



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

ELECTRICIDAD Y PLOMERIA

Del 10 al 14 de Septiembre de 2007

APUNTES GENERALES

CI-048

Instructor: Ing. Joel Rodríguez Villela

SERVICIOS DE SALUD PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL

SEPTIEMBRE DE 2007

OBJETIVOS:

- I. Proporcionar a los participantes los conocimientos básicos necesarios sobre la plomería y electricidad.
- II. Conocer los equipos y protecciones que se emplean en instalaciones eléctricas e hidráulicas de control para su selección y mantenimiento.
- III. Desarrollar elementos que le permitan la práctica de control más comun empleadas en la industria.
- IV. Conocerá los elementos básicos del Mantenimiento en instalaciones eléctricas e hidráulicas.

Módulo I.

Instalaciones hidrosanitarias

- Conceptos básicos y terminología
- Seguridad

Materiales y herramental

- Materiales empleados en plomería
- Herramientas empleadas en plomería y su utilización
- Soldadura

Tubería y accesorios

- Tubos
 - Procedimiento de instalación de tuberías
 - Proceso para soldar tubos de cobre
 - Proceso para acoplar tubos de plástico
 - Proceso para acoplar tubos galvanizados
- Válvulas. Tipos y aplicaciones

Sistemas de agua

- Tipos
- Sistema de abastecimiento o suministro
- Sistema de drenaje y ventilación

Instalación de muebles hidrosanitarios

- Lavabos
- Sanitarios
- Trituradora de desperdicios
- Calentadores de agua eléctricos y de gas.

INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Conceptos básicos y terminología

La plomería consiste en mucho más que unir tubos para llevar o sacar agua de un lugar a otro. Un plomero entrenado debe ser capaz de adquirir habilidades para el desarrollo de trabajos relacionados con las siguientes actividades, aún cuando los niveles de conocimiento sean diferentes entre una persona y otra.

- Suministro y distribución de agua fría y caliente para beber, para higiene y limpieza, para drenaje, para calefacción, para control de incendios, etc.
- Conexión y control de los equipos asociados a la actividad anterior.
- Retiro de agua de casas y edificios a través de un sistema apropiado de drenaje, que incluya agua sucia del suelo, desperdicios de los aparatos electrodomésticos y tarjas, y agua de techos y áreas pavimentadas.
- Penetración de agua en techos.
- Suministro y conducción de combustibles y otros fluidos, incluyendo gas, aceite, combustóleo, oxígeno, nitrógeno, aire, etc., así como la previsión de la ventilación necesaria en casos de combustión.
- Retiro de los productos de la combustión de todos los electrodomésticos.
- diseño y estimación de costos e cualquiera de las instalaciones mencionadas, procurando un uso eficiente de los recursos.

OBJETO. Las instalaciones hidrosanitarias tienen por objeto **suministrar, distribuir y controlar el agua potable**, fría y caliente, de las edificaciones, así como **retirar las aguas pluviales y de desecho**.

PRESIÓN DEL AGUA. En plomería se debe considerar también el aspecto relacionado con la presión del agua. Cuando ésta se encuentre almacenada a mayor altura, mayor será la presión ejercida por la columna de agua. Igualmente, la presión está relacionada con el área. Véase la figura III-1.

Existen dos formas básicas para incrementar la presión de un líquido en cualquier sistema de plomería:

- Por medio de una bomba conectada al sistema de tuberías, y
- por medio de la altura del agua misma.

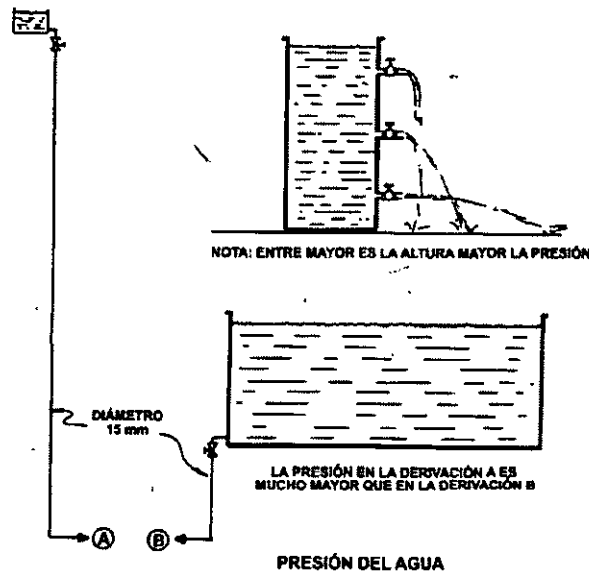


Figura III-1. Presión del agua.

CALOR. La cantidad de calor contenida en un objeto, y su temperatura, son cosas totalmente distintas.

Por ejemplo, el calor necesario para llevar 500 litros de agua a una temperatura de 65°C, es mayor que el que se requiere para llevar 5 litros de agua a 65°C. La temperatura es la misma, pero los 500 litros de agua contienen mucho más calor e igualmente liberan mucho más calor durante el enfriamiento.

El calor se puede transferir por varias formas:

- *Por conducción:* el calor pasa a través o a lo largo de un sólido, es decir, por contacto.
- *Por convección:* al ser calentada en un recipiente, el agua caliente viaja hacia la parte superior, desplazando al agua fría hacia abajo, y así sucesivamente.
- *Por radiación:* el calor viaja desde una fuente calorífica y llega hasta otro cuerpo u objeto a través del aire.

Seguridad

Los aspectos de seguridad involucran a cada uno de los elementos que intervienen en los trabajos de plomería.

La ropa y equipo de protección debe estar orientada esencialmente a la protección de:

- Cabeza
- Ojos
- Pies y manos

- Piel

Para el trabajo se debe usar ropa considerada como segura (véase la figura III-2), atendiendo a las siguientes recomendaciones:

- Usar zapatos con suelas gruesas y apropiadas, o botas de hule en ambientes húmedos.
- Usar casco cuando se desarrolla trabajos por encima de la cabeza.
- Evitar el uso de relojes metálicos, cadenas, anillos, corbatas o cabello largo y suelto.



ROPA DE PROTECCIÓN

Figura III-2. Ropa y accesorios de protección para plomería.

En el sitio de trabajo, las herramientas de mano deben ser mantenidas siempre en condiciones seguras y ser utilizadas únicamente para los propósitos que fueron diseñadas.

Cuando se requiera de escaleras para trabajar, se debe verificar que estén en buenas condiciones y sean aseguradas adecuadamente, como se ilustra en la figura III-3. En algunas ocasiones será necesario usar plataformas, fijas o con ruedas, para realizar trabajos grandes a mayor altura.

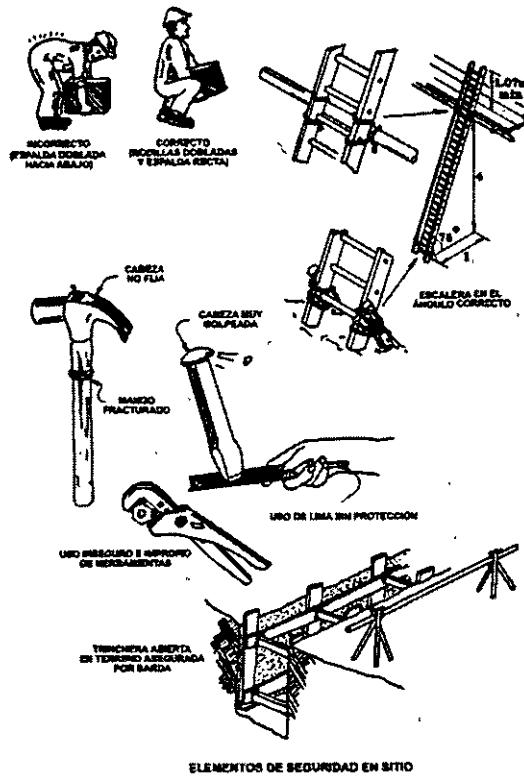
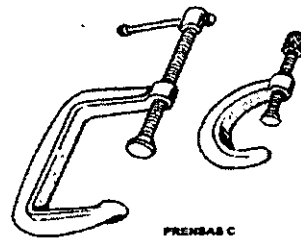
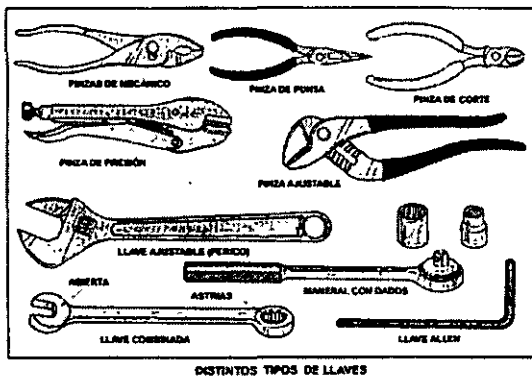
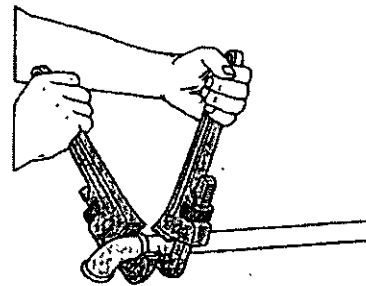
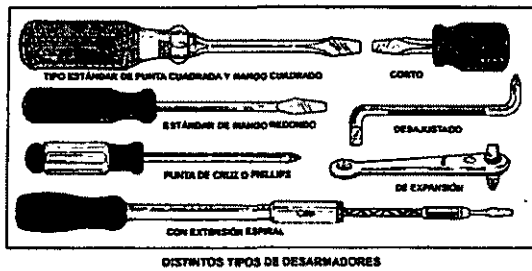


Figura III-3. Diversas medidas de seguridad

El equipo básico para trabajos de plomería y la forma adecuada de utilizarlo, se ilustra en las figuras III-4 y III-5.



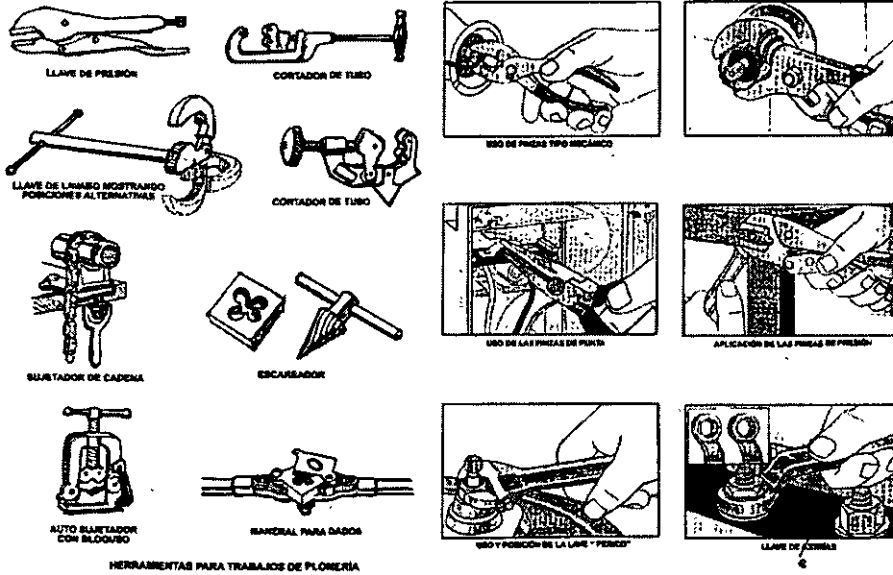


Figura III-4. Herramientas usadas en plomería

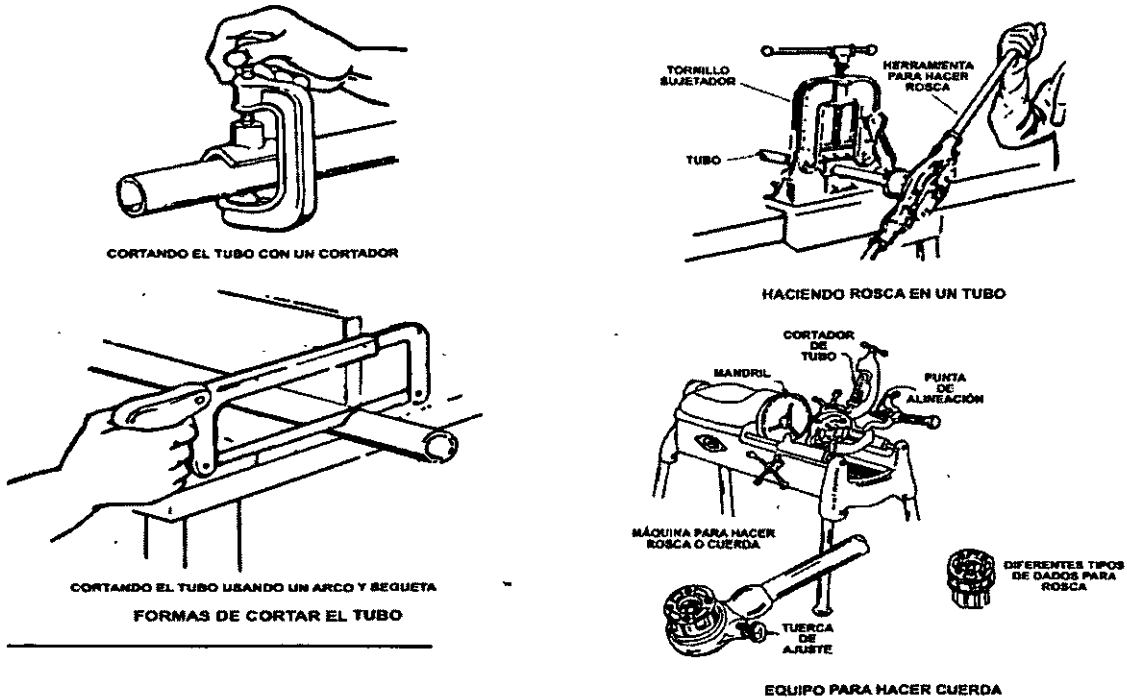


Figura III-5. Trabajos realizados en tubería.

Soldadura

La soldadura es el proceso a través del cual se efectúa la unión de partes metálicas mediante la acción del calor. Las partes a soldar se llevan a la temperatura de fusión y son unidas con o sin la aportación de material. Los principales métodos de soldadura por fusión son:

- Soldadura de arco eléctrico
- Soldadura con oxiacetileno
- Soldadura con soplete de gasolina o de gas

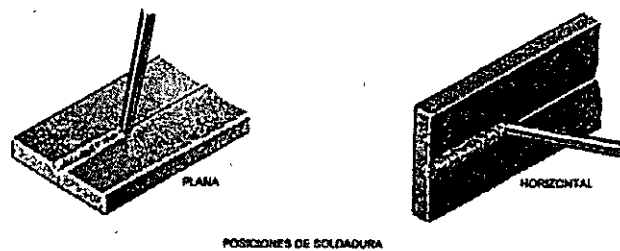
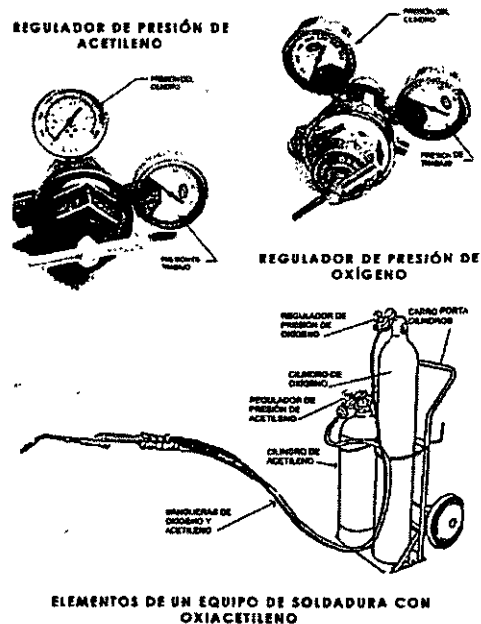
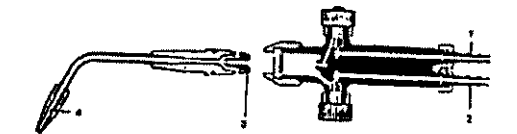
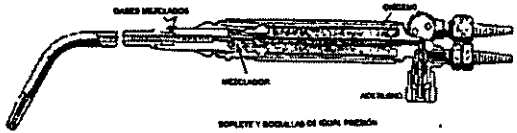
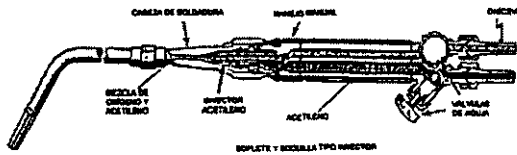
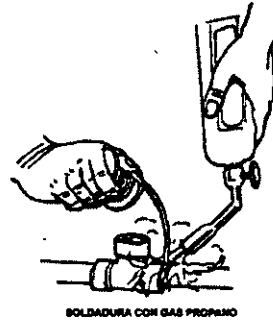
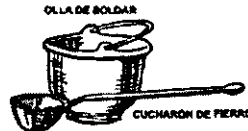
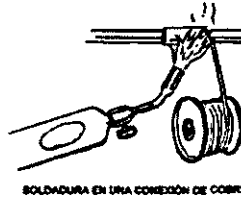


Figura III-6. Posiciones de soldadura.





