

Programa Específico: Instalaciones hidráulicas y plantas potabilizadoras

TEMA 12. EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE MEDIA TENSIÓN. MOTORES ELÉCTRICOS Y SUS SISTEMAS DE ARRANQUE. CUADROS DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN. LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN A RECEPTORES Y CIRCUITOS DE MANDO. AUTÓMATAS

1.-EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El **medidor eléctrico, medidor de consumo eléctrico o contador eléctrico**, es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico, siendo ésta la aplicación usual. Existen **medidores electromecánicos y electrónicos**. Los medidores electromecánicos utilizan bobinados de corriente y de tensión para crear corrientes parásitas en un disco que, bajo la influencia de los campos magnéticos, produce un giro que mueve las agujas de la carátula. Los medidores electrónicos utilizan convertidores analógico-digitales para hacer la conversión.

- Funcionamiento del **medidor electromecánico**:

El medidor electromecánico utiliza dos juegos de bobinas que producen campos magnéticos; estos campos actúan sobre un disco conductor magnético en donde se producen corrientes parásitas.

La acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de corriente sobre el campo magnético de las bobinas de voltaje y la acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de voltaje sobre el campo magnético de las bobinas de corriente dan un resultado vectorial tal, que produce un par de giro sobre el disco. El par de giro es proporcional a la potencia consumida por el circuito.

El disco está soportado en campos magnéticos y soportes de rubí para disminuir la fricción, un sistema de engranajes transmite el movimiento del disco a las agujas que cuentan el número de vueltas del medidor. A mayor potencia, más rápido gira el disco, acumulando más giros conforme pasa el tiempo.

Las tensiones máximas que soportan los medidores eléctricos son de aproximadamente 600 voltios y las corrientes máximas pueden ser de hasta 200 amperios. Cuando las tensiones y las corrientes exceden estos límites se requieren transformadores de medición de tensión y de corriente. Se utilizan factores de conversión para calcular el consumo en dichos casos.

También es importante la existencia de una bobina de sombra que es una chapita, la cual está cortocircuitada. Dicha bobina posee una R despreciable, por consiguiente en ésta se generará una I muy importante, la cual al estar sometida a un campo generará una cupla motora (producto de la corriente absorbida por el flujo del campo magnético) que eliminará el coeficiente de rozamiento de los engranajes. El medidor comenzará a funcionar con el 1% de la carga y entre un factor de potencia 0,5 en adelante y atraso.

2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

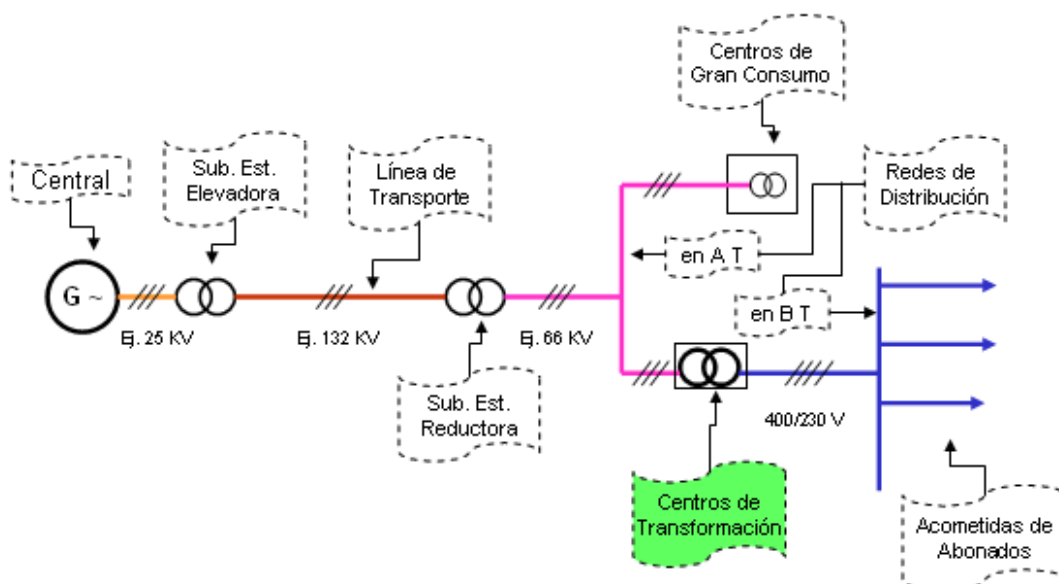
2.1 Caracterización.

La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación por la red de transporte, se realiza en dos etapas.

-La primera está constituida por la **red de reparto** que partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía normalmente, mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 y 132 kV. Intercalada en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión.

