

TK

451

A62

UC-NRLF

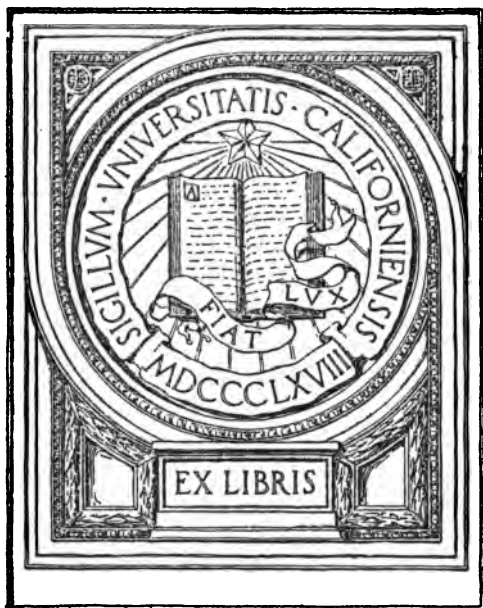


φB 79 413

AEG

PRONTUARIO
PARA
INSTALACIONES ELECTRICAS
DE ALUMBRADO Y
DE FUERZA MOTRIZ

GIFT OF
J.C.CEBRIAN



UNIV. OF
CALIFORNIA



PRONTUARIO
PARA
INSTALACIONES
ELECTRICAS DE
ALUMBRADO Y
FUERZA MOTRIZ



1921

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft
Berlin

TO VINU
AIRBORNE

TK451
A62

Pat. 12. 1921

Todos los derechos reservados, principalmente de la traducción

American Copyright 1921
by Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin

Este prontuario representa un suplemento del **pequeño catálogo** que publica la A.E.G. periódicamente. Su contenido supone por consiguiente el conocimiento de este catálogo y está destinado á facilitar su empleo.

Los numerosos **consejos y valoraciones** nacidas de la práctica tratan de ayudar al técnico al hacer sus proyectos en la construcción y explotación de las instalaciones de luz y fuerza motriz, ilustrándole sobre el empleo conveniente del material de instalación. Al profano se ofrece al mismo tiempo una ocasión de instruirse con toda brevedad.

La segunda parte es una introducción en aquellos **asuntos especiales de la técnica de las corrientes de alta tensión**, especialmente las de fuerza motriz que no se pueden resolver sin la cooperación de ingenieros especialistas.

Quiere preparar la proyectación de estas obras y ayudar á su comprensión.

Todas las indicaciones se hacen sin garantía y — en cuanto se refieren á las cualidades de productos industriales — siempre son susceptibles de modificación.

70 1944
ABSTRACTS

INDICE

PARTE PRIMERA

Generalidades

	Página
Explicación de las denominaciones electrotécnicas	9
Planos de instalaciones y esquemas de uniones	29
Kilovatios y Amperios	32
Explicación de las inscripciones abreviadas que se usan para la explicación de máquinas, aparatos de arranque, reguladores y transformadores . .	34

Transformadores

Conexiones normales de transformadores trifásicos	39
Funcionamiento de transformadores en paralelo	40
Tratamiento de los transformadores	42
Condiciones que debe reunir el aceite para su empleo en los transformadores	43
Aparatos de calefacción para el aceite	44
Esquemas para el embornamiento de los transformadores	45
Límites de calentamiento de los transformadores	46

Cálculo de líneas

Cálculos respecto á fuerza mecánica	47
Cálculos respecto á recalentamiento	47
Cálculos respecto á caída de tensión	49

Instalación de líneas

Composición de las líneas de cobre desnudo, de barras de cobre y de cables	56
Distancia entre líneas aisladas: Diametros de tubos aislantes	57
Flecha de líneas aéreas	58
Instalaciones con tubo aislante	59
„ „ hilos tubulares	76
„ „ tubo de acero	85
„ „ de cables	94
Montaje de aparatos blindados	103
„ „ conductores á la vista	113
„ „ líneas aéreas de bajo voltaje	117
Medición de aislamiento	132