- 1. Entrada de oxígeno.
- 2. Entrada de acetileno.
- 3. Eyector.
- 4. Punta calibrada.



ELEMENTOS PARA TRABAJOS DE PLOMERÍA

REGULADOR DE OXÍGENOS DE DOS ETAPAS

ENCENDEDOR PARA EL EQUIPO DE OXIACETILENO

| FLAMAS DE SOPLETE | RELACIÓN O/A | EFFECTO EN EL METAL |
|-------------------|--------------|---|
| | 1.04 - 1.14 | El metal se mantiene limpio y fluye con facilidad |
| | 1.15 - 1.70 | Excesiva formación de espuma y chisporroteo del metal |
| | 0.85 - 0.95 | El metal hierve y no está limpio |

TIPOS DE FLAMA

Figura III-7. Accesorios y características de la soldadura con oxiacetileno.

TUBERÍA Y ACCESORIOS

Tubos

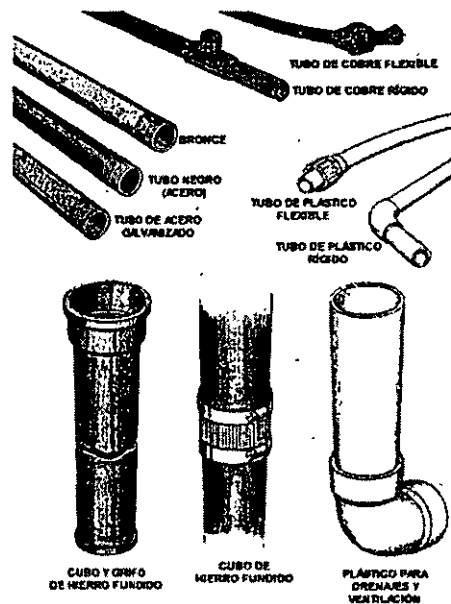


Figura III-8. Tipos de tubería.

Los tres sistemas de plomería de una edificación, que son: el sistema de suministro de agua potable, el sistema de drenaje sanitario y ventilación y el sistema de drenaje de aguas pluviales, se construyen usando tuberías, herrajes, válvulas y accesorios.

Los tubos, conectores y herrajes que se utiliza en plomería pueden ser de cobre, de fierro fundido (FoFo), de acero y de plástico (figura III-8)

Los accesorios de drenaje tienen un diseño especial para evitar la acumulación de sólidos en todas las partes que llevan aguas de drenaje.

Procedimiento de instalación de tuberías

Los tubos usados en los sistemas de plomería pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Tubería, conectores y herrajes de fierro fundido
- Tubería, conectores y herrajes de fierro galvanizado
- Tubería y herrajes de cobre
- Tubería, conectores y accesorios de plástico

La tubería de fierro galvanizado se utiliza cuando la tubería y piezas especiales se encuentran expuestas a la intemperie y al paso de las personas y maquinaria o equipo que pudieran golpearla de manera accidental.

La tubería de cobre es empleada en instalaciones ocultas o internas, ya que resiste muy bien la corrosión y sus paredes son lisas, por lo que reducen las pérdidas de carga. Para

evitar que se dañe -por ser menos resistente al trabajo rudo-, es conveniente localizar la tubería en el interior de la construcción.

Proceso para soldar tubos de cobre

Una unión soldada es aquella que se une a una baja temperatura de soldado. Hay dos clasificaciones básicas de uniones soldadas: soldadura suave (o blanda) y soldadura dura. La soldadura suave se hace con propano (soplete de gas) o gasolina (soplete de gasolina), usando soldadura de estaño en el rango de 180 a 230°C.

En el caso de unión de tubos de cobre por soldadura, la soldadura se escurre en el herraje (por ejemplo, un cople) por acción capilar. En la figura III-9 se ilustra esta operación.

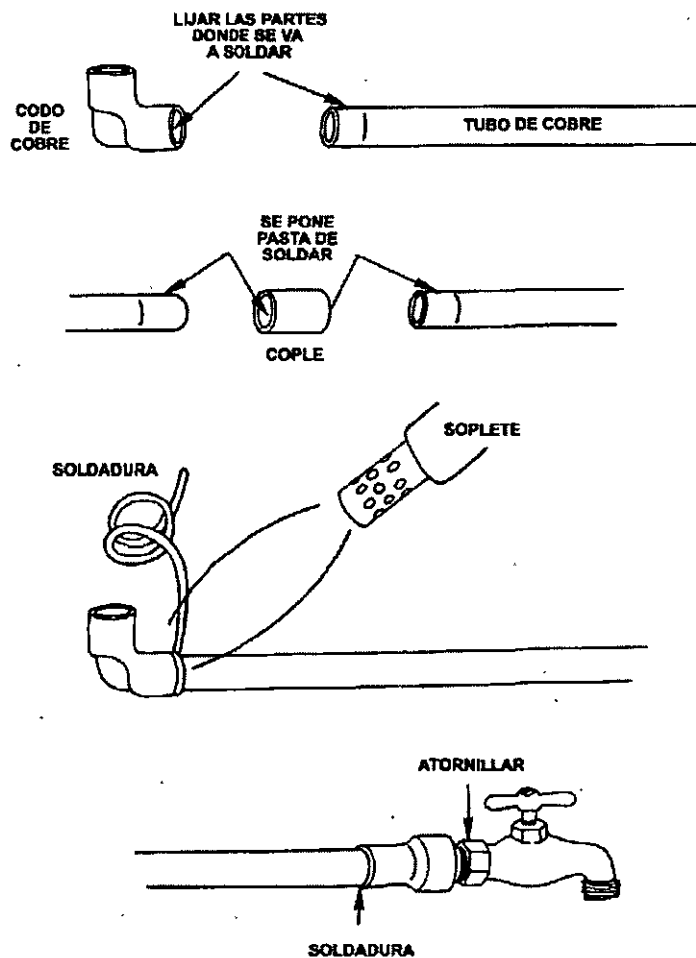


Figura III-9. Proceso para soldar tubos de cobre.

Proceso para acoplar tubos de plástico

Los tubos de plástico se pueden unir o acoplar con herrajes y accesorios, de diferentes maneras (véase la figura III-10)

POR CONEXIONES A PRESIÓN. Existen en el mercado muchos tipos de herrajes o uniones de presión, tanto para tubos de alta presión como para sistemas de drenaje. La principal diferencia entre ellos es que los usados en altas presiones incorporan un anillo de seguridad que evita que el tubo se salga cuando se jala. Las usadas para el drenaje tienen sólo un anillo de hule de sello para permitir la expansión y compresión.

POR UNIONES SOLDADAS A FUSIÓN. Es una unión en la cual se funde el plástico con los herrajes. La unión se logra usando una herramienta calentada en forma especial, que funde el tubo y el herraje. También se puede aplicar electricidad a un alambre localizado justo debajo de la superficie de plástico de los herrajes especiales; el alambre así se calienta y funde el plástico.

POR UNIONES SOLDADAS MEDIANTE SOLVENTES. Esta unión se hace con un cemento solvente especial. Éste no es un pegamento; cuando se aplica al plástico, se disuelve temporalmente. Suelda la unión entre 10 y 15 minutos, pero requiere de 12 a 24 horas para endurecer.

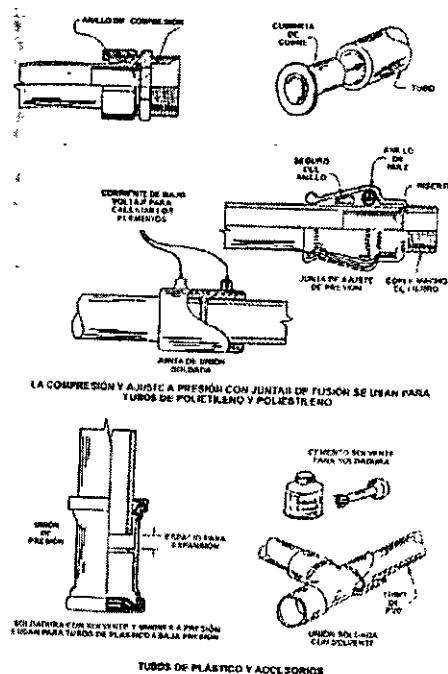
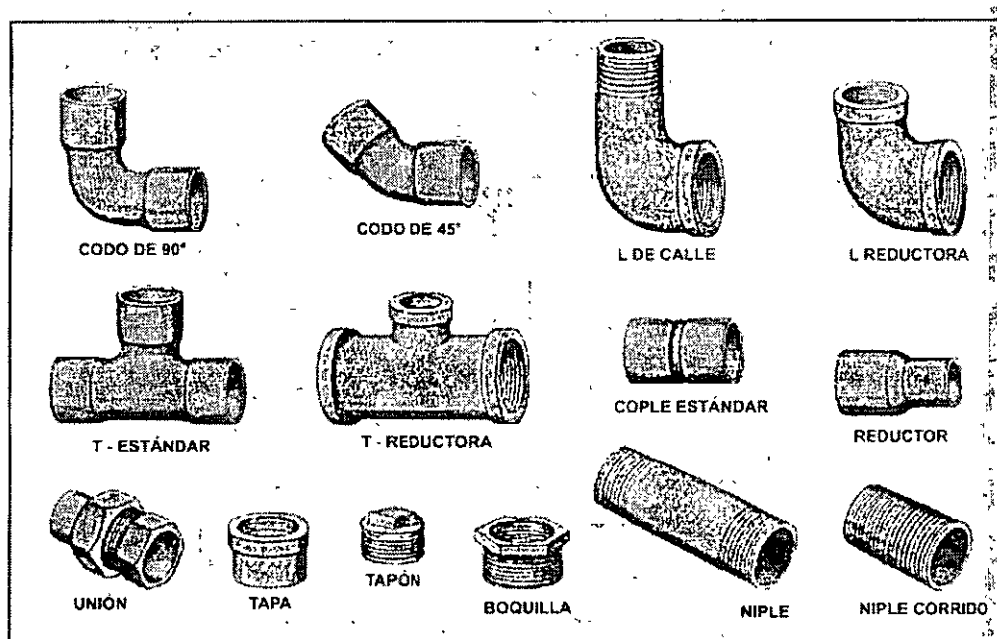


Figura III-10. Proceso para acoplar tubos de plástico.

Proceso para acoplar tubos galvanizados

El uso de fierro galvanizado en las instalaciones hidráulicas es, fundamentalmente, en tuberías exteriores. Las tuberías y conexiones de fierro galvanizado están fabricadas para trabajar a presiones máximas de 10.5 Kg/cm^2 (cédula 40) y 21.2 Kg/cm^2 (cédula 80)

Para el acoplamiento de tubos galvanizados, es decir, para unir tramos de tubería, hacer cambios de dirección con distintos ángulos y tener salidas para accesorios, se requiere de conectores y herrajes que permitan éstos trabajos. Algunos de estos elementos de acoplamiento son mostrados en la figura III-11.



ELEMENTOS PARA INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

Figura III-11. Elementos para acoplar tubos galvanizados.

Válvulas. Tipos y aplicaciones

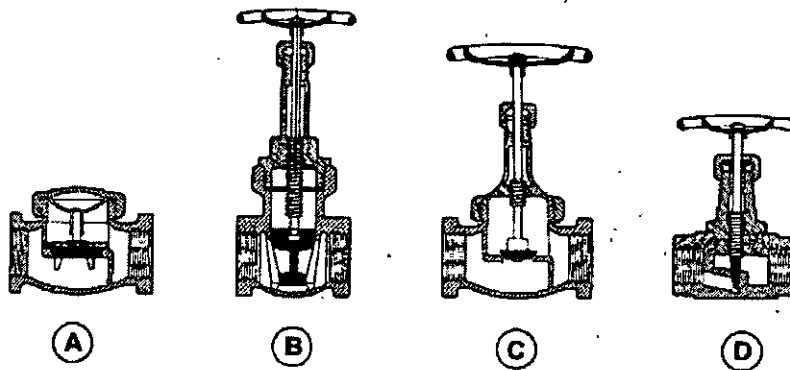
El propósito de una válvula (o llave para agua) es ajustar y regular la velocidad y el flujo a través de una tubería, ya sea en la línea o en algún punto de terminación. Es decir, el control de flujo de un fluido se puede hacer de una o más de las siguientes formas:

- Para permitir el paso del fluido,
- para no permitir el paso del fluido, y
- para controlar el flujo.

Para cumplir con estas funciones, existen distintos tipos de válvulas, algunas de las cuales son:

- *Válvula de compuerta*: en este tipo de válvula, el órgano de cierre corta el flujo transversalmente.

- *Válvula de globo*: el mecanismo de esta válvula consiste en un disco accionado por un tornillo, que se empuja hacia abajo sobre un asiento circular.



TIPOS DE VÁLVULAS DE CONTROL DE FLUJO

- A.- ORIFICIO PREAJUSTADO DE FÁBRICA
- B.- VÁLVULA TIPO COMPUERTA
- C.- VÁLVULA TIPO GLOBO
- D.- VÁLVULA TIPO AGUJA

Figura III-12. Tipos de válvulas.

- *Válvula "check" de sello y de retención*: se utiliza para dejar pasar el flujo en un solo sentido y se abre o cierra por sí sola en función de la dirección y la presión del fluido.
- *Válvula de esfera*: esta válvula tiene un asiento con un perfil esférico y en él se ajusta la bola y puede funcionar con la presión ejercida sobre ella por el fluido.
- *Electroválvulas*: pueden ser cerradas y abiertas a distancia mediante un interruptor que permite actuar a un electroimán acoplado a su vástago. Son llamadas también válvulas de solenoide.
- *Válvula de expulsión de aire*: como su nombre lo indica, son usadas para dejar salir el aire acumulado en una tubería.

Las válvulas pueden ser utilizadas en diferentes formas de localización dentro de una instalación hidráulica:

- Grifo o llave de la compañía suministradora de agua
- Grifo o llave de contención
- Válvula de paso, que se instala a cada lado del medidor de agua
- Válvula terminal, que se instala en el punto de uso.