-La segunda etapa la constituye la **red de distribución** propiamente dicha con tensiones de funcionamiento de 3 a 30 kV y con una característica muy radial. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.), uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación que son la última etapa del suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros es de baja tensión (125/230 o 230/400V).

Así, un **centro de transformación**, es el conjunto que comprende la instalación eléctrica, la apareamiento y la obra civil necesaria para reducir los valores de media en baja tensión aptos para el consumo final.



2.2 Instalaciones.

Anteriormente se aplicaba según el Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación en todas las instalaciones eléctricas. Actualmente es la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión** y sus **Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23**, el que clasifican en las categorías siguientes:

- Categoría especial. Las de tensión nominal igual o superior a 220 kV.
- Primera categoría. Las de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV.
- Segunda categoría. Las de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
- Tercera categoría. Las de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

Si en la instalación existen circuitos o elementos en los que se utilicen distintas tensiones, el conjunto del sistema se clasificará a efectos administrativos en el grupo correspondiente al valor de la tensión nominal más elevada. Cuando en el proyecto de una nueva instalación se considere

necesaria la adopción de una tensión nominal superior a 400 kV., la Administración pública competente establecerá la tensión que deba autorizarse.

La frecuencia nominal obligatoria para la red eléctrica de servicio público es de 50 Hz.

Toda instalación de más de un kV debe estar dotada de los elementos necesarios y con el calibrado y regulación conveniente para que su explotación e incidencias no produzca perturbaciones anormales en el funcionamiento de instalaciones ajenas. Los sobredimensionamientos y modificaciones impuestos a una parte para corregir este tipo de problemas como consecuencia de cambios realizados por propietarios de otras instalaciones serán costeados por el causante de la perturbación. Las instalaciones eléctricas de más de un kV cuyo funcionamiento produzca o pueda producir perturbaciones en el funcionamiento de sistemas de comunicaciones, señalización, control, transmisión de datos o similares deberán estar dotadas de los dispositivos correctores que en cada caso se preceptúe.

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos, integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas de más de un kV cumplirán las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que les sean de aplicación y que establezca como de obligado cumplimiento por la Administración pública competente. Cuando no esté declarada de obligado cumplimiento ninguna norma o especificación técnica que se refiera a un elemento determinado de la instalación, la Administración pública competente podrá señalar, en cada caso, la norma que deba ser de aplicación. En su defecto, el proyectista propondrá y justificará las normas o especificaciones cuya aplicación considere más idónea para las partes fundamentales de la instalación de que se trate.

Para la comercialización de productos sometidos a las reglamentaciones nacionales de seguridad industrial, la Administración pública competente deberá reconocer la validez de los **certificados y marcas de conformidad** con las normas de seguridad industrial y de los protocolos de evaluación de dicha conformidad procedentes o utilizados en Estados miembros de la Unión Europea. Las ITCs establecen el cumplimiento obligatorio de normas UNE u otras reconocidas internacionalmente, de manera total o parcial, a fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica en cada momento. En la ITC-RAT 02 se recogerá el listado de todas las normas citadas en el texto de las Instrucciones, identificadas por sus títulos y numeración, incluyendo el año de edición. En las restantes ITCs dicha referencia se realizará, por regla general, sin indicar el año de edición de las normas en cuestión.



2.3 Autorización, inspección y vigilancia de las instalaciones.

-Autorización. Será obligatoria la presentación de **proyecto suscrito por técnico competente y visado** por el Colegio Oficial correspondiente para la realización de toda clase de instalaciones de alta tensión. Si se trata de instalación sometida al régimen de previa autorización, la solicitud deberá acompañarse de un proyecto o anteproyecto de la instalación eléctrica, cuya autorización se insta. En el supuesto de que se hubiese presentado anteproyecto, una vez concedida la autorización, antes de iniciar la realización, deberá presentarse el oportuno proyecto de ejecución.

-Mantenimiento. Las entidades de producción, transporte y distribución de energía eléctrica se responsabilizarán del mantenimiento y verificación periódica de las instalaciones de su propiedad y de aquellas que les sean cedidas. Si el mantenimiento o la verificación fuera realizado por empresas mandatadas, estas deberán ser empresas instaladoras habilitadas en alta tensión, según ITC-RAT 21.

-Inspecciones periódicas. La verificación periódica de las instalaciones se realizará, al menos cada tres años. La entidad titular conservará el acta de la verificación y la remitirá a la Administración

pública competente. En la ITC-RAT 23 se detalla el proceso para las verificaciones e inspecciones periódicas. Las inspecciones periódicas se realizarán por Organismos de Control Habilitados en este campo reglamentario, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

- **Interrupción y alteración del servicio.** En los casos o circunstancias en que se observe inminente peligro para las personas o cosas, se deberá interrumpir el funcionamiento de la instalación. En situación de emergencia, un técnico titulado competente con la autorización de la empresa propietaria de la instalación, podrá adoptar las medidas provisionales que resulten aconsejables, dando cuenta inmediatamente al órgano competente de la Administración que fijará el plazo para establecer las condiciones reglamentarias. Los casos de accidente o de interrupción del servicio público se comunicarán inmediatamente al órgano competente de la Administración.