Alumbrado

Fuentes de luz eléctrica	145
Cálculo de alumbrado	146
Reflectores y espejos Wiskott	153
Esquemas de uniones de lámparas	154

Motores

	Página
Momento de torsión, corriente de arranque, sobrecarga de motores . . .	155
Límites de recalentamiento de los motores	158
Tratamiento de los motores de corriente continua	159
Tratamiento de los motores de corriente trifásica	160
Conexiones de motores y aparatos de arranque	162
Indicaciones para la puesta en marcha	166
Indicaciones para allanar dificultades en la puesta en marcha	169
Consumo de corriente de motores por caballo	174
Movimiento por correa	175
Movimiento por cables	181
Transporte y colocación de motores	182
Capacidad térmica de la electricidad	194

PARTE SEGUNDA

Especialidades

Turbinas de vapor	199
Dinamos acopladas con sus máquinas motrices	203
Motores-generadores	210
Conmutatrices	212
Convertidores de mercurio	214
Gruas	220
Ascensores	228
Locomotoras	231
Laminadoras	235
Máquinas auxiliares para laminadoras	238
Máquinas de extracción	239
" " " pequeñas	241
Máquinas útiles	242
Bombas	246
Sopladores	251
Máquinas textiles	254
" para fabricación de papel	258
" " imprentas	262
" centrifugas	264
" soldadoras	266
Calentadores de remaches	271
Aparatos de sellar	272
Hornos para templar	273
" de fundición de crisol	277

Un índice especial de materias, también una lista de las tablas de la primera parte se hallan al fin del prontuario

PARTE PRIMERA



La intensidad de una **corriente eléctrica** depende de la **tensión** con la que se engendra, y de la **resistencia** que ofrece á su paso el cuerpo que la conduce. La unidad para medir la tensión es el **voltio** (V), la de la resistencia, el **óhmio** (R) y la de la intensidad, el **amperio** (Amp.). 1 amperio es la intensidad de una corriente que pasa por un conductor que le opone la resistencia de 1 óhmio, siendo la tensión entre sus dos extremos igual á 1 voltio.

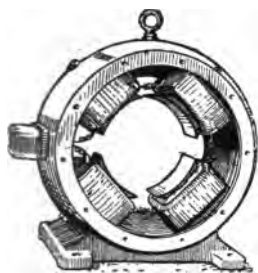


Fig. 1.
Caja de electroimanes.

Las **dinamos** ó **generatrices** son máquinas que producen la corriente eléctrica por efecto de la inducción electromagnética. La dinamo se compone del **inductor** y del **inducido**. El primero se compone de electroimanes (polos), fig. 1, dentro de los cuales gira el inducido, fig. 2. En este se desarrolla la corriente. Para obtener una corriente de intensidad constante que no varíe de sentido (**corriente continua**), se da al inducido un colector ó conmutador. Este se compone de muchas **láminas** de cobre (delgas), distribuidas alrededor de un cilindro y aisladas entre sí, que están en contacto una por una con las **espiras** ó **bobinas**, fig. 3, que forman el arrollamiento ó devanado del inducido. Sobre el colector rozan unas láminas metálicas ó carbones, las **escobillas**, que están sujetas á los **portaescobillas**, fig. 4, que las apoyan contra el colector por medio de un muelle. En muchos casos varios están montados en una **varilla**. Los sostiene un soporte de fundición **punto ó collar de escobillas**). La corriente producida se conduce de las varillas de los portaescobillas á conductores fijos.



Fig. 2.
Inducido de corriente continua con colector.



Fig. 3. Carrete inducido.



Fig. 4. Portaescobillas.

El arrollamiento de los polos del **inductor**, fig. 5, se alimenta siempre con corriente continua. En las generatrices de corriente continua se toma de la que produce la misma máquina (autoexcitación). Según la manera de hacer pasar la corriente por el arrollamiento de los polos se distinguen:

1º. **Dinamos en derivación (shunt)**, en las que la corriente de excitación está en derivación con el circuito principal, fig. 6. Estas son las que mas se emplean. La corriente tomada de ellas influye poco sobre la tensión; al crecer la intensidad la tensión decrece algo.