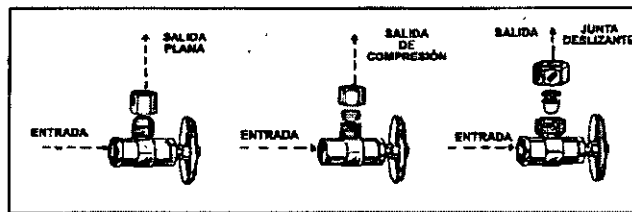
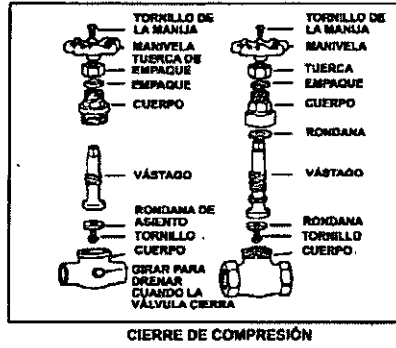
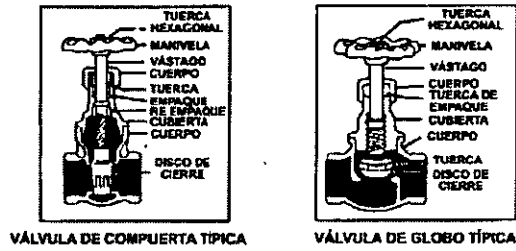
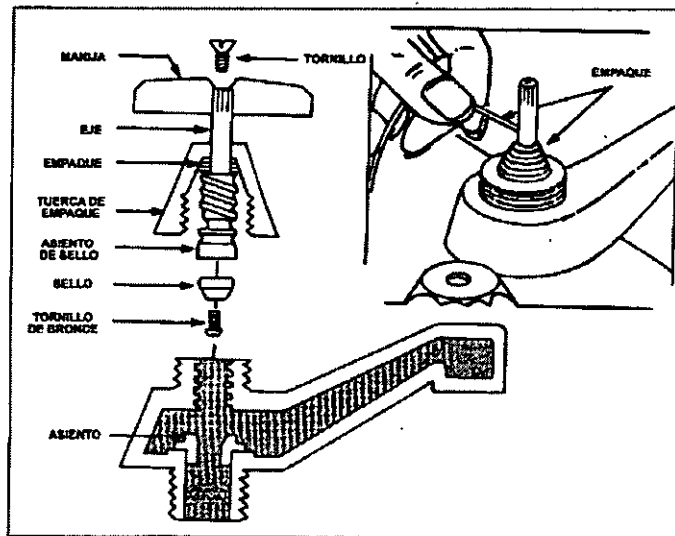


Figura III-12 (continuación). Tipos de válvulas.



PARTES DE UNA LLAVE TERMINAL TIPO GRIFO

Figura III-13. Llave tipo grifo.

SISTEMAS DE AGUA

Tipos

Hablando en términos generales, el agua se puede clasificar como **agua dura** o **agua suave**. Esta clasificación se hace con base en las partes de calcio que contiene por volumen (véase la figura III-14)

El agua suave es la que está libre de sales disueltas, tales como carbonatos de calcio y sulfatos. Esta agua tiene un ligero contenido de acidez.

El agua dura es la que ha caído o ha sido filtrada a través de carbonato de calcio (piedra caliza) o sulfatos. Disuelve al calcio, llevándolo en suspensión y puede ser permanente o temporalmente dura.

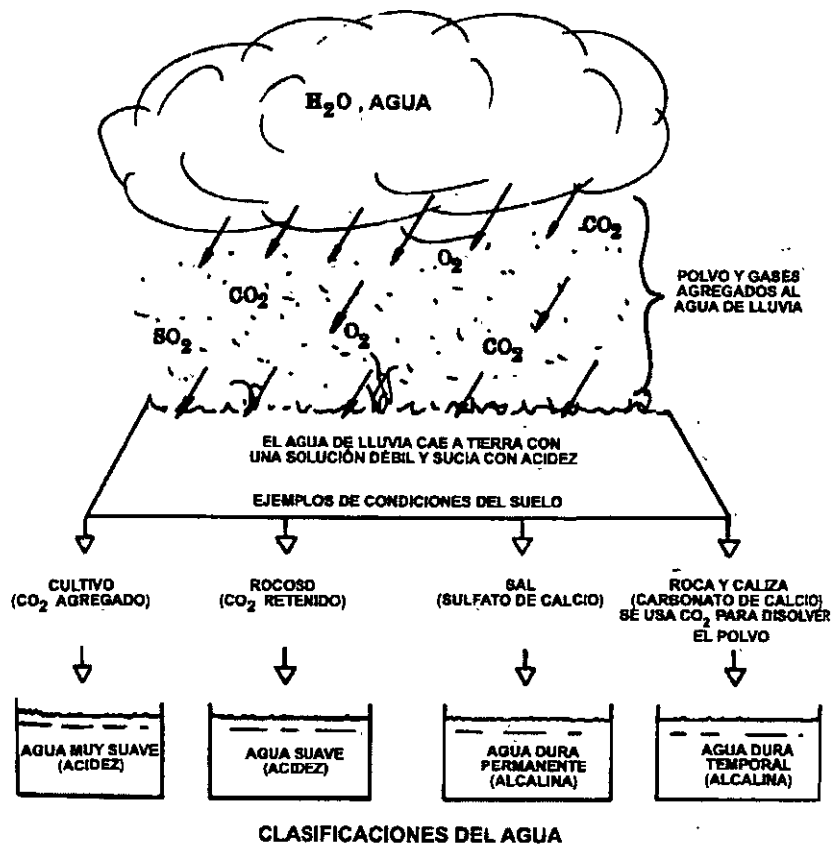


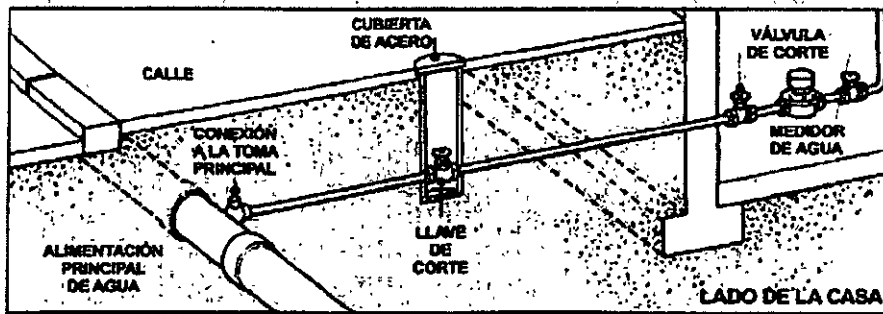
Figura III-14. Tipos de aguas.

Sistema de abastecimiento o suministro

SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA. El sistema de suministro y distribución de agua potable en una casa o edificación, consta de los siguientes elementos:

- Tubo de suministro principal de agua

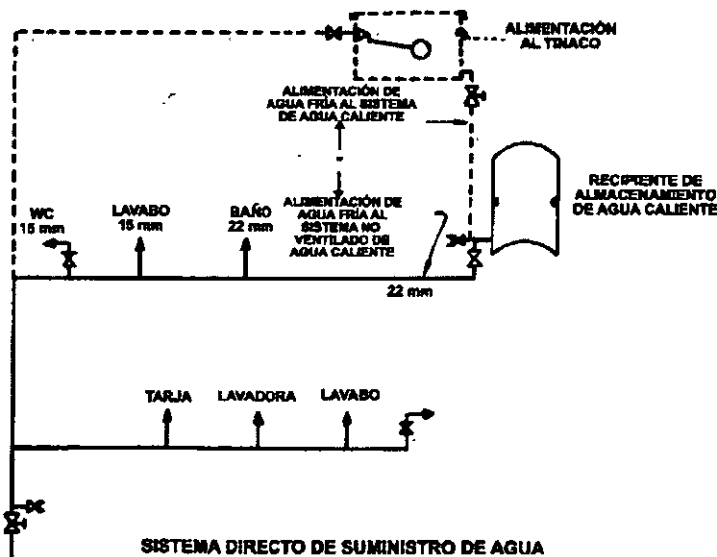
- Válvula de toma de la compañía de agua
- Tubo de servicio de agua
- Llave de paso
- Medidor de agua
- Tubo de distribución de agua
- Tubo principal
- Tubos elevadores
- Ramal o rama de accesorio
- Tubo de alimentación a un accesorio



SISTEMA TÍPICO DE ALIMENTACIÓN O SUMINISTRO DE AGUA

Figura III-15. Sistema de abastecimiento de agua.

Existen dos sistemas distintos de alimentación de agua fría: el *sistema directo*, que se ilustra en la figura III-16 (a), en el que toda el agua fría de una casa o edificación se alimenta directamente de la alimentación principal, y el *sistema indirecto*, mostrado en la figura III-16 (b), en el que sólo se tiene un punto de alimentación directa y las demás salidas de agua están alimentadas por medio de un tinaco de agua fría, normalmente instalado en el techo.



a)

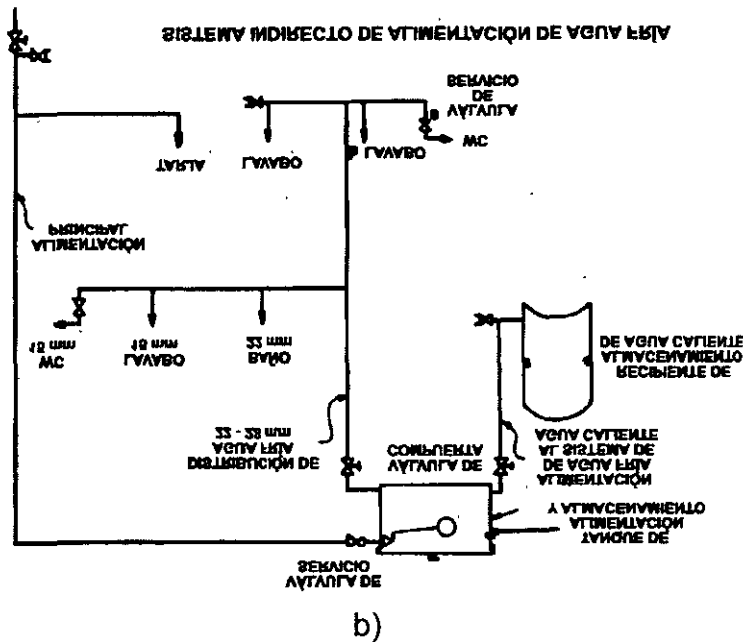


Figura III-15. Sistema de abastecimiento de agua. (a) Directo. (b) Indirecto.

SISTEMA DE AGUA CALIENTE. Hay de dos tipos:

- Sistema con apertura, en el que el tubo de alimentación al calentador corre por una trayectoria separada de cualquier otro tubo de distribución de agua fría, con el fin de prevenir que el flujo de agua caliente se reduzca cuando se abra la alimentación de agua fría.
- Sistema sin apertura o derivación, en el cual la alimentación al calentador se hace en forma directa desde el tubo de alimentación principal. En este caso debe considerarse que dicha alimentación principal sea de un diámetro lo suficientemente grande como para proporcionar un buen índice de flujo.

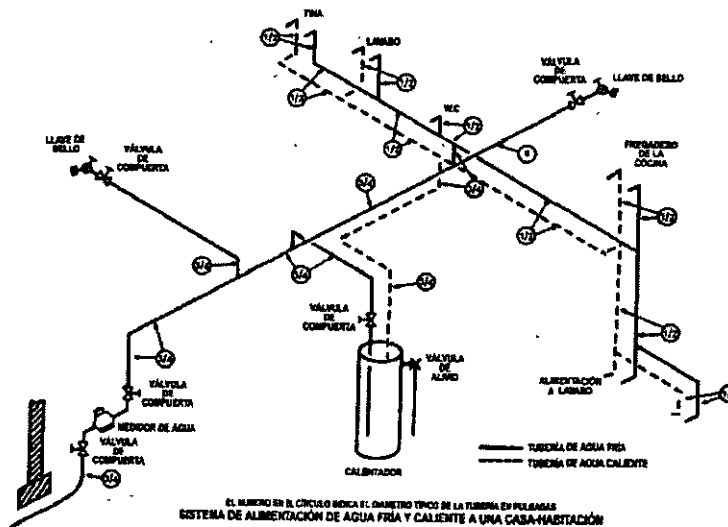


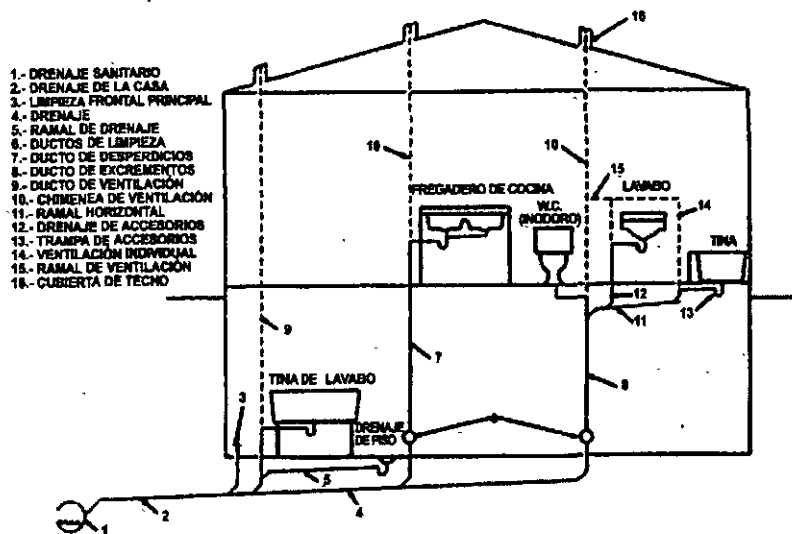
Figura III-16. Sistema de abastecimiento de agua fría y caliente.

Sistema de drenaje y ventilación

Los sistemas de drenaje sanitario y de ventilación son instalados para retirar las aguas de desperdicio y las aguas jabonosas de los accesorios de la instalación de plomería y de los aparatos, y también para proporcionar un medio de circulación de aire dentro de las tuberías de drenaje.

En un sistema de drenaje es aplicable la siguiente terminología:

- *Tubeo de drenaje sanitario:* son los tubos instalados para retirar las aguas de desperdicio de los accesorios de plomería y conducirlos a la red de alcantarillado.
- *Tubeo o chimenea de ventilación:* sirve para ventilar el sistema de drenaje y para prevenir la presión inversa o el efecto de contra sifón.
- *Albañal:* es el conducto o canal que da salida a las aguas sucias.
- *Gas de alcantarillado:* mezcla de vapores, olores y gases encontrados en las aguas de alcantarillado.
- *Salida de limpieza:* es un herraje con tapa renovable o tapón que se coloca en la tubería del drenaje para permitir el acceso a los tubos con fines de limpieza y desazolve.



SISTEMAS DE DRENAJE SANITARIO Y DE VENTILACIÓN EN UNA CONSTRUCCIÓN

Figura III-17. Sistema de drenaje y ventilación.