2.4 Infracciones y sanciones.

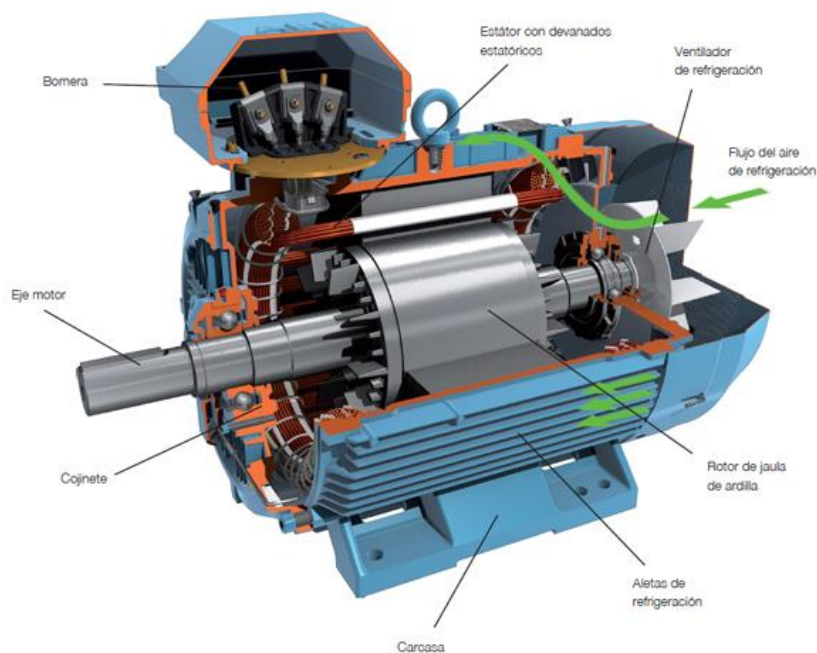
La infracción de los preceptos del Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se sancionará de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente. En el ámbito de sus respectivas intervenciones, podrán estar incurso en las responsabilidades anteriores: el autor del proyecto, el fabricante o importador del material, el instalador, el técnico que certificó la adaptación de la obra al proyecto y el cumplimiento de las condiciones técnicas y reglamentarias a efectos de la puesta en marcha, el encargado del mantenimiento de las instalaciones, la entidad colaboradora que haya efectuado los reconocimientos periódicos, las empresas suministradoras y los usuarios.

3.- MOTORES ELÉCTRICOS Y SUS SISTEMAS DE ARRANQUE

El **motor eléctrico** es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Se denomina **arranque** de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente. El estudio del arranque de los motores tiene una gran importancia práctica, ya que la elección correcta de las características de los motores eléctricos y arrancadores a instalar están basados en el conocimiento de las particularidades de éste régimen transitorio.

Los dispositivos de arranque pueden ser de operación manual o por contactores. Estos últimos permiten efectuar el mando a distancia del motor con cables de secciones pequeñas (sólo se



requiere la corriente necesaria para la bobina del contactor), lo que facilita el accionamiento y diseño del dispositivo de control por trabajar con intensidades reducidas.

3.1. Arranque de motores asincrónicos con rotor en jaula

Los motores de corriente alterna con rotor en jaula de ardilla se pueden poner en marcha mediante los métodos de arranque directo o a tensión reducida. En ambos casos, la corriente de arranque generalmente resulta mayor que la nominal, produciendo las perturbaciones comentadas en la red de distribución. Estos inconvenientes no son tan importantes en motores pequeños que habitualmente pueden arrancar a tensión nominal. La máxima caída de tensión en la red no debe superar el 15% durante el arranque.

3.1.1- Arranque directo de motores asincrónicos con rotor en jaula

Se dice que un motor arranca en forma directa cuando a sus bornes se aplica directamente la tensión nominal a la que debe trabajar. Si el motor arranca a plena carga, el bobinado tiende a absorber una cantidad de corriente muy superior a la nominal, lo que hace que las líneas de alimentación incrementen considerablemente su carga y como consecuencia directa se produzca una caída de tensión. La intensidad de corriente durante la fase de arranque puede tomar valores entre 6 a 8 veces mayores que la corriente nominal del motor. Su principal ventaja es el elevado par de arranque: 1,5 veces el nominal.