2º. **Dinamos en serie**, en las que la corriente principal pasa por el arrollamiento del inductor antes de pasar al circuito exterior, fig. 7. Se emplean menos; la tensión crece y decrece en proporción directa con la intensidad de la corriente.

3º. **Dinamos de excitación compuesta (dinamos compound)**, cuyo inductor tiene un arrollamiento en serie y otro en derivación con el circuito principal, fig. 8. Se emplean en vez de las dinamos en derivación siempre que se requiera una tensión constante, é independiente de la carga. Por una distribución adecuada de los arrollamientos del inductor se puede conseguir, que al aumentar la carga, la tensión no solamente se mantenga constante, sino que aumente algo, para compensar la pérdida de tensión en el circuito exterior (**dinamos hipercompound**).

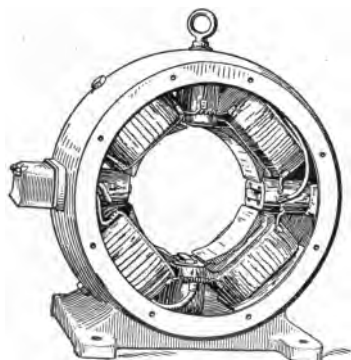


Fig. 9. Caja de electroimanes de corriente continua con polos auxiliares

Las máquinas modernas de corriente continua tienen además de los polos normales del inductor casi siempre **polos auxiliares ó de conmutación**, colocados entre los principales, fig. 9 y 10 y cuyo arrollamiento está en serie, fig. 11. Estos tienen el objeto de facilitar la conmutación ó rectificación de

la corriente por el colector, y de evitar la producción de chispas en las escobillas, aunque sea muy desigual la carga.

Omitiendo el colector de la dinamo se puede recoger la corriente tal como se ha producido en el inducido, y que se llama **corriente alterna** (generatriz de corriente alterna, alternador). Está fluye alternativamente en uno y otro sentido, y su intensidad crece y decrece en forma de pulsaciones. Su naturaleza se representa fielmente por una onda, cuya primera mitad simboliza el curso de la corriente en el sentido positivo, y la segunda en el negativo, fig. 12.



Fig. 5. Carrete del inductor.



Fig. 6. Dinamo en derivación (shunt)



Fig. 7. Dinamo en serie.



Fig. 8. Dinamo compound.



Fig. 10. Carrete de polo auxiliar.

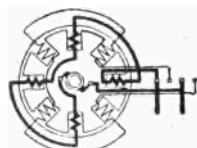


Fig. 11. Trayectoria de una corriente en los polos auxiliares.

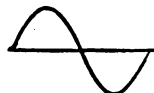


Fig. 12. Trayectoria de una corriente alterna.

Las corrientes alternas se distinguen entre si especialmente por el **número de cambios** de flujo por segundo. Dos cambios (semiondas) forman un **periodo**. El número de periodos por segundo se llama **frecuencia**. En general se acostumbra dar á los alternadores la frecuencia de 50 periodos = 100 cambios de corriente.

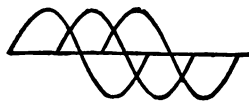


Fig. 13.
Trayectoria de una corriente trifásica.

ondas de la figura 13. Los alternadores tienen en vez del colector de delgas unos **anillos rozantes** sencillos, sobre los que se apoyan las escobillas para recoger la corriente producida. Los alternadores se pueden construir también de manera que el inducido sea fijo (**estator**, que está dentro de la carcasa), y que las piezas polares giren (**rotor, campo rotatorio**). En estas máquinas la corriente continua para la excitación del campo magnético se conduce al inductor por dos anillos rozantes. Se puede tomar de una máquina de continua separada

Además de la corriente alterna simple, representada por una onda (**corriente monofásica**) las hay de dos ó mas fases, teniendo entre ellas la mayor importancia la **corriente trifásica**. Esta consta de tres corrientes alternas pero cuyas pulsaciones (semiondas) están retardadas entre si en $\frac{1}{3}$ de periodo, como lo representan las tres

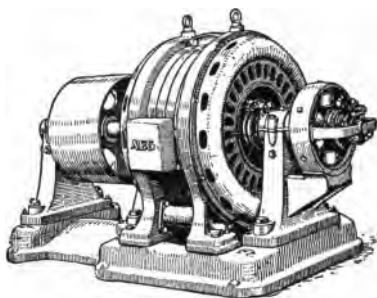


Fig. 14. Dinamo de corriente trifásica con dinamo excitatriz.