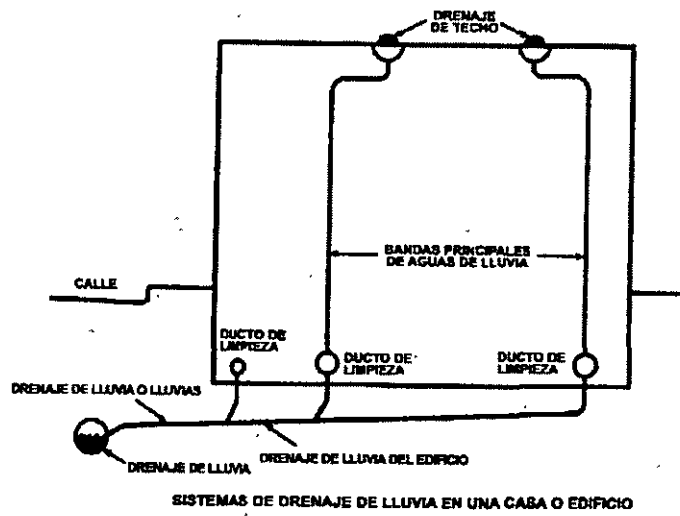
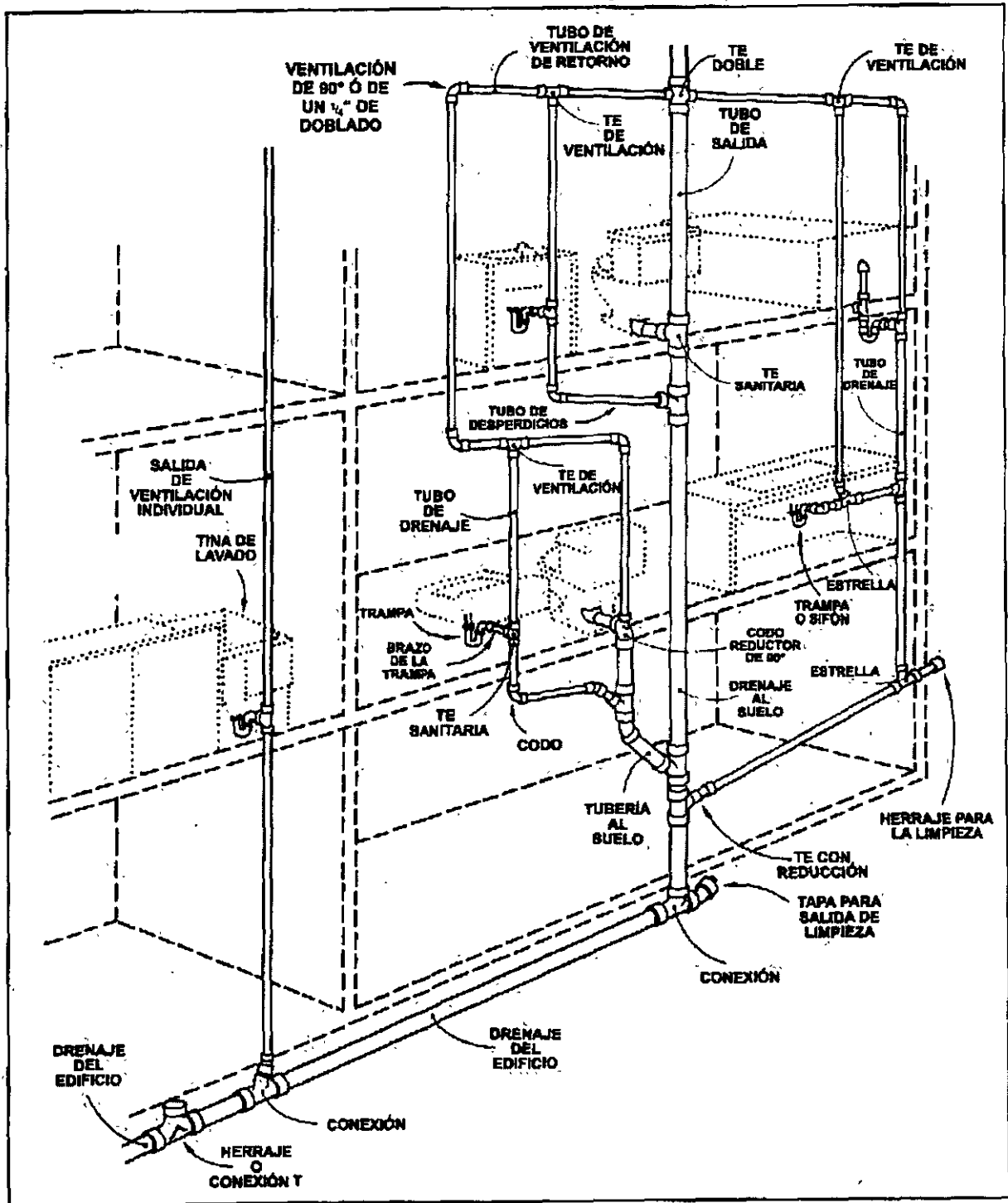


Figura III-18. Sistema de drenaje de aguas pluviales.



EL SISTEMA DE DRENAJE Y VENTILACIÓN

Figura III-18. Diagrama tridimensional de un sistema de drenaje y ventilación.

| DOTALCIÓN DE AGUA EN UN EDIFICIO | | |
|----------------------------------|-------|--------------------------------|
| Habitación en zonas rurales | 85 | litros/hab/día |
| Habitación tipo popular | 150 | litros/hab/día |
| Habitación interés social | 200 | litros/hab/día |
| Departamentos de lujo | 250 | litros/hab/día |
| Residencias con alberca | 500 | litros/hab/día |
| Edificios de oficinas | 70 | litros/hab/día |
| Hoteles | 500 | litros/hab/día |
| Cines | 2 | litros/espect/función |
| Fábricas | 60 | litros/obrero/día |
| Baños públicos | 500 | litros/bañista/día |
| Escuelas | 100 | litros/alumno/día |
| Clubes | 500 | litros/bañista/día |
| Restaurantes | 15-30 | litros/comensal |
| Lavanderías | 40 | litros/kg. ropa seca |
| Hospitales | 500 | litros/cama/día |
| Riego de jardines | 5 | litros/m ² . césped |
| Riego de patios | 2 | litros/m ² patio |

Dotación es la cantidad de agua que en promedio consume por día una persona.

Tabla III-1. Consumos de agua típicos.

INSTALACIÓN DE MUEBLES HIDROSANITARIOS

Lavabos

Este mueble de baño lleva suministro de agua fría y caliente. En cada tubería se deben colocar válvulas o llaves de corte (también llamadas de paso), con el fin de controlar el flujo de agua hacia el mueble, como se ilustra en la figura III-19.

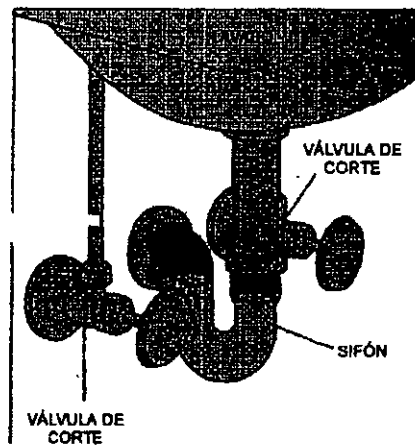
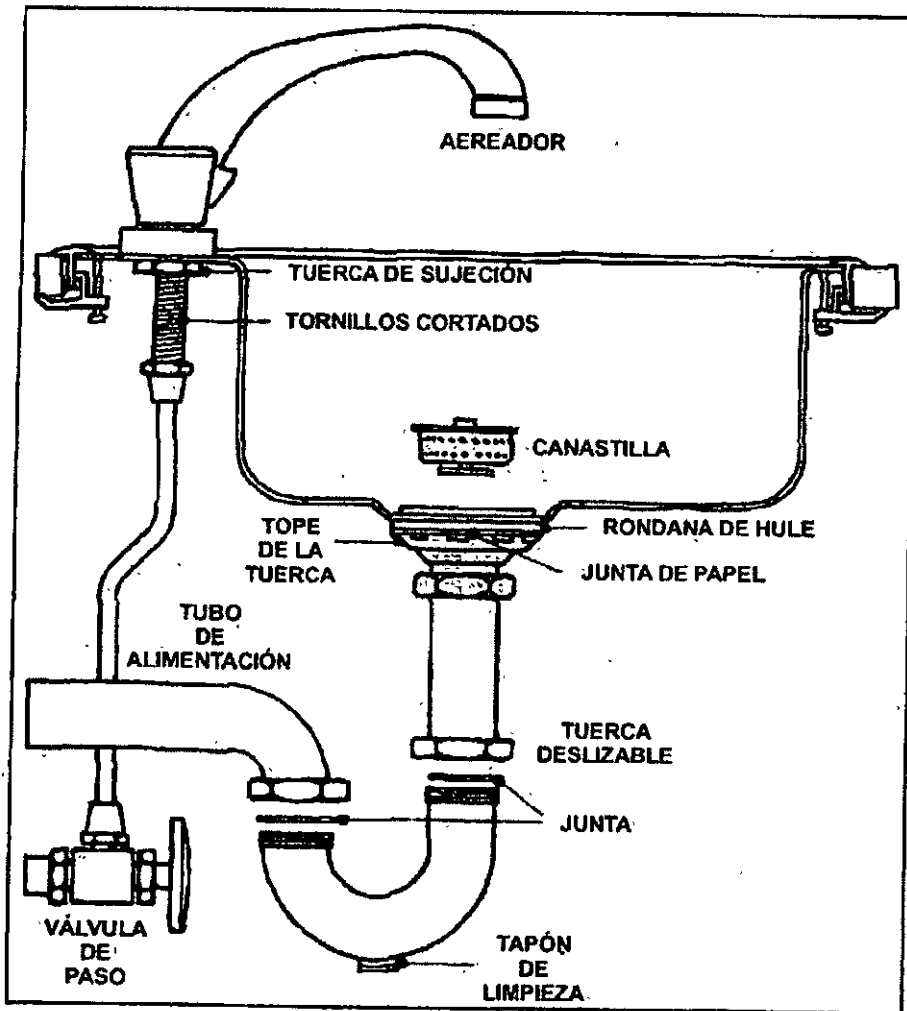


Figura III-19. Alimentación de agua para un lavabo.

Para fijar el lavabo a la pared deben ser colocados soportes y debe considerarse también la salida para drenaje en la misma pared (véase figura III-20).



DETALLE DE INSTALACIÓN DE UN LAVABO

Figura III-20. Instalación de lavabo.

Sanitarios

También llamados excusados o inodoros, existen de diversos tipos. Algunos cuentan con un depósito o tanque de agua para descarga total o parcial, y otros utilizan una llave tipo fluxómetro -en lugar del depósito- para descargar el flujo de agua. Estos últimos, requieren que exista mayor presión de agua en la tubería para operar adecuadamente.

En el primer tipo, el tubo suministro de agua pasa por una llave de corte que permite controlar la entrada de agua. En ambos tipos, es necesario considerar la salida para drenaje, la cual debe estar en el piso. La taza del excusado se monta sobre esta salida, sellándola apropiadamente, para evitar fugas de agua o de vapores. En las figuras III-21 y III-22 se muestra, respectivamente, los diagramas de montaje para inodoros de tanque y de fluxómetro.

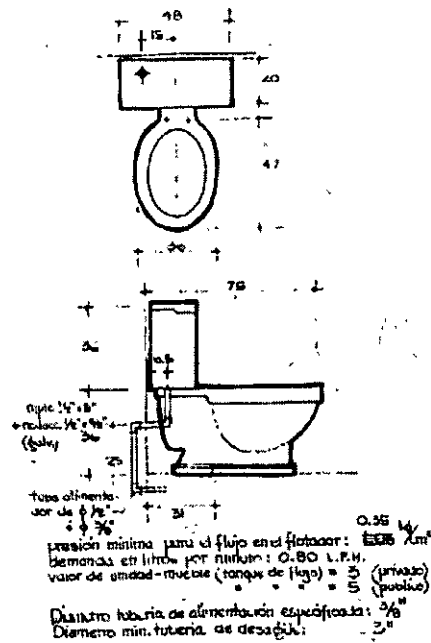
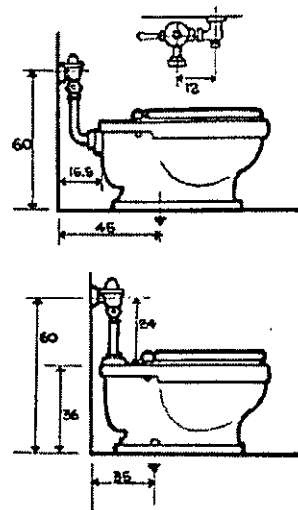


Figura III-21. Guía mecánica para montaje de inodoro de tanque.



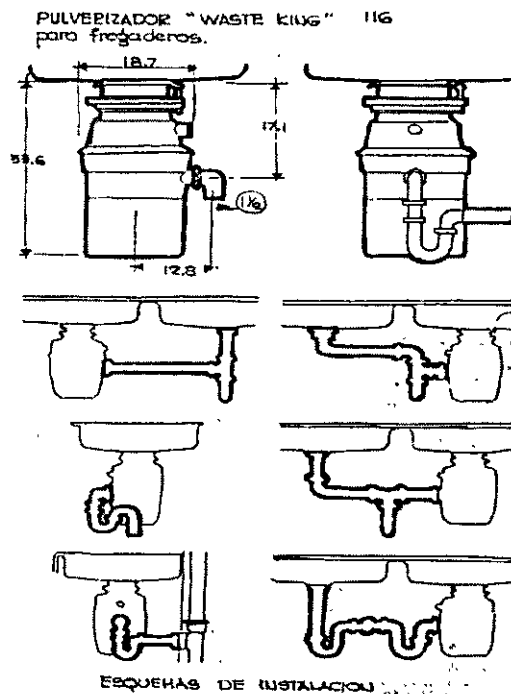
- * presión mínima: 0.70 kg/cm²
- * presión máxima: 7.00 "
- * demanda de agua: 1.60 lts/seg (prom.)
- * valor de unidad-mueble: 6 - privado
(para alimentación) 10 - público
- * diámetro tubería de alimentación: 3/2 mm
- * diámetro tubería de desagüe: 100 mm

Figura III-22. Guía mecánica para montaje de inodoro de fluxómetro.

Trituradora de desperdicios

Este aditamento va montado debajo de la tarja del fregadero, entre la salida de éste (donde va la contra-tarja) y el drenaje. Lleva una alimentación eléctrica para un motor que opera mediante la presión que se ejerce al introducir en él los desperdicios.

Se debe tener cuidado de introducir solamente desperdicios orgánicos y de observar todas las medidas de seguridad indicadas para vaciarlo. Nunca se debe desarmar o intentar vaciarlo sin interrumpir primero la alimentación eléctrica.



- Se instala en cualquier frejadera con abertura de $3\frac{1}{2}$ " y conecta a la tubería normal de $1\frac{1}{2}$ "
- Motor de $\frac{1}{4}$ H.P., de 1725 R.P.M., de 50 a 60 ciclos, 115 volts.
- El apagador se coloca en lugar accesible.

Calentadores de agua eléctricos y de gas.

Se puede usar varios medios y diseños para calentar el agua en un sistema centralizado de agua caliente. Los principales son:

CALENTADOR ELÉCTRICO DE AGUA. Es un sistema en el que se usa un calentador de inmersión instalado dentro del tanque o depósito de agua. El control de temperatura se lleva a cabo por medio de un termostato sensor, de manera que se ajusta a un valor de temperatura y se desconecta automáticamente cuando ha llegado al valor deseado.

Es esencial que el elemento calefactor se coloque en la parte inferior, cerca del fondo del tanque de almacenamiento. El calentador debe estar al menos a 5 cm con respecto de la base del recipiente, para prevenir que las corrientes de convección provoquen sedimentación.

Algunas veces se incluye dos calefactores; uno en la parte superior y otro en el fondo del depósito. La figura III-23 ilustra el principio de funcionamiento del calentador eléctrico.

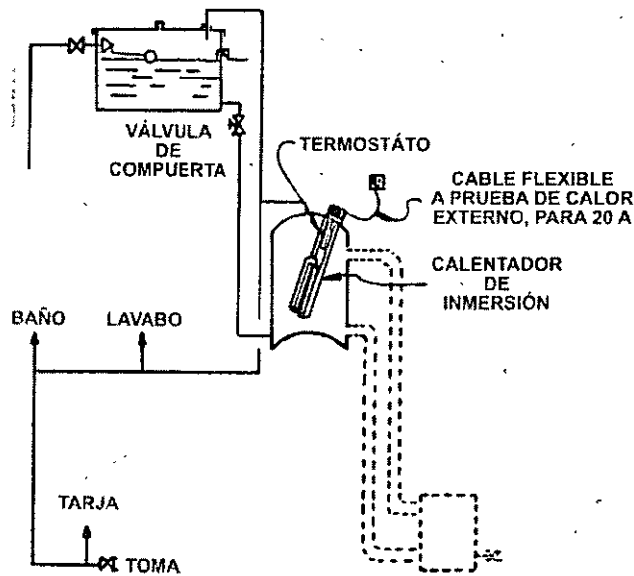


Figura III-23. Principio de funcionamiento del calentador eléctrico.

CALENTADORES DE GAS. Hay de dos tipos: con tanque de almacenamiento o depósito, y de paso o instantáneos. Los calentadores de el primer tipo de tienen quemadores de gas instalados debajo del depósito de almacenamiento de agua. El sistema incorpora una salida de humos abierta, que se debe descargar al ambiente externo. Los humos, en su recorrido, pasan a través del cilindro de almacenamiento.

En la figura III-24 se ilustra un calentador de gas con almacenamiento de agua. En ella se muestra los tubos de agua fría y caliente, así como el conducto para salida de humos.