3.1.2 - Arranque a tensión reducida de motores asincrónicos con rotor en jaula

Este método se utiliza para motores que no necesiten una gran cupla de arranque. El método consiste en producir en el momento del arranque una tensión menor que la nominal en los arrollamientos del motor. Al reducirse la tensión se reduce proporcionalmente la corriente, la intensidad del campo magnético y la cupla motriz.

Entre los métodos de arranque por tensión reducida más utilizados podemos mencionar el de arrancador estrella-triángulo, el de autotransformador de arranque y el de arrancador electrónico.

a) - Arranque de motores asincrónicos con rotor en jaula por conmutación estrella-triángulo.
El arranque estrella-triángulo es el procedimiento más empleado para el arranque a tensión reducida debido a que su construcción es simple, su precio es reducido y tiene una buena confiabilidad.

Los bobinados inicialmente se conectan en estrella, o sea que reciben la tensión de fase de 230 V, y luego se conectan en triángulo a la tensión de línea de 400 V; es decir que la tensión durante el arranque se reduce 1,73 veces. La conmutación de estrella a triángulo generalmente se hace en forma automática luego de transcurrido un lapso (que puede regularse) en el que el motor alcanza determinada velocidad.

b) - Arranque de motores asincrónicos con rotor en jaula por autotransformador de arranque.
El autotransformador de arranque es un dispositivo similar al estrella-triángulo, salvo por el hecho de que la tensión reducida en el arranque se logra mediante bobinas auxiliares que permiten aumentar la tensión en forma escalonada, permitiendo un arranque suave.

c) - Arranque de motores asincrónicos con rotor en jaula por dispositivos electrónicos.

Los arrancadores electrónicos son una mejor solución que los autotransformadores gracias a la posibilidad de su arranque suave, permitiendo un aumento en la vida útil de todas las partes involucradas. Consisten básicamente en un convertidor estático alterna-continua-alterna ó alterna-alterna, generalmente de tiristores, que permiten el arranque de motores de corriente alterna con aplicación progresiva de tensión, con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque. En algunos modelos también se varía la frecuencia aplicada. Al iniciar el arranque, los tiristores dejan pasar la corriente que alimenta el motor según la programación realizada en el circuito de maniobra, que irá aumentando hasta alcanzar los valores nominales de la tensión de servicio. La posibilidad de arranque progresivo, también se puede utilizar para detener el motor, de manera que vaya reduciendo la tensión hasta el momento de la detención.

3.2. Arranque de motores asincrónicos con rotor bobinado

En un motor asincrónico, la velocidad a la que se produce la máxima cupla es función de la resistencia del circuito rotórico. En particular, la máxima cupla de arranque se tiene cuando dicha resistencia es aproximadamente igual a la reactancia del motor.

En los motores de corriente alterna con rotor bobinado, para efectuar el proceso de puesta en marcha se instala un reóstato de arranque conectado a los anillos rozantes del motor de manera de aumentar a voluntad la resistencia rotórica total. En este método, el motor arranca con toda la resistencia en serie con el circuito del rotor. Luego por medios manuales o automáticos, en forma continua o escalonada, se va reduciendo la resistencia a medida que la máquina gana velocidad, hasta que en régimen permanente el reóstato queda en cortocircuito.

3.3 - Arranque de motores sincrónicos

Una máquina sincrónica "pura" no tiene par de arranque. Por lo tanto, en general se fabrican de forma de que pueda desarrollar un suficiente par de inducción para el arranque por medio de jaulas auxiliares, hasta una velocidad próxima al sincronismo en la que la corriente de excitación desarrolle un par de sincronización conveniente. En algunos casos, las corrientes parásitas en los polos proveen el par asincrónico suficiente para el arranque, pero en otros casos debe instalarse un bobinado especial.

3.4 - Arranque de motores de corriente continua

Con los medios de rectificación de que se dispone actualmente resulta fácil y práctico la utilización de motores de corriente continua, debido a la facilidad que tienen para arrancar y regular su velocidad. En la práctica se utilizan diversos motores de corriente continua como:

- De excitación independiente.
- De excitación serie / universal.
- De excitación derivación (shunt).
- De excitación compuesta en conexión adicional (compound).
- De imanes permanentes.
- Especiales.

