GPA T SPA T	ADDR,POR ADDR,POR	Leer dirección de puerto Ajustar dirección de puerto
Operaciones con contadores rápidos		
HDEF	HSC, modo	Definir modo para contador rápido
HSC	N	Activar contador rápido
PLS	Q	Salida de impulsos

Marcas especiales			
SM0.0	Siempre ON	SM1.0	Resultado de la operación = 0
SM0.1	Primer ciclo	SM1.1	Desbordamiento o valor no válido
SM0.2	Datos remanentes perdidos	SM1.2	Resultado negativo
SM0.3	Alimentación	SM1.3	División por 0
SM0.4	30 s OFF / 30 s ON	SM1.4	Tabla llena
SM0.5	0,5 s OFF / 0,5 s ON	SM1.5	Tabla vacía
SM0.6	OFF 1 ciclo / ON 1 ciclo	SM1.6	Error de conversión de BCD a binario
SM0.7	Selector en posición RUN	SM1.7	Error de conversión ASCII a hexadecimal

-
Fig

Área de temporizadores T

Los temporizadores del S7-200 tienen resoluciones (intervalos) de 1 ms, 10 ms y 100 ms. Existen dos variables asociadas a los temporizadores:

- Valor actual: en este número entero de 16 bits con signo se deposita el valor de tiempo contado por el temporizador.
- Bit del temporizador (bit T): este bit se activa o se desactiva como resultado de la comparación del valor actual con el valor de preselección. Éste último se introduce como parte de la operación del temporizador.

A estas dos variables se accede utilizando la dirección del temporizador (T + número del temporizador). Dependiendo de la operación utilizada, se accede al bit del temporizador o al valor actual. Las operaciones con operandos en formato de bit acceden al bit del temporizador, en tanto que las operaciones con operandos en formato de palabra acceden al valor actual. Como muestra la figura 4-5, la operación Contacto normalmente abierto accede al bit del temporizador, en tanto que la operación Transferir palabra accede al valor actual del temporizador.

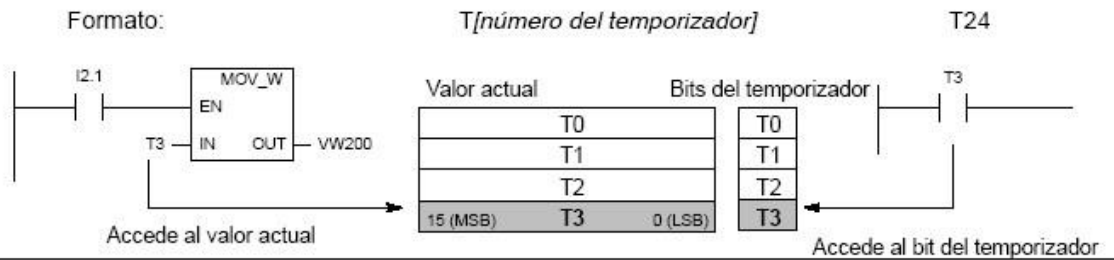


Figura 4-5 Acceder al bit del temporizador o al valor actual de un temporizador

Área de contadores C

Los contadores del S7-200 son elementos que cuentan los cambios de negativo a positivo en la(s) entrada(s) de conteo. Hay contadores que cuentan sólo adelante, otros que cuentan sólo atrás y otros cuentan tanto adelante como atrás. Existen dos variables asociadas a los contadores:

- Valor actual: en este número entero de 16 bits con signo se deposita el valor de conteo acumulado.
- Bit del contador (bit C): este bit se activa o se desactiva como resultado de la comparación del valor actual con el valor de preselección. El valor de preselección se introduce como parte de la operación del contador.

A estas dos variables se accede utilizando la dirección del contador (C + número del contador). Dependiendo de la operación utilizada, se accede al bit del contador o al valor actual. Las operaciones con operandos en formato de bit acceden al bit del contador, en tanto que las operaciones con operandos en formato de palabra acceden al valor actual. Como muestra la figura 4-6, la operación Contacto normalmente abierto accede al bit del contador, en tanto que la operación Transferir palabra accede al valor actual del contador.