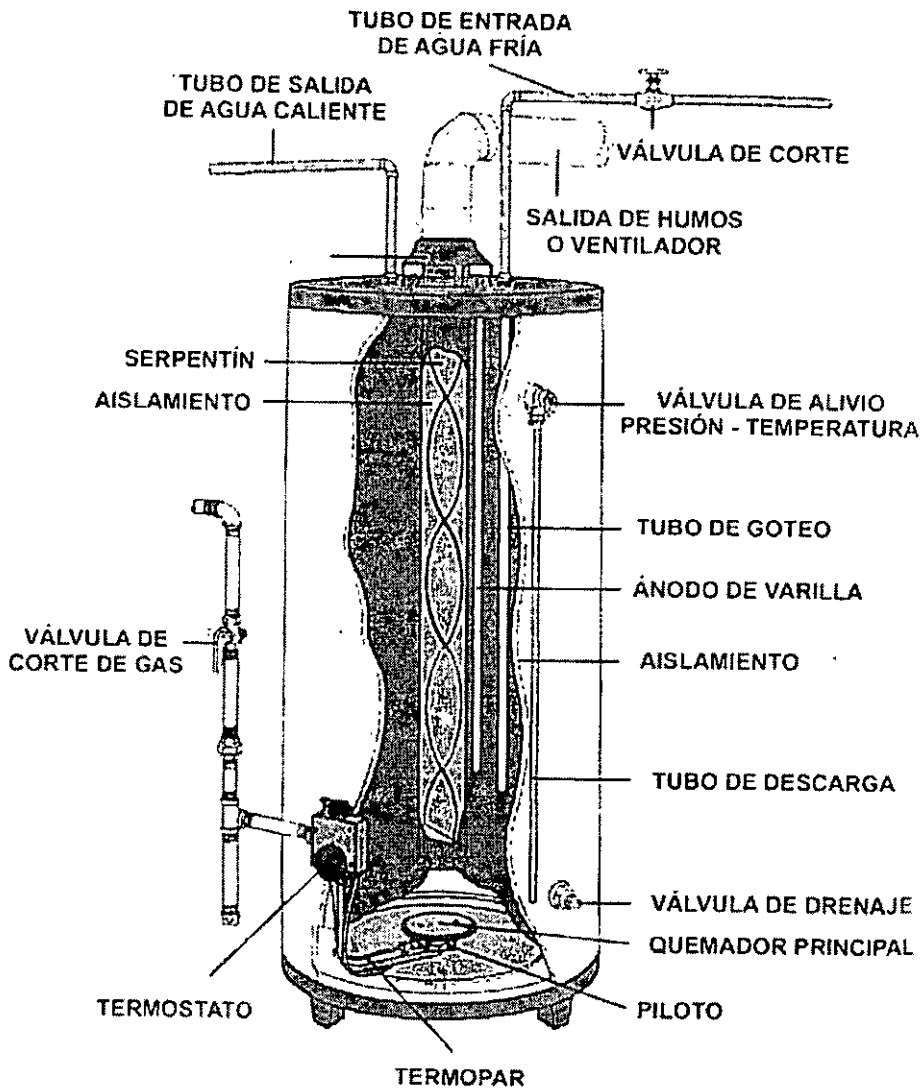


Figura III-24. Calentador de gas con depósito de almacenamiento.

También es posible calentar el agua haciéndola pasar a través de un intercambiador de calor. Existen varios sistemas para ello, como el multipunto y el de una combinación de calentador y tubos concéntricos formando chaquetas que llevan agua.

La principal desventaja de los calentadores de paso, es que sólo se puede tener un número limitado de puntos de salida alimentados a la vez, debido al flujo restringido de agua a través del cambiador de calor.

En la figura III-25 se muestra un ejemplo de calentador de paso y su diagrama de instalación.

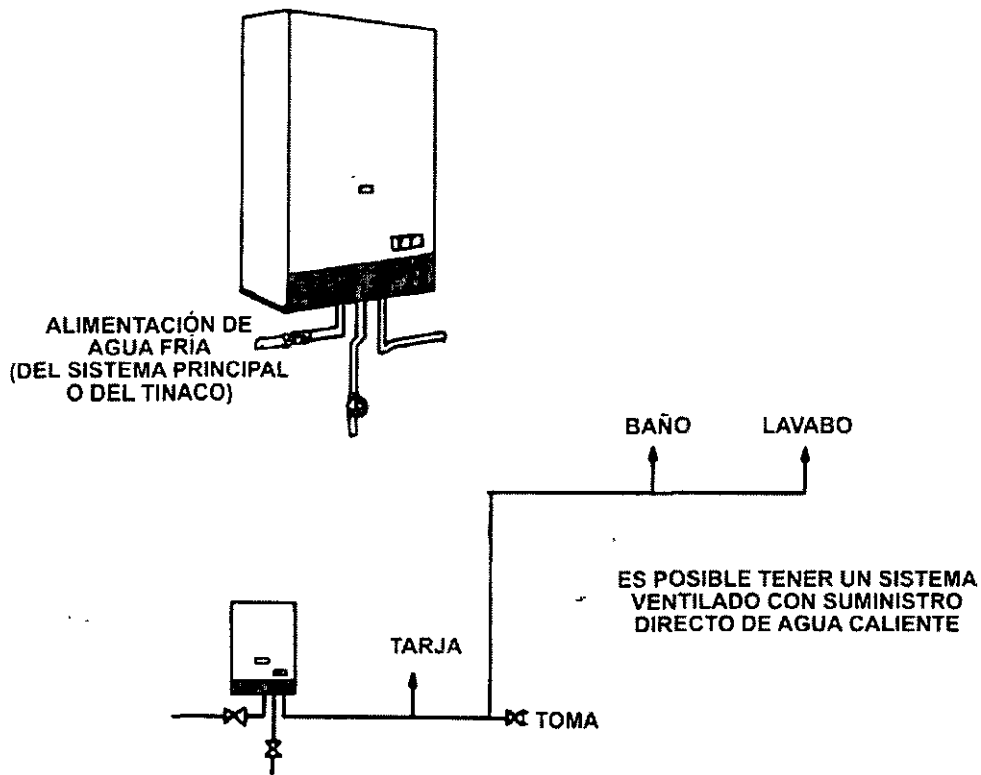


Figura III-25. Sistema de calentador de paso.

En ambos tipos de calentadores, es necesario instalar una llave de corte en la tubería de suministro de agua fría. En la tubería de salida de agua caliente, lo que se instala es una válvula de alivio, para permitir la salida del exceso de presión en caso necesario.

En los calentadores de paso, es necesario drenar el agua del depósito al menos dos veces al año, para eliminar los sedimentos. Al efectuar esta operación, se debe tener cuidado para no sufrir quemaduras con el agua caliente al vaciar el depósito.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Objetivo específico:

Efectuará la instalación y mantenimiento preventivo a instalaciones eléctricas, así como usar adecuadamente la herramienta y equipo utilizados para el mantenimiento e instalación.

Contenido temático:

- 1.0 Introducción
- 1.1 Temas selectos de electricidad
- 2.0 Simbología de Elementos Americana y Europea
- 3.0 Planos y Diagramas Americanos y Europeos
- 3.1 Lógica de relés para planos eléctricos

- 4.0 Interpretación de Planos y Diagramas Eléctricos
- 4.1 Lógica de cableado
- 5.0 Seguridad Industrial, Norma Oficial Mexicana
- 5.1 Prácticas de mantenimiento seguras
- 5.2 Trabajos en equipos energizados
- 5.3 Trabajos en equipos desenergizados
- 6.0 Dispositivos de Protección y Control
- 6.1 Definición de tablero de control
- 6.2 Control manual, semiautomático y automático
- 6.3 Características fundamentales de los dispositivos de control
- 6.4 Condiciones de reemplazo e instalación
- 6.5 Detección y corrección de fallas de tableros de control
- 6.6 Manejo de dispositivos de control
- 6.7 Alambrado de tableros de control

1.1 TEMAS SELECTOS DE ELECTRICIDAD:

1.0 INTRODUCCIÓN:

En relación a el control de equipos es importante definir los conceptos de voltaje, corriente y potencia eléctrica .

La potencia eléctrica esta es proporcional a el voltaje y la corriente de consumo, se calcula por la siguiente formula :

$P=V*I$ Donde:

Potencia= a voltaje por la corriente.

En función a estos parámetros se selecciona un conductor , una protección y un control.

El control y la protección es importante en el funcionamiento de un sistema mecánico por maquinas inductivas, ya que siempre va a estar presente un sistema de protección y diseño.

Selección en el control:

El motor, maquina y controlador se interrelacionan y necesitan ser considerados como un paquete cuando se elige un dispositivo específico para una aplicación en particular. En términos generales son cinco los factores básicos que intervienen en la selección de un controlador:

Servicio electrico:

Establézcase si la carga se alimentara por corriente continua o corriente alterna, el numero de fases y frecuencia.

Motor:

El motor deberá ser apropiado para el servicio eléctrico y el tamaño adecuado para la carga de la máquina (designación de la potencia).

Controlador:

El trabajo fundamental de un controlador es el de arrancar y parar el circuito, así como dar protección a cargas, maquinaria y operador.

El controlador podría ser aprovechado para proporcionar funciones suplementarias que podrían incluir movimientos reversibles, de pulsaciones, de inversiones rápidas, velocidad variable, etc.

Alcance:

En virtud de que el 90% de los equipos utilizados son de C.A. desarrollan un sentido de funcionamiento práctico en la industria y en general en la mayor aplicación comercial

El funcionamiento de un circuito eléctrico es siempre el mismo ya sea éste simple o complejo. El voltaje, tensión o diferencia de potencial (V) que suministra la fuente de fuerza electromotriz (FEM) a un circuito se caracteriza por tener normalmente un valor fijo. En dependencia de la mayor o menor resistencia en ohm (Ω) que encuentre el flujo de corriente de electrones al recorrer el circuito, así será su intensidad en ampere (A). Una vez que la corriente de electrones logra vencer la resistencia (R) que ofrece a su paso el consumidor o carga conectada al circuito, retorna a la fuente de fuerza electromotriz por su polo positivo. El flujo de corriente eléctrica o de electrones se mantendrá circulando por el circuito hasta tanto no se accione el interruptor que permite detenerlo.

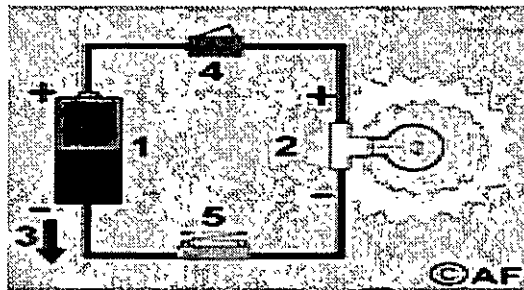
La tensión o voltaje de una fuente de fuerza electromotriz (FEM), depende de las características que tenga cada una de ellas en particular. Existen equipos o dispositivos cuyos circuitos se diseñan para trabajar con voltajes muy bajos; como los que emplean baterías, mientras otros se diseñan para que funcionen conectados en un enchufe de la red eléctrica industrial o doméstica.

Por tanto, podemos encontrar equipos o dispositivos electrodomésticos y herramientas de mano, que funcionan con baterías de 1,5; 3, 6, 9, 12, 18, 24 volt, etc. Un ejemplo lo tenemos en el taladro de la foto derecha que funciona con corriente eléctrica directa suministrada por batería, sin que tenga que estar conectado a una red de corriente eléctrica externa. Existen también otros dispositivos y equipos para vehículos automotores, que funcionan con baterías de 12 ó 24 volt. En la industria se utilizan otros equipos y dispositivos, cuyos circuitos eléctricos funcionan con 220, 380 ó 440 volt de corriente alterna (según el país de que se trate). En los hogares empleamos aparatos electrodomésticos que funcionan con 110-120 ó 220 volt de corriente alterna (también en dependencia del país de que se trate).

En un circuito eléctrico de corriente directa o continua, como el que proporciona una pila, batería, dinamo, generador, etc., el flujo de corriente de electrones circulará siempre del polo negativo de la fuente de fuerza electromotriz (FEM) al polo positivo de la propia fuente. En los circuitos de corriente alterna que proporcionan los generadores de las centrales eléctricas, por ejemplo, la polaridad y el flujo de la corriente cambia

constantemente de sentido tantas veces en un segundo como frecuencia posea. En América la frecuencia de la corriente alterna es de 60 ciclos o hertz (Hz) por segundo, mientras que en Europa es de 50 Hz. No obstante, tanto para la corriente directa como para la alterna, el sentido del flujo de la corriente de electrones será siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de FEM.

Para que un circuito eléctrico se considere completo, además de incluir la imprescindible tensión o voltaje que proporciona la fuente de FEM y tener conectada una carga o resistencia, generalmente se le incorpora también otros elementos adicionales como, por ejemplo, un interruptor que permita que al cerrarlo circule la corriente o al abrirlo deje de circular, así como un fusible que lo proteja de cortocircuitos.



1. Fuente de fuerza electromotriz (batería).
2. Carga o resistencia (lámpara).
3. Flujo de la corriente eléctrica.
4. Interruptor.
5. Fusible.







2.0 SIMBOLOGIA INTERNACIONAL AMERICANA Y EUROPEA:

En los circuitos de control industrial siempre existe la necesidad de representar una función eléctrica por un enunciado eléctrico, un diagrama lineal o de escalera, un diagrama esquemático y finalmente un diagrama lógico que se emplean muy comúnmente el control lógico programable, PLC, esta necesidad implica el uso de simbología que se normaliza para los planos eléctricos en norma americana y europea.


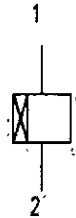
2.1 SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA. NORMAS ANSI Y DIN

COMPONENTES DE SALIDA


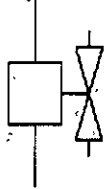
Relé

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|-------------------|---|---|
| Relé |  |  |
| Relé enclavado |  |  |
| Relé desenchavado |  |  |

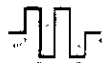

Temporización a la conexión

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |



Solenóide

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|--|--|
|  |  |



Elemento de calefacción

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|--|--|
|  |  |

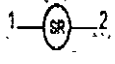
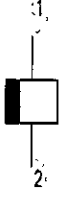
Indicador luminoso

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |



Motor monofásico

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |



Temporización a la desconexión

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |



Motor trifásico

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |







Relé térmico de sobrecarga

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |

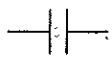

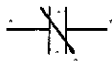

LED (Diodo electroluminiscente)

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |



Contactos de flanco ascendente/descendente

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---------------------------------|---|---|
| Flanco ascendente |  |  |
| Flanco descendente |  |  |
| Flanco ascendente y descendente |  |  |

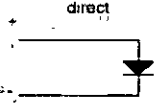
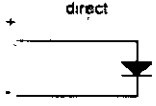
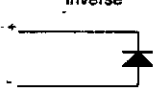

Contactos NA/NC

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|----|---|---|
| NA |  |  |
| NC |  |  |

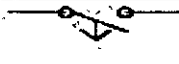









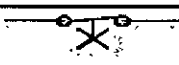

Resistencia

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|
|  |  |




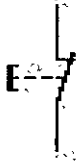
Diodo

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|--|--|
| direct  | direct  |
| inverse  | inverse  |

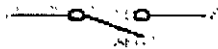

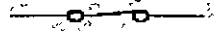

Contactos temporizados

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|---|---|
| Temporizado a la desconexión NA |  |  |
| Temporizado a la desconexión NC |  |  |
| Temporizado a la conexión NA |  |  |
| Temporizado a la conexión NC |  |  |
| Temporizado a la desconexión y a la conexión NA |  |  |
| Temporizado a la desconexión y a la conexión NC |  |  |

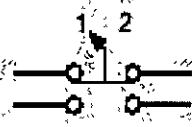
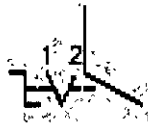
Pulsador NA/NC

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|------------|---|---|
| NA: |  |  |
| NC: |  |  |


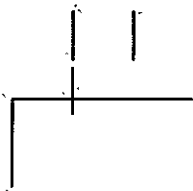
Interruptores NA/NC

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|-----------|---|---|
| NA |  |  |
| NC |  |  |

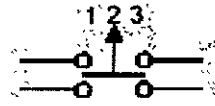
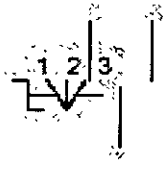
Interruptor 2 posiciones

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|--|
|  |  |

Interruptor Multiposicional

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|--|
|  |  |

Interruptores 3 posiciones

| Símbolo americano | Símbolo europeo |
|---|--|
|  |  |

Interruptores de posición mecánica NA/NC

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|-----------|--------------------------|------------------------|
| NA | | |
| NC | | |

Interruptores de nivel NA/NC

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|-----------|--------------------------|------------------------|
| NA | | |
| NC | | |

Interruptores de presión NA/NC

| | Símbolo americano | Símbolo europeo |
|-----------|--------------------------|------------------------|
| NA | | |
| NC | | |

3.0 LÓGICA DE CONTACTOS O RELÉS PARA PLANOS ELECTRICOS

Los circuitos lógicos para sistemas electricos pueden ser combinacionales o secuenciales. Un circuito combinacional consta de compuertas lógicas cuyas salidas en cualquier momento están determinadas en forma directa por la combinación presente de las entradas sin tomar en cuenta las entradas previas; éstos realizan una operación específica de procesamiento de información, especificada por completo en forma lógica por un conjunto de funciones booleanas.