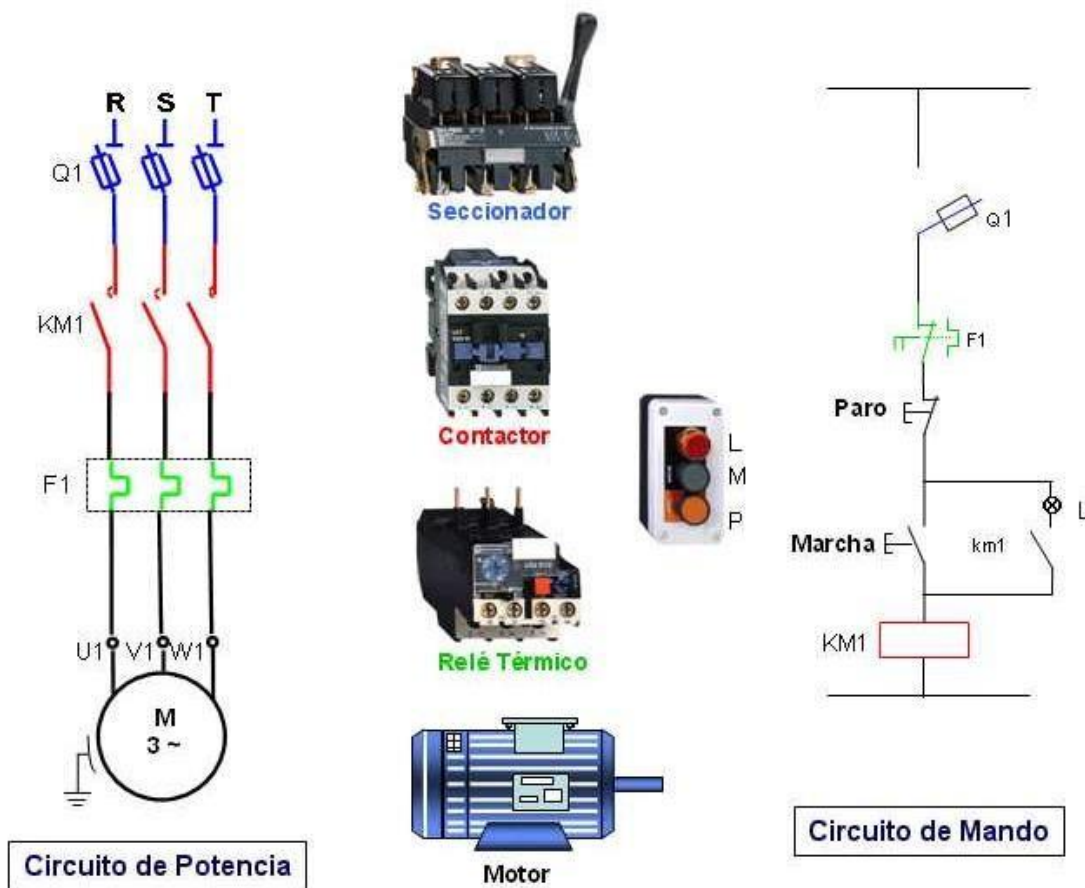
3.4.1 - Arranque de motores de corriente continua por reostatos

Los reostatos se conectan en serie con el inducido, de manera de producir una caída que disminuya la tensión efectivamente aplicada sobre el mismo. En el caso del motor derivación, se deduce que conservando constantes el flujo y la tensión total, la pendiente de la característica velocidad / par es proporcional a la resistencia del circuito de inducido.

3.4.2 - Arranque de motores de corriente continua por dispositivos electrónicos

En estos arrancadores el equipo electrónico, generalmente de tiristores, recibe un suministro de corriente alterna monofásica o trifásica y lo convierte en un suministro de tensión continua variable que permiten el arranque con aplicación progresiva de tensión, con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque.

Finalmente digamos que muchas veces el criterio de selección entre el uso de los distintos sistemas de arranque pasa fundamentalmente por una consideración de tipo técnico-económica.



4.- CUADROS DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN. LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN A RECEPTORES Y CIRCUITOS DE MANDO.

4.1 Instalaciones eléctricas.

Según el Reglamento Electrónico para baja tensión, se entiende por instalación eléctrica todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y para la finalidad que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de trasposición de las Directivas de la Unión Europea, deberán cumplir con lo establecido en las mismas. En lo no cubierto por tal reglamentación se aplicarán los criterios técnicos nacionales. En particular, se incluirán junto con los equipos y materiales las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- a) Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- b) Marca y modelos.
- c) Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- d) Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo asignado por el fabricante.

Los órganos competentes de las Comunidades Autónomas verificarán el cumplimiento de las exigencias técnicas de los materiales y equipos sujetos a este Reglamento. La verificación podrá efectuarse por muestreo.

4.2 Acometidas.

Se denomina **acometida** la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente. La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora que asumirá la inspección y verificación final.

Son **instalaciones de enlace** las que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario. Se componen de: caja general de protección, línea general de alimentación, elementos para la fabricación de contadores, derivación individual, caja para interruptor de control de potencia y dispositivos generales de mando y protección.

- Las cajas generales de protección alojan elementos de protección de las líneas generales de alimentación y señalan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.
- Línea general de alimentación es la parte de la instalación que enlaza una caja general de protección con las derivaciones individuales que alimenta.