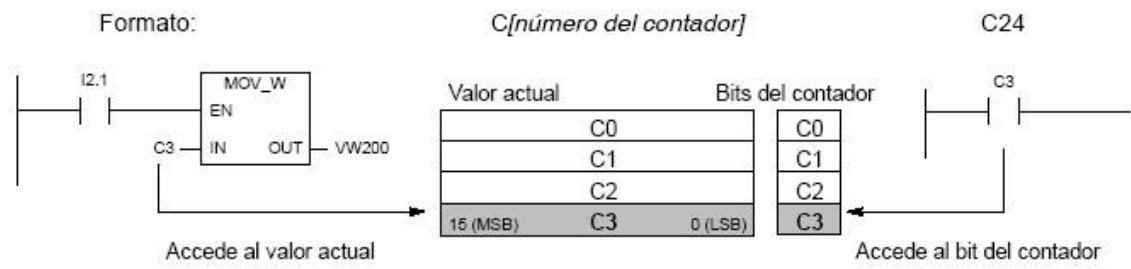


Figura 4-6 Acceder al bit del contador o al valor actual de un contador

Marcas especiales (SM)

Las marcas especiales permiten intercambiar datos entre la CPU y el programa. Estas marcas se puede utilizar para seleccionar y controlar algunas funciones especiales de la CPU S7-200. Por ejemplo, hay una marca que se activa sólo en el primer ciclo, marcas que se activan y se desactivan en determinados intervalos, o bien marcas que muestran el estado de las operaciones matemáticas y de otras operaciones. (Para más información acerca de las marcas especiales, consulte el anexo D). A las marcas especiales se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble:

Bit:	SM[direcc. del byte].[direcc. del bit]	SM0.1
Byte, palabra o palabra doble:	SM[tamaño][direcc. del byte inicial]	SMB86

Tabla 6-2 Rangos de operandos de las CPUs S7-200

Tipo de acceso		CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Bit (byte.bit)	I	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7
	Q	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7	0.0 a 15.7
	V	0.0 a 2047.7	0.0 a 2047.7	0.0 a 8191.7	0.0 a 10239.7	0.0 a 10239.7
	M	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7
	SM	0.0 a 165.7	0.0 a 299.7	0.0 a 549.7	0.0 a 549.7	0.0 a 549.7
	S	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7	0.0 a 31.7
	T	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
	C	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
	L	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7	0.0 a 63.7
Byte	IB	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15
	QB	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15	0 a 15
	VB	0 a 2047	0 a 2047	0 a 8191	0 a 10239	0 a 10239
	MB	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31
	SMB	0 a 165	0 a 299	0 a 549	0 a 549	0 a 549
	SB	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31	0 y 31
	LB	0 a 63	0 a 63	0 a 63	0 a 63	0 a 63
	AC	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 255	0 a 255
	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)	KB (constante)
Palabra	IW	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14
	QW	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14	0 a 14
	VW	0 a 2046	0 a 2046	0 a 8190	0 a 10238	0 a 10238
	MW	0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30
	SMW	0 a 164	0 a 298	0 a 548	0 a 548	0 a 548
	SW	0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30	0 a 30
	T	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
	C	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255	0 a 255
	LW	0 a 62	0 a 62	0 a 62	0 a 62	0 a 62
	AC	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3
	AIW	0 a 30	0 a 30	0 a 62	0 a 62	0 a 62
	AQW	0 a 30	0 a 30	0 a 62	0 a 62	0 a 62
	KW (constante)	KW (constante)	KW (constante)	KW (constante)	KW (constante)	KW (constante)
Palabra doble	ID	0 a 12	0 a 12	0 a 12	0 a 12	0 a 12
	QD	0 a 12	0 a 12	0 a 12	0 a 12	0 a 12
	VD	0 a 2044	0 a 2044	0 a 8188	0 a 10236	0 a 10236
	MD	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28
	SMD	0 a 162	0 a 296	0 a 546	0 a 546	0 a 546
	SD	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28	0 a 28
	LD	0 a 60	0 a 60	0 a 60	0 a 60	0 a 60
	AC	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3	0 a 3
	HC	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5
	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)	KD (constante)