La implementación de la lógica combinacional de contactos se realiza con relés, el cual es un componente electromagnético de interconexión entre circuitos de control y circuitos a controlar. Este consiste en una bobina arrollada sobre un soporte metálico de modo que, al circular por las espiras de la bobina una cierta corriente, provoca la atracción de una lámina sobre el soporte metálico que activa unos contactos eléctricos asociados. Muchísimas aplicaciones de control de procesos sencillos, se realizan mediante estos elementos: ascensores, electrodomésticos, accionamientos de todo tipo, etc.

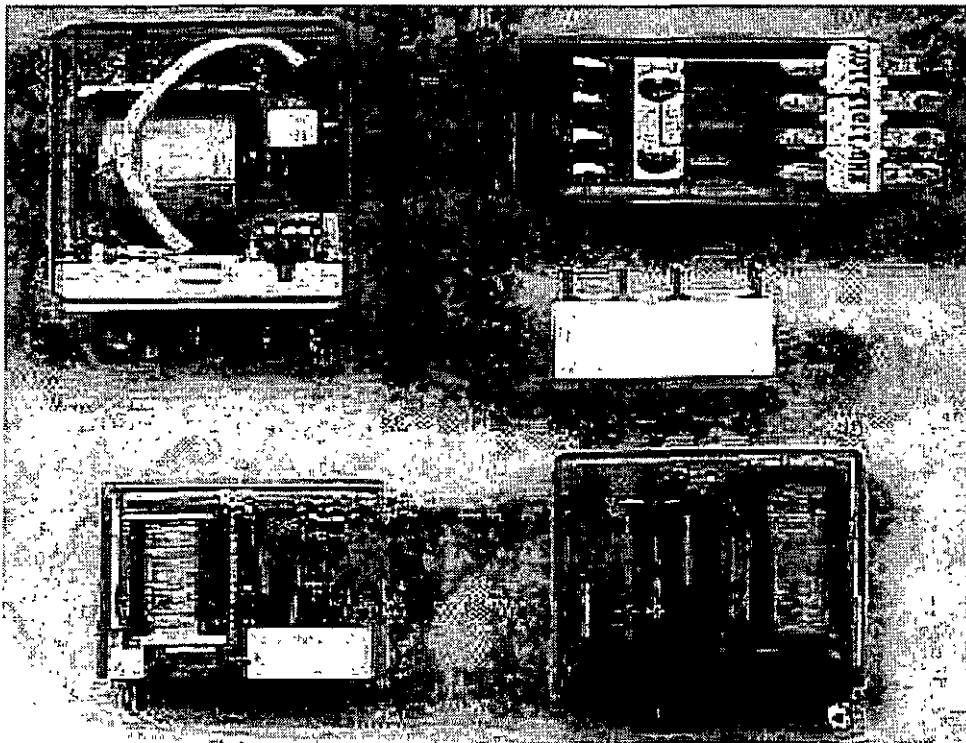
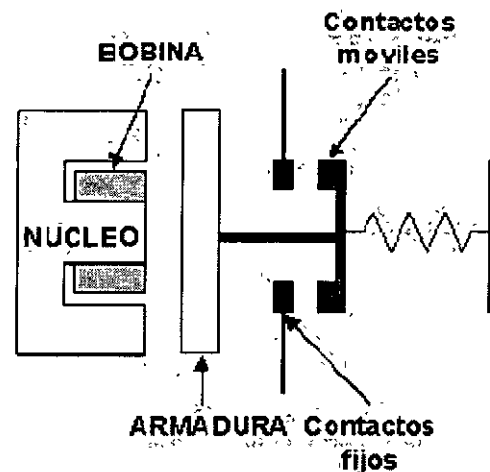


Fig. Relé electromagnético

Circuito electromagnético de un relé:

- Puede trabajar en continua ó en alterna.
- Estructura:
 - Núcleo: Chapa magnética Aislada.
 - Armadura: Chapa magnética Aislada
 - Bobina: en alterna se coloca una espira de sombra para evitar la vibración por los pasos por 0 de la corriente Alterna.
- Los contactos pueden estar normalmente abiertos o normalmente cerrados, llamándose normal al estado sin corriente en la bobina.

**CONTACTOS TEMPORIZADOS**

El contacto temporizado funciona de la misma manera que un contacto instantáneo, salvo que el cambio de su estado se realiza luego de un lapso de temporización que se puede ajustar. Un contacto temporizado está siempre asociado con un relé.

Los contactos temporizados se dividen en dos grupos, los contactos temporizados a la desconexión, los contactos temporizados a la conexión; estos también son llamados contactos Off Delay y On Delay respectivamente. En cada grupo los contactos pueden ser de tipo normalmente abierto (NA) o de tipo normalmente cerrado (NC).

El lapso de temporización del contacto temporizado a la desconexión (NC) y del contacto temporizado a la conexión (NA) comienza a partir del momento en que el relé es alimentado en corriente. Una vez que el lapso de temporización ha terminado, el contacto temporizado a la desconexión (NC) se cierra y el contacto temporizado a la conexión (NA) se abre. Cuando el relé no es más alimentado, los contactos regresan instantáneamente a sus estados iniciales.

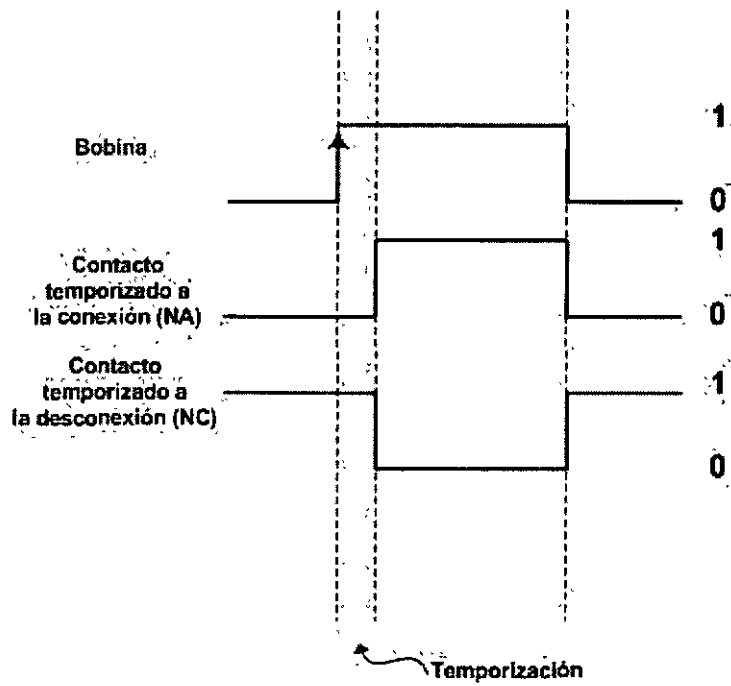


Fig. Temporización a la conexión

El contacto temporizado a la conexión (NC) y el contacto temporizado a la desconexión (NA) conmutan instantáneamente desde el instante en que el relé es alimentado. Por el contrario, cuando el relé cesa de ser alimentado, los contactos temporizados retoman sus estados iniciales sólo después del lapso de temporización.

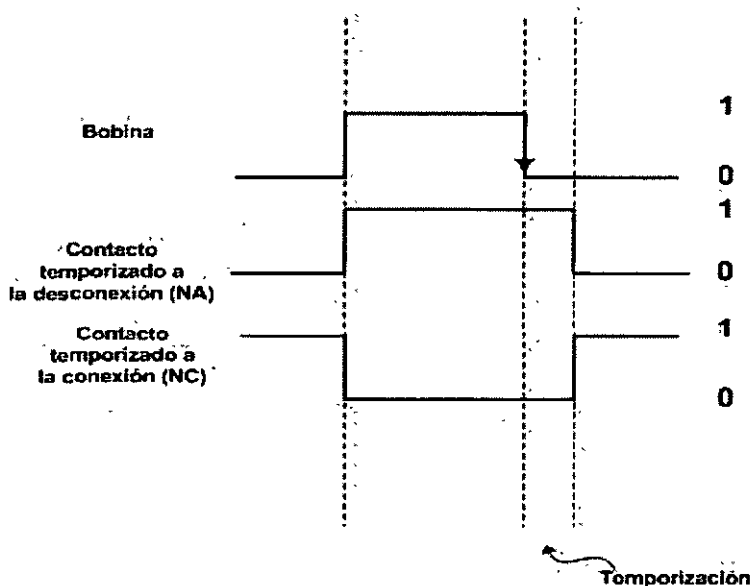

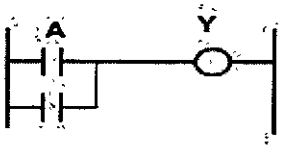

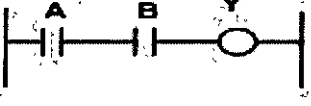

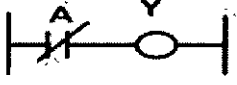

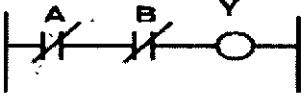

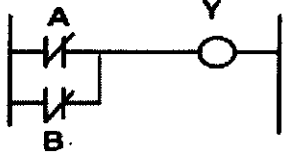

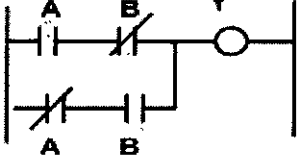


Fig. Temporización a la desconexión

FUNCIONES LOGICAS

| SIMBOLO LOGICO | TABLA DE LA VERDAD | ESQUEMA DE CONTACTOS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> | A | B | Y | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| A | B | Y | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| OR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> | A | B | Y | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |  |
| A | B | Y | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| AND | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> | A | B | 0 | 1 | 1 | 0 |  | | | | | | | | | |
| A | B | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOT | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> | A | B | Y | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |  |
| A | B | Y | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> | A | B | Y | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |
| A | B | Y | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| NAND | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> | A | B | Y | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |  |
| A | B | Y | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| XOR | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Aplicación del Álgebra Booleana a Problemas de Automatización

Como se verá a partir de los siguientes ejemplos resueltos, el álgebra booleana es una herramienta muy poderosa a la hora de plantear problemas de automatización.

Problema resuelto No. 1:

Para que descienda el vástago de un cilindro hidráulico de estampado a gran presión, es necesario que se cumplan las siguientes condiciones: a) la pieza a estampar debe estar en posición, b) un cilindro hidráulico auxiliar debe tener su vástago extraído, de modo que la pieza esté firmemente sujeta, c) como medida de seguridad, debe haber descendido una rejilla de protección del operario, d) no debe estar presionado el pulsador de PARADA DE EMERGENCIA, y e) el operador debe estar presionando dos pulsadores, cada uno con una mano diferente, a fin de minimizar el riesgo de que introduzca un miembro en el camino del cilindro de estampado. Determine la expresión booleana que relaciona las diferentes variables.

Solución:

Las condiciones del problema requieren que se detecten determinadas posiciones de los elementos del sistema. Para ello se van a emplear los siguientes sensores:

S1: su salida será 0 si la pieza a estampar no está en sitio y 1 si lo está. S2: su salida es 1 cuando el vástago del cilindro auxiliar está totalmente extraído y 0 en caso contrario. S3: salida en 1 cuando la rejilla está abajo y 0 cuando no.

En cuanto a los pulsadores, funcionarán de la siguiente manera: P1 y P2 (pulsadores que debe activar el operador): sus salidas serán 1 sólo cuando estén presionados. PE (pulsador de emergencia): 0 si no está presionado, 1 si lo está.

(Las definiciones de la operación de los pulsadores son absolutamente arbitrarias. El lector ha podido seleccionar otros valores booleanos para los mismos. En este último caso, lógicamente, su resultado no coincidirá con el presentado aquí).

Sea X la variable booleana asignada al movimiento de descenso del cilindro de presión, de tal forma que $X = 1$ implica una orden de descenso de su vástago y $X = 0$ significa la ausencia de esa orden (X puede ser, por ejemplo, la señal de salida del controlador hacia la electroválvula que comanda el movimiento del cilindro de estampado). Se tendrá entonces que:

$$X = S1 \text{ AND } S2 \text{ AND } S3 \text{ AND } (\text{NOT } (PE)) \text{ AND } P1 \text{ AND } P2$$

Este resultado es muy importante, ya que, a la hora de diseñar el automatismo correspondiente a esta prensa, el disponer de la expresión booleana facilitará enormemente la construcción del controlador.

Problema resuelto No.2:

Un bombillo amarillo de alarma debe encender cuando el nivel de un tanque sea igual o superior a cinco metros o cuando la presión del sistema supere las 200 PSI. Sin embargo, si las dos condiciones se presentan a la vez, no debe encender el bombillo amarillo, sino uno de color rojo. Se pide lo siguiente:

- a) Defina las variables booleanas, aclarando cuáles son independientes y cuáles dependientes.
- b) Encuentre las expresiones booleanas que relacionan las variables independientes con las dependientes.

Solución: a) Se definirán las siguientes variables booleanas: A (Alarma del bombillo amarillo): 1 si está encendido, 0 si está apagado. R (Alarma del bombillo rojo): Se define igual que A. N (Nivel del tanque): Será 1 cuando se superen los cinco metros y 0 cuando el nivel sea menor o igual a esta cota. P (Presión): Igual a 1 si se superan las 200 PSI; en cambio, si la presión es igual o menor que ese límite, $P = 0$.

Las variables independientes son aquéllas que toman sus valores booleanos sin verse influenciadas por cualquier otra variable del sistema. En cambio, las dependientes toman sus valores en base a los que tengan las independientes. En base a estos conceptos, son independientes N y P, mientras que A y R son dependientes.

b) A partir del enunciado se determina que:

$$A = N \text{ XOR } P,$$

$$R = N \text{ AND } P.$$

LÓGICA CABLEADA VS. LÓGICA PROGRAMADA

La tecnología neumática adquiere especial relevancia en la implementación cableada de automatismos, además cuenta con la ventaja de que es homogénea con numerosas máquinas de producción equipadas con cilindros neumáticos. Se debe resaltar que aunque sea una tecnología cableada, el mando neumático utiliza secuenciadores modulares que suprimen una parte del cableado. En la actualidad en muchas máquinas neumáticas industriales el sistema de control que sigue en activo esta integrado por circuitos neumáticos. Los nuevos productos desarrollados incorporan como sistema de mando, en el caso de algunas máquinas pequeñas, circuitos de relés electromagnéticos, pero la mayoría esta comandada por autómatas programables. Los relés electromagnéticos continúan siendo interesantes para automatismos muy sencillos. Aunque han sido prácticamente sustituidos por autómatas programables, se siguen utilizando alrededor de ellos en particular para realizar los circuitos de seguridad.

En las instalaciones de las fábricas de Automóviles se instalaban grandes armarios en paralelo con las líneas de producción. Dentro de estos armarios se construía mediante circuitos de relés electromagnéticos la inteligencia que controlaba el proceso de fabricación. Esta tecnología funcionaba y por supuesto se fabricaban coches pero también poseía una gran problemática.

La tecnología cableada no era muy adecuada para implementar sistemas de control complejos. Los elementos que la forman eran electromecánicos (en el caso de los relés), lo cual implica un número no ilimitado de maniobras (rompen) y la necesidad de implantar logísticas de mantenimiento preventivo.