La derivación individual de un abonado parte de la línea general de alimentación y comprende los aparatos de medida, mando y protección. Las compañías suministradoras facilitarán los valores máximos previsibles de las potencias o corrientes de cortocircuito de sus redes de distribución, con el fin de que el proyectista tenga en cuenta este dato en sus cálculos.

4.3 Instalaciones interiores.

Las instalaciones interiores o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica. Dentro de este concepto hay que incluir cualquier instalación receptora aunque toda ella o alguna de sus partes esté situada a la intemperie.

En toda instalación interior o receptora que se proyecte y realice se alcanzará el máximo equilibrio en las cargas que soportan los distintos conductores que forman parte de la misma y ésta se subdividirá de forma que las perturbaciones originadas por las averías que pudieran producirse en algún punto de ella, afecten a una mínima parte de la instalación.

Esta subdivisión deberá permitir también la localización de las averías y facilitar el control del aislamiento de la parte de la instalación afectada.

4.4 Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.

La puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se condiciona al siguiente procedimiento:

- a) Deberá elaborarse previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que en función de sus características, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.
- b) La instalación deberá verificarse por el instalador con la supervisión del director de obra en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.
- c) Asimismo, cuando así se determine, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial por un organismo de control.
- d) A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación, emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.
- e) El certificado, junto con la documentación técnica y en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de registrar la referida instalación, recibiendo las copias diligenciadas necesarias para la constancia de cada interesado y solicitud de suministro de energía.

Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados. La empresa suministradora no podrá conectar la instalación receptora a la red de distribución si no se le entrega la copia correspondiente del certificado de instalación debidamente diligenciado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

4.5 Protección.

- **Sobreintensidades.** Según la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 09 todas las instalaciones deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las corrientes de cortocircuito y las de sobrecarga cuando éstas puedan producir averías y daños en las citadas instalaciones.

Para las protecciones contra las sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos o cortocircuitos fusibles con las características de funcionamiento que correspondan a las exigencias de la instalación que protegen. Las sobreintensidades deberán eliminarse por un dispositivo de protección utilizado sin que produzca proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas. Entre los diferentes dispositivos de protección contra las

sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación o en relación con otras exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menos posible.

-Sobretensiones. Las instalaciones eléctricas deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas tanto de origen interno como de origen atmosférico cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia, así lo aconsejen. Para ello se utilizan, como regla general, pararrayos autoválvulas de resistencia variable. Los bornes de tierra de estas autoválvulas se unirán a la toma de tierra.

-Sobrecalentamientos. En caso necesario, las instalaciones deberán estar debidamente protegidas contra los sobre calentamientos, de acuerdo con las características específicas de cada máquina o instalación.

En protecciones, son particularmente importantes los autómatas que actúan cortando el suministro automáticamente en determinadas circunstancias. Un automatismo o autómata, es el dispositivo físico (ya sea eléctrico, neumático electrónico, etc.) que realiza esta función sin intervención humana. Todo sistema automático se basa en señales de detección y una parte de máquina o proceso trabajo. Un autómata programable, es toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc. La función básica de los autómatas programables es la de reducir el trabajo del usuario a realizar el programa, es decir, la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida, puesto que los elementos tradicionales (como relés auxiliares, de enclavamiento, temporizadores, contadores...) son internos.

5.- AUTÓMATAS

5.1 Definición

Lo primero que debemos hacer es definir lo que es un autómata programable o **PLC** (Controlador Lógico Programable), es un dispositivo electrónico capaz de gestionar los circuitos de automatismos industriales de forma programada.

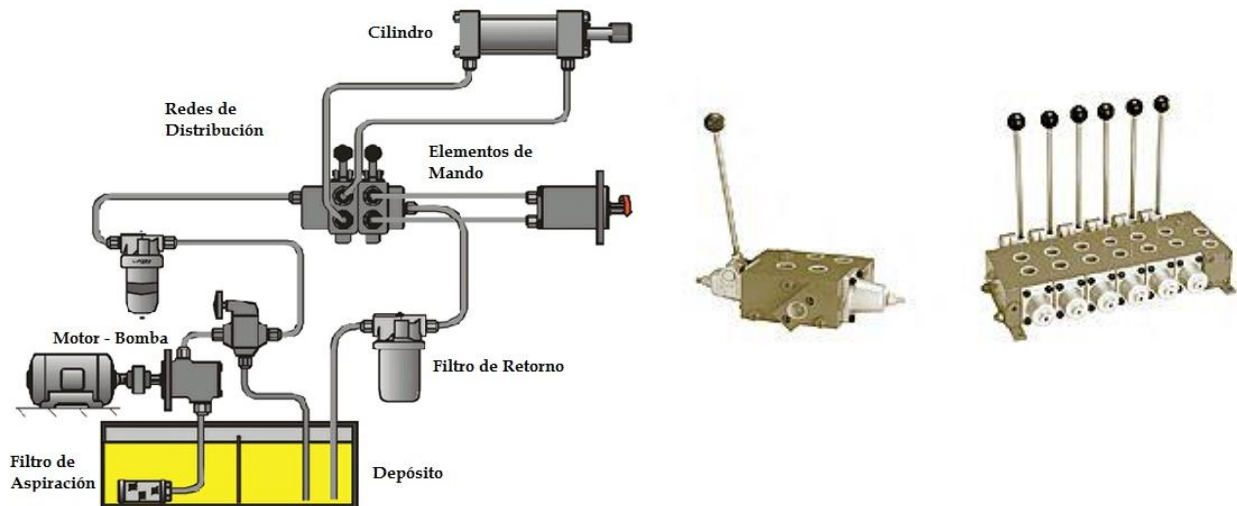
Podríamos considerarlo como un ordenador empleado principalmente en procesos industriales.

Para comprobar la evolución de los sistemas y el porqué del autómata vamos a poner como ejemplo un sistema oleohidráulico. Cualquier otro sistema variará de la misma forma.

5.2.- Evolución de los sistemas

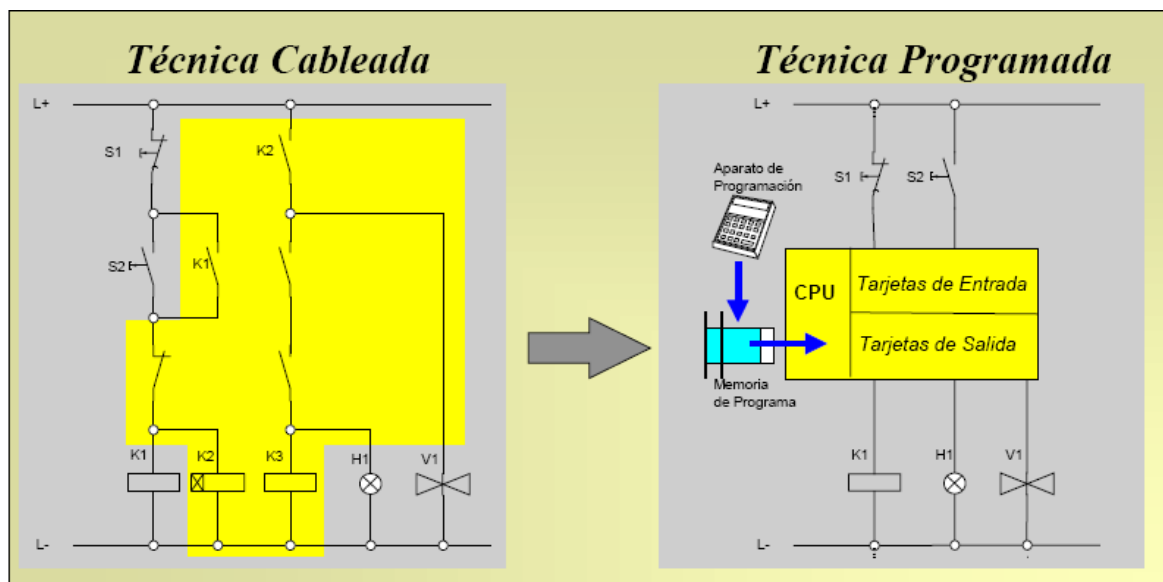
Inicialmente y aún en la actualidad para según qué sistemas, la manera de actuar sobre un circuito hidráulico se realizaba y se realiza de forma manual.

Para comandar la actuación sobre estos sistemas se actúa sobre válvulas como las siguientes:



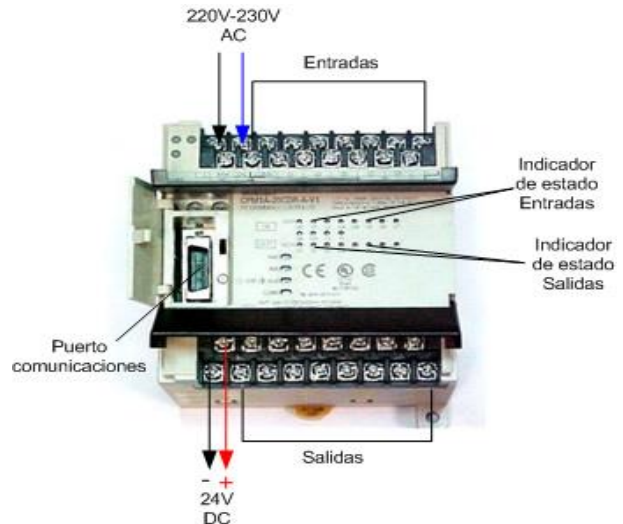
Posteriormente y debido a la mayor complejidad de los circuitos y la necesidad de poder actuar sobre ellos a distancia, dio lugar a lo que sería la electrohidráulica, es decir circuitos eléctricos que mandan sobre las válvulas hidráulicas que activan los actuadores correspondientes:

Los circuitos se van haciendo más complejos, se requiere menos supervisión por parte de las personas y se pretende que puedan ser más cambiantes a lo largo de su vida operativa. De ahí surge la necesidad de modificar esos cuadros eléctricos grandes y difícilmente modificables por algún sistema que sea más fácil de reconfigurar. Aquí es donde aparece el autómata programable y se ejecuta el cambio de la lógica cableada a la lógica programada:



5.3.- Estructura de un autómata programable

- **Unidad central de procesos (CPU).** Es el cerebro del autómata. Está constituida por un microprocesador y memoria. Tiene como misión procesar las señales de entrada y actuar sobre las salidas, en función de las instrucciones del programa. También tiene una memoria donde se guarda el programa.
- **Fuente de alimentación.** Convierte la corriente alterna de la red en corriente continua para alimentar los circuitos integrados y los componentes electrónicos que tiene el autómata programable.



- **Entradas digitales.** Captan las señales de los captadores, pulsadores, interruptores y demás elementos que van a proveer la información del autómata. Depende del autómata que



empleemos, las tensiones de las entradas serán de 24 VCC, de 230 VAC o de la tensión que admitan esas entradas. El PLC, de cualquier forma, siempre las va a interpretar de una forma digital, es decir, para él sólo le importa la presencia o ausencia de tensión en cada entrada. Normalmente se denomina si hay un 1 o un 0 en la entrada correspondiente.

- **Salidas digitales.** Envían las señales de activación o desactivación a los actuadores, contactores, electroválvulas, lámparas, relés.



Al igual que en el caso de las entradas, a las salidas se les activa enviándoles o no tensión, es decir, también salidas digitales se ponen a 1 o a 0.

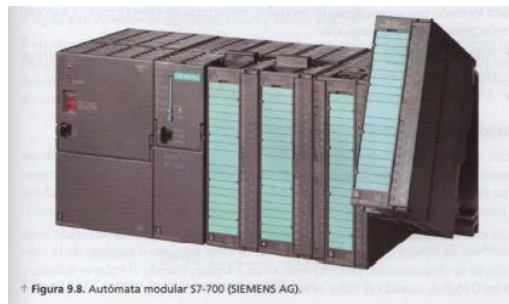
5.4.- Tipos de autómatas

Atendiendo a su modularidad, se clasifican en tres tipos: compactos, semicompactos y modulares.

- **Compactos:** Tienen la CPU, la fuente de alimentación y las entradas y salidas en la misma envolvente.



- **Semicompactos:** alguno de sus elementos está fuera de la envolvente, como por ejemplo la fuente de alimentación.
- **Modulares:** Cada elemento del autómata es independiente y se conectan en un rack común.



La ventaja de este tipo de autómatas es su gran capacidad de ampliación y su desventaja es su precio, que es superior a los anteriores.

5.5.- Puesta en marcha del sistema

Podemos plantearnos un ejemplo de puesta en marcha de un equipo controlado por autómata programable.

Como hemos visto anteriormente los autómatas suelen llevar indicadores del estado de las entradas e indicadores del estado de las salidas. Por lo tanto el proceso sería:

- 1.- Verificar que el estado de las entradas coincide con el preciso para poner en marcha el sistema (finales de carrera, protecciones, pulsadores, etc)
- 2.- Realizar la secuencia de puesta en marcha a través de los pulsadores correspondientes.
- 3.- Verificar que el estado de las salidas coincide con el especificado en las instrucciones de puesta en marcha.
- 4.- Comprobar que los actuadores, motores, válvulas funcionan correctamente.

5.6.- Ventajas de los sistemas basados en autómatas programables

- Escaso mantenimiento

- Sistema robusto
- Facilidad para la ampliación del sistema
- Facilidad en el cambio de funcionamiento del sistema
- Mayor formación técnica en los equipos de trabajo

5.7.- Mantenimiento

El mantenimiento de equipos basados en autómatas programables es bastante sencillo. Actualmente dado que los equipos están preparados para funcionar en condiciones de tipo industrial y en ambientes francamente hostiles, habitualmente los fallos suelen ser debidos a los elementos de campo como detectores, finales de carrera y sensores o a los actuadores como motores, cilindros, válvulas y demás.

Por lo tanto el mantenimiento de los propios equipos consiste básicamente en una inspección visual de las entradas y salidas del sistema, reapretar las conexiones eléctricas de los diversos elementos que convergen en el autómata y mantener limpios los sistemas de refrigeración del mismo.