Ofrecían una gran dificultad para la búsqueda de averías (un cable que no hace contacto sigue estando visualmente junto al tornilló). Para facilitar la localización de averías se instalaban contactores y relés que señalarán los fallos.

A veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

Cuando se cambiaba el proceso de producción cambiaba también el sistema de control. Los tiempos de parada ante cualquier avería eran apreciables. Si saltaba una parada de emergencia, se tenía que reiniciar manualmente el sistema, dado que se perdía el estado de la producción.

A finales de los años cincuenta los fabricantes de automóviles necesitaban nuevas y mejores herramientas de control de la producción. Los "nuevos controladores" debían ser fácilmente programables por ingenieros de planta o personal de mantenimiento. El tiempo de vida debía ser largo y los cambios en el programa tenían que realizarse de forma sencilla. Finalmente se imponía que trabajaran sin problemas en entornos industriales adversos. La solución fue el empleo de una técnica de programación familiar y reemplazar los relés mecánicos por relés de estado sólido.

Los autómatas programables se introducen por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. Bedford Associates propuso un sistema de control denominado Controlador Digital Modular (Modicon, Modular Digital Controller) al fabricante de automóviles General Motors.

Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

Lógica cableada Su denominación viene dada por el tipo de elementos que intervienen en su implementación. En el caso de la tecnología eléctrica, las uniones físicas se realizan mediante cables eléctricos, relés electromagnéticos, interruptores, pulsadores, etc. En lo que respecta a la tecnología electrónica, las puertas lógicas son los elementos fundamentales mediante los cuales se realizan los controladores, la lógica cableada frente a la lógica programada presenta los siguientes inconvenientes: imposibilidad de realización de funciones complejas de control, gran volumen y peso, escasa flexibilidad frente a modificaciones, reparaciones costosas.

Lógica Programada

Se trata de una tecnología desarrollada a partir de la aparición del microprocesador, y de los sistemas programables basados en éste, computador, controladores lógicos y autómatas programables, esta tecnología frente a la lógica cableada presenta: gran flexibilidad, posibilidad de cálculo científico e implementación de algoritmos complejos de control de procesos, arquitecturas de control distribuido, comunicaciones y gestión.

Tecnologías de Mando

CABLEADAS:

Automatismo: módulos conectados entre sí, totalmente dedicados a un proceso y poco flexibles.

- ✓ Relés electromagnéticos
contactos accionados por bobinas
- ✓ Módulos lógicos neumáticos
contactos accionados por aire
- ✓ Tarjetas electrónicas
circuitos impresos con T.R.T's

PROGRAMADAS:

Automatismo: ciertos módulos son programas, otros circuitos VLSI, adaptables a cualquier proceso y mucha flexibilidad.

- ✓ Tarjetas electrónicas estándares o específicas
- ✓ Micro y miniordenadores
- ✓ Automatas programables

LÓGICA SECUENCIAL: DISEÑO, PROGRAMACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE CIRCUITOS

Sistemas Combinacionales y Sistemas Secuenciales Un sistema de eventos discretos es del tipo combinacional cuando el valor actual de sus salidas depende exclusivamente del valor actual de sus entradas. Esto también puede expresarse de la siguiente manera: idénticas entradas siempre producirán idénticas salidas. Un sistema combinacional se caracteriza por el hecho de que su operación queda perfectamente descrita mediante una tabla de la verdad, la cual, al incorporar todas las posibles combinaciones de las entradas, determina todas las posibles respuestas del sistema. Todos los sistemas que hemos estudiado anteriormente son combinacionales.

Sin embargo, no todos los sistemas de eventos discretos son del tipo combinacionales. Existen los sistemas secuenciales en los cuales el valor actual de sus salidas es función, tanto del valor actual de las entradas, como de la historia pasada del sistema. Se trata de sistemas que incorporan algún tipo de memoria. Debido a esta diferencia fundamental con respecto a los sistemas combinacionales, el comportamiento de los sistemas secuenciales no resulta descrito mediante tablas de la verdad. Se requerirán otros mecanismos más complejos para lograr la descripción de la evolución de las salidas en la medida en que varían las entradas.

Vale la pena mencionar que la gran mayoría de los sistemas automatizados son del tipo secuencial, por lo que su estudio (tanto desde el punto de vista del análisis como de la síntesis) resulta de la mayor importancia.

Máquina de Estados Finitos:

Los sistemas secuenciales también reciben el nombre de máquinas de estados, a lo cual se le agrega el apelativo de "finitos", si el espacio de estado que recorren contiene solamente un número finito de estados, es decir, si la cantidad de estados diferentes que puede asumir el sistema es un número finito. Los sistemas industriales automatizados pertenecen a esta categoría, razón por la cual sólo se considerará este tipo de máquina.

También existen máquinas de estados sincrónicas y asincrónicas. En los sistemas sincrónicos, los cambios de las entradas sólo pueden influir sobre el estado del sistema o sus salidas en instantes especiales, controlados por una entrada periódica especial (clock o reloj). La mayoría de los circuitos de la Electrónica Digital moderna son de este tipo.

En cambio, en los sistemas asincrónicos no existe señal de reloj, por lo que los cambios de las entradas pueden influir sobre el estado del sistema o sus salidas en cualquier instante de tiempo.

Estructuras Básicas para la Máquina de Estados:

Existen dos versiones clásicas de la máquina de estados: la máquina de Mealy y la de Moore. En la siguiente figura puede verse la estructura básica de la máquina de Mealy. Ella revela lo siguiente:

- 1) El próximo estado de la máquina viene determinado por expresiones lógicas exclusivamente combinacionales del estado actual (realimentado) y el valor actual de las entradas.
- 2) Las salidas actuales vienen dadas por expresiones lógicas puramente combinacionales del estado actual y el valor actual de las entradas.

Máquina de Mealy

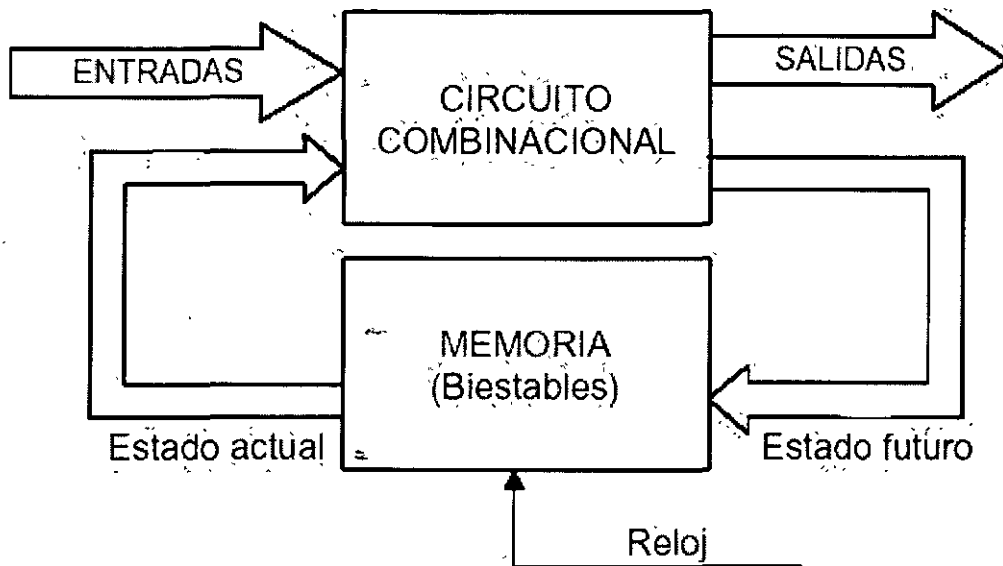


Fig. Máquina de Mealy

En la máquina de Moore se tiene que:

- 1) Al igual que en la máquina de Mealy, el próximo estado viene determinado por expresiones lógicas exclusivamente combinacionales del estado actual (realimentado) y el valor actual de las entradas.
- 2) A diferencia de la máquina de Mealy, en este caso los valores de las salidas actuales solamente vienen dadas por expresiones lógicas puramente combinacionales del estado actual.

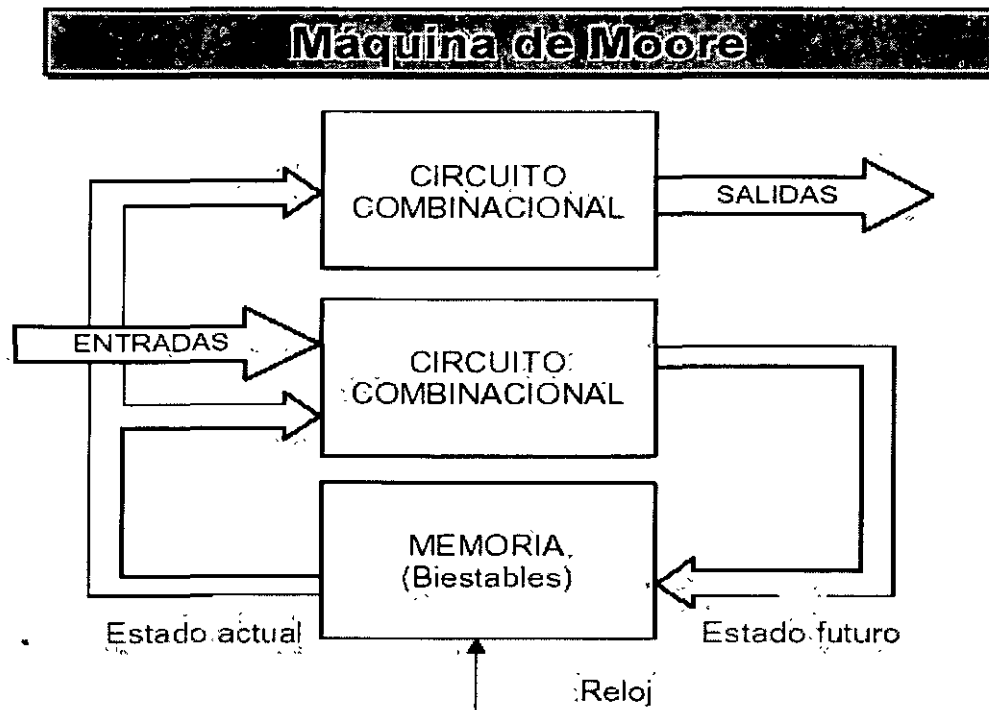


Fig. Máquina de Moore

Con respecto a ambas figuras, vale la pena decir que, para el diseño de automatismos industriales, tanto las lógicas combinacionales del próximo estado y de las salidas, como la memoria del estado actual se ejecutan mediante relés (llamados secundarios o auxiliares) y contactos de las entradas. Las entradas pueden provenir de cualquier dispositivo de los mencionados anteriormente, al igual que las salidas pueden tomar las formas descritas allí mismo.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de una máquina de Mealy realizada en base a lógica de contactos. Las ecuaciones lógicas que describen al sistema son:

$$Y1 = (x1 + y1) \cdot y2$$

$$Y2 = x2 + y2$$

$$z = (x2 + y2) \cdot x3$$

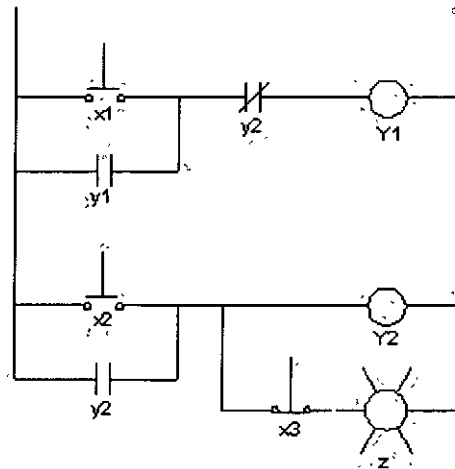


Fig. Ejemplo de máquina mealy realizada en base a contactos

Se observa en las ecuaciones que la excitación de los relés secundarios (Y1 e Y2) es función de las entradas y de la posición actual de sus contactos (y1 e y2, respectivamente). Esto constituye lo que hemos llamado realimentación. También se ve que la salida z es función de las entradas y de las posiciones actuales de los contactos de los relés secundarios, por lo que se trata de una máquina de Mealy.

Otro ejemplo de una máquina de estados finitos realizada en base a contactos aparece en la figura siguiente. Las ecuaciones lógicas asociadas a esta red son:

$$Y1 = (x1 + y1) \cdot x3$$

$$Y2 = x2 + y2 \cdot y1$$

$$z = y1$$

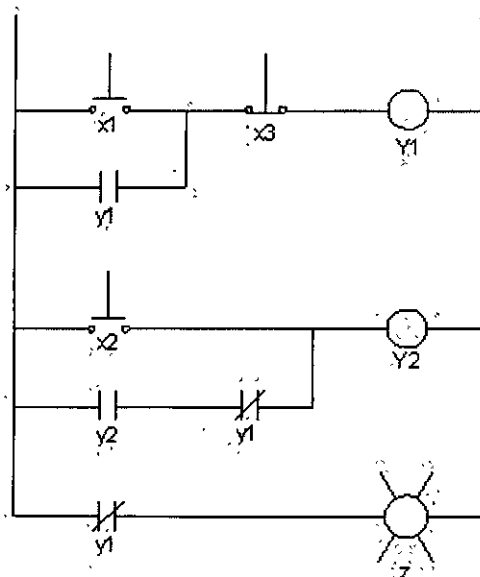
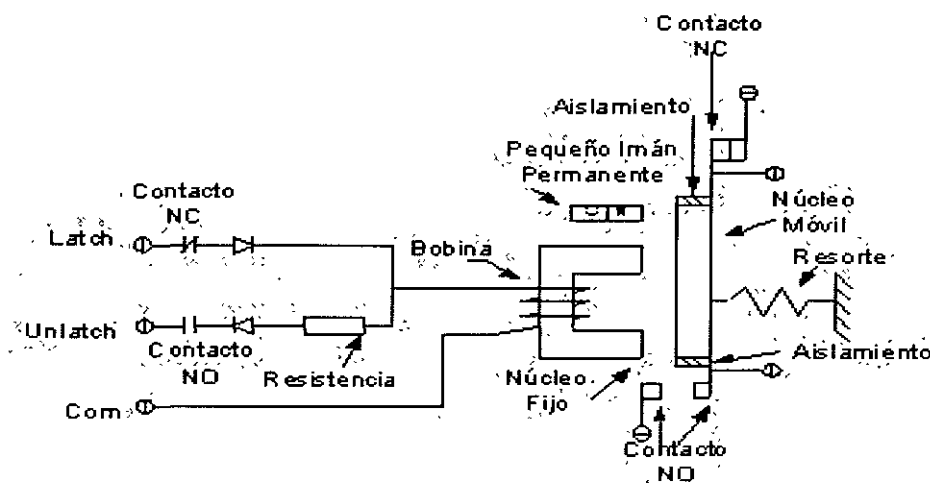


Fig. Ejemplo de máquina moore realizada en base a contactos

Nuevamente se observa que las excitaciones de los auxiliares (Y1 e Y2) son función de las posiciones de sus propios contactos (y1 e y2, respectivamente), por lo que de nuevo estamos en presencia de la realimentación. Sin embargo, a diferencia del ejemplo anterior, la salida z sólo es función de la posición actual de los contactos del auxiliar Y1, es decir, que ninguna de las entradas (x1, x2 y x3) interviene directamente en su ecuación. Por lo tanto, estamos en presencia de una máquina de Moore.

Relé biestable

Hay relés que tienen dos bobinados, de set y reset, memorizando el estado aun con ambos bobinados desenergizados, conocidos como relés tipo match, relé biestable o relés con memoria, los cuales son muy útiles cuando se desea que no se pierda el estado de las maniobras eléctricas al quitar la energía del equipo.

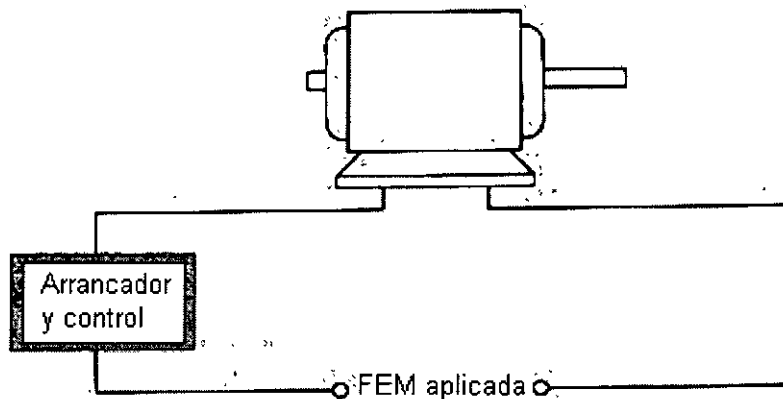


El relé biestable tiene dos posiciones de absoluta estabilidad, independientemente de que la bobina está excitada o no. Ésta constituye una gran diferencia con respecto al tipo de relé convencional, el cual sólo posee una condición de estabilidad absoluta (cuando la bobina no está energizada). Por esta razón, el relé de la figura anterior es conocido por el nombre de biestable, mientras que el otro modelo puede decirse que es monoestable.

A partir del funcionamiento de este dispositivo, se concluye que el mismo tiene propiedades de memoria, lo cual lo hace particularmente útil para el control secuencial. Es más, cualquier sistema lógico que incluya relés tipo Latch tendrá necesariamente características secuenciales. En otras palabras, estos relés no pueden utilizarse en sistemas puramente combinacionales, ya que poseen memoria inherente.

ARRANCADORES

Son necesarios los arrancadores para limitar la corriente de armadura que fluye cuando el motor se conecta. El arrancador se usa para llevar al motor a su velocidad normal y luego se retira del circuito. El aparato de control ajusta entonces la velocidad del motor según sea necesario



Relevadores, contactores, interruptores y controladores de motores

En esta sección se incluyen los siguientes dispositivos:

- Interruptores operados mecánicamente, interruptores de control operados magnéticamente, diversos interruptores operados manualmente, bancos de interruptores (incluyendo partes como luces piloto y llaves selectoras), relevadores de sobrecarga térmicos y magnéticos, y relevadores temporizadores.
- Controladores combinados de motores, los cuales proporcionan al circuito del motor las funciones de control, desconexión y protección contra sobrecargas, corto circuito y falla de tierra. Las funciones pueden ser provistas por componentes discretos individuales o estar combinadas en una unidad controladora única.
- Interruptores operados por nivel de flotación, presión, peso y vacío. Estos dispositivos han sido diseñados para control directo de motores; para uso en circuitos de control de motores magnéticos y similares, así como también para control de otros tipos de carga. Salvo que esté especialmente indicado, estos dispositivos son para uso con aire, agua y otros fluidos no peligrosos.
- Arrancadores de línea (across-the-line) y arrancadores de línea con interruptor para el circuito del motor; arrancadores a voltaje reducido como los de tipo autotransformador, arrancadores delta-estrella con base en reactancias y elementos resistivos; reguladores de velocidad y arrancadores y reguladores de velocidad combinados.
- Arrancadores magnéticos manuales y combinados; interruptores de proximidad; arrancadores semimagnéticos; arrancadores a voltaje reducido de estado sólido e interruptores contra sobrecarga térmica. Estos dispositivos son para el control directo de motores.

- Interruptores operados magnéticamente, interruptores operados manualmente, interruptores para medidores, interruptores fotoeléctricos e interruptores de estado sólido.

Automatización de Plantas y Maquinaria

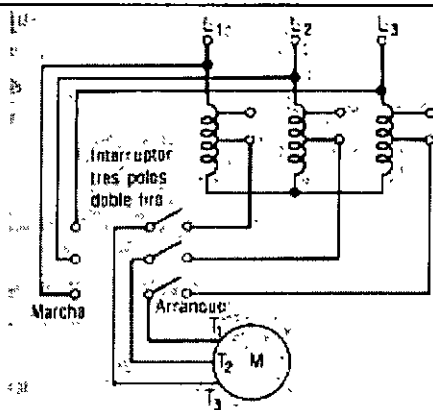
La Automatización de plantas se refiere a equipo de gran tamaño, generalmente controlados por un Tablero de Control Industrial. Usualmente UL evalúa primero el tablero según la norma UL 508 y luego realiza un examen preliminar de conformidad en el sistema de Automatización de Planta.

ARRANQUE A VOLTAJE REDUCIDO CON AUTOTRANSFORMADOR

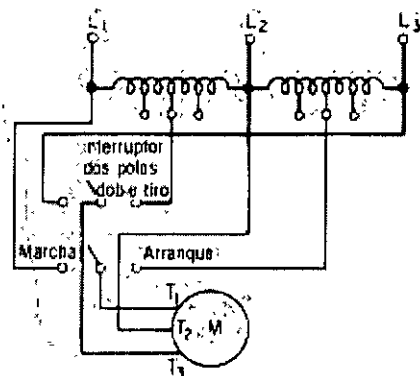
Se pueden poner en marcha los motores trifásicos comerciales de inducción de jaula de ardilla a voltaje reducido empleando un autotransformador trifásico único o *compensador*, o bien con tres autotransformadores monofásicos como se muestra en la figura (a).

La figura (a) es un diagrama que representa un tipo comercial. El esquema no incluye los relevadores, la protección de bajo voltaje ni los contactos que tienen normalmente los arrancadores manuales. El interruptor de tres polos doble tiro se lleva a la posición "arranque" y se deja allí hasta que el motor ha acelerado la carga casi hasta la velocidad nominal. A continuación se pasa rápidamente a la posición de "marcha", en la cual queda conectado el motor en la línea directamente.

Ya que el compensador se usa solo en forma intermitente, se tiene un ahorro (eliminación de un transformador) si se usan dos transformadores en delta abierta, o V-V, como se muestra en la figura (b), produce un pequeño desbalanceo de la corriente en la toma central pero no afecta al funcionamiento del motor.



a Tres compensadores conectados en estrella.



b Dos compensadores conectados en delta abierta.

Arranque a voltaje reducido con autotransformador:

ARRANQUE EN ESTRELLA DELTA

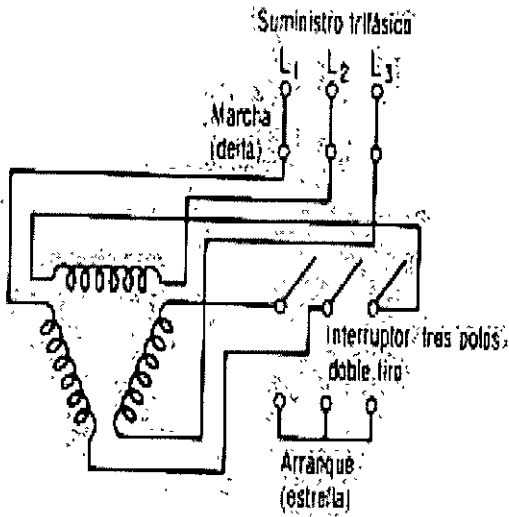
La mayor parte de los motores polifásicos comerciales de inducción con jaula de ardilla se devanan con sus estatores conectados en delta. Hay fabricantes que ofrecen motores de inducción con el principio y el final de cada devanado de fase en forma saliente, con fines de conexión externa. En el caso de los motores trifásicos, se pueden conectar a la línea ya sea en estrella o en delta. Cuando se conectan en estrella, el voltaje que se imprime al

devanado

es

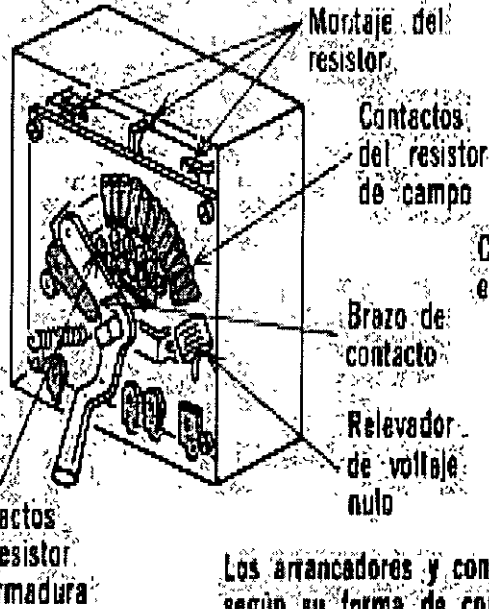
$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$

, o sea el 57,8% del voltaje de línea.

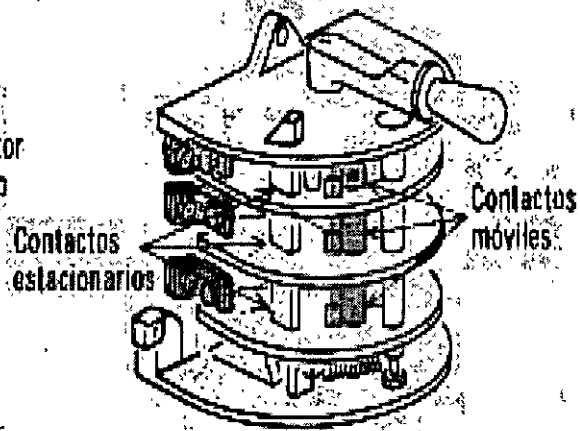


Arranque Estrella-Delta

Control de tipo frontal

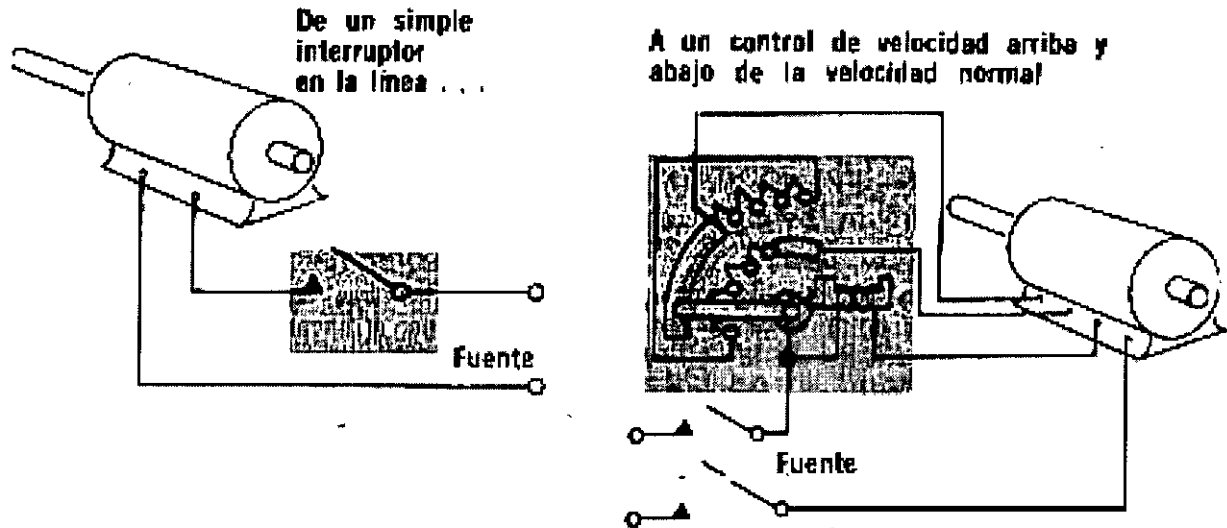


Control de tipo de tambor



Los arrancadores y controles se pueden clasificar según su forma de construcción.

Los arrancadores y controles varían en cuanto a complejidad



Equipo de Control Industrial

El término "Equipo de Control Industrial" comprende más de 100 dispositivos diferentes. Saber en dónde encaja su producto, qué requisitos específicos se aplican y cómo interpretar tales requisitos puede ser un proceso complicado.

Tableros de control industrial

Los tableros de control industrial son conjuntos de dispositivos e instrumentos cableados en planta, tales como controladores, interruptores, relevadores y dispositivos auxiliares. Los tableros pueden incluir dispositivos de desconexión así como dispositivos de protección de los circuitos que alimentan a los motores. Los tableros de control pueden también incluir gabinetes para alojar tableros de control industrial de tipo abierto o equipos individuales de control industrial.

Equipo de conversión de energía

Equipo que suministra energía para controlar un motor o motores funcionando a frecuencias o voltajes diferentes de los valores de alimentación. Esta categoría también incluye módulos de suministro de energía, módulos de entrada y salida, módulos de salida con SCR (Rectificadores Controlados de Silicio) o transistores, módulos de frenado dinámico y paquetes de accesorios de entrada / salida para equipo de conversión de energía. Los equipos de conversión de energía pueden ser abiertos o confinados en un tablero o gabinete. Estos equipos están diseñados para uso en área general.

Equipos de Control de Proceso

UL define a los equipos de control de proceso, como aquellos instrumentos para medir, registrar y/o controlar variables de proceso (como temperatura, presión, caudal, etc.) y dispositivos auxiliares, como sensores, transductores y válvulas de control. La

investigación de los equipos de control de proceso no incluye la investigación de la función del equipo que es controlado. El equipo de control de proceso puede ser diseñado para ser enviado, ensamblado totalmente, o en forma de módulos. Los equipos modulares están diseñados para ser armados en campo o en la planta con el propósito de formar un sistema completo de acuerdo con las instrucciones de instalación proporcionadas.

Finalmente, se puede definir a un equipo del "tipo abierto" como un equipo que no cuenta con un gabinete completo. Este tipo de equipo debe ser instalado en un tablero de control o en algún gabinete similar.

BIBLIOGRAFÍA

- **Tao, William K. Y. & Janis, Richard R.**, "Manual de instalaciones eléctricas y mecánicas en edificios, Tomos I y II", edit. Prentice Hall Hispanoamericana, S. A., México, 1998.
- **Enríquez Harper, Gilberto**, "Manual práctico de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de calefacción", edit. Limusa, S. A de C. V., México, 2004.
- **UNAM-Cementos Tolteca**, "Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda", edit. Servicios Profesionales Tolteca, S. A. de C. V., México, 1984.
- **Zepeda C., Sergio**, "Manual de instalaciones hidráulicas, sanitarias, gas, aire comprimido, vapor", edit. Limusa, S. A de C. V., México, 1992.

LECTURAS RECOMENDADAS

- **Becerril L., Diego Onésimo**, "Datos prácticos de instalaciones hidráulicas y sanitarias", edit. Norte 66-A, col. S. Díaz Mirón, 07400, D. F., México, 7ª. edición.



D VISION DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
U. N. A. M.

2007

| | | | |
|---------------------|---|-------------------------|---|
| CURSO: | CI048 | ELECTRICIDAD Y PLOMERIA | |
| INSTRUCTOR: | ING. JOEL RODRIGUEZ VILLELA | | PERIODO / HORARIO |
| INSTITUCIÓN: | SERVICIOS DE SALUD PÚBLICA DEL DISTRITO FEDERAL | | Lunes, 10 de Septiembre de 2007 / 09:00 |
| SEDE: | PALACIO DE MINERÍA | | Viernes, 14 de Septiembre de 2007 / 13:00 |

HOJA DE REGISTRO:

| DATOS PERSONALES | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------|--|---------------------|--------------|------------------------|--|-------------------|
| Escolaridad: | Primaria: | | Secundaria: | | Preparatoria: | | Profesional: | | Otros estudios: | | |
| Teléfono: | | Domicilio: | Calle y Número: | | | | | | | | |
| Colonia: | | Código Postal: | | Delegación ó Municipio: | | | | | | | |
| DATOS LABORALES | | | | | | | | | | | |
| Apellido Paterno: | | Apellido Materno: | | Nombre(s): | | | | | | | |
| R. F. C.: | | | | | | | | Sexo: | Femenino: | | Masculino: |
| Area de Adscripción Real: | | | | | | | | | | | |
| Puesto: | | | | | | | | | Antigüedad: | | |
| Tipo de Puesto: | Base: | | Confianza: | | Honorarios: | | Otro: | | | | |
| Tipo de Personal: | Directivo: | | Administrativo: | | Técnico: | | Secretarial: | | | | |
| Teléfono: | | Domicilio: | Calle y Número: | | | | | | | | |
| Colonia: | | Código Postal: | | Delegación ó Municipio: | | | | | | | |

 Firma