(**excitación independiente**) ó se suministra por una pequeña dinamo (**excitatriz**), montada en el mismo árbol del alternador, fig. 14.

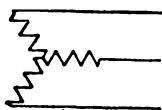


Fig. 15. Conexión en estrella.

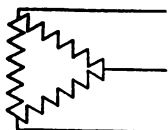


Fig. 16. Conexión en triángulo.

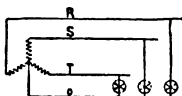


Fig. 17. Sistema trifásico con conductor neutro.

El inducido (estator) de los alternadores trifásicos tiene 3 grupos de bobinas. Los 6 extremos de estos 3 arrollamientos se unen de manera que vayan conectados con 3 bornes (terminales). Esta conexión se puede ejecutar de modo que los tres conductores se unan en un punto (**montaje en estrella ó Y**), fig. 15, ó que formen un triángulo (**montaje en triángulo ó delta**), fig. 16. Del centro de la estrella, fig. 15, ó punto neutro se puede derivar un hilo, llamado **hilo neutro**. La tensión entre los tres hilos conductores de las corrientes, llamados fases y el hilo neutro se llama **tensión simple**, y la diferencia de potencial que existe entre las fases, **tensión compuesta**. La tensión compuesta es igual al producto de la simple por $1.73 (\sqrt{3})$, fig. 17.

La potencia eléctrica p. e. de una generatriz se expresa en **vattios (W)**. Para la corriente continua la potencia es igual al producto de la tensión por la intensidad (vatio=voltio \times amperio). 1000 vattios forman

un **kilovatio (kW)**. El trabajo (energía) producido por una fuerza electromotriz es el producto de la potencia por el tiempo en que se verifica el trabajo, y se mide en **vattios-hora (W-ho)** y **kilovatios-hora (kW-ho)**.

Mientras para la corriente continua el vatio es igual al voltio multiplicado por el amperio, **para la corriente trifásica vale la fórmula: vatio = $1.73 \times \text{voltio} \times \text{amperio}$ (de un circuito) $\times \cos \varphi$.** El término „coseno de φ “ es la expresión matemática para el **factor de potencia** y representa la relación entre la potencia aparente volt-amperio ($\text{voltio} \times \text{amperio} \times 1.73$) y la verdadera; su valor término medio es 0.8.

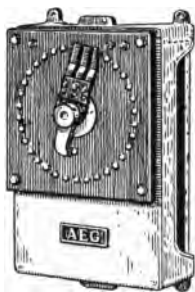


Fig. 18.
Regulador de derivacion
(volante á mano detrás).

Como la tensión de las generatrices se altera dentro de ciertos límites según el valor que tome la carga, hace falta una regulación para lograr cierta regularidad de tensión. La f. e. m. producida depende de la fuerza del campo magnético. La regulación se efectúa por consiguiente modificando la corriente de excitación. Para este efecto se utilizan **reguladores de campo ó reostatos de excitación**, fig. 18, que son resistencias que consumen una parte de la energía destinada á la excitación. La regulación se hace con ayuda de una manivela ó palanca que permite intercalar y desconectar los valores de resistencia requeridos.

Mientras para las dinamos de continua no hay otro medio de regulación que el reostato del campo de excitación, en los alternadores con excitatriz directamente acoplada además del reostato del campo de la excitatriz se puede introducir además otro parecido en el circuito de excitación del alternador, que recibe el nombre de **regulador del campo magnético** del alternador.

En las instalaciones donde la carga de las generatrices varía con frecuencia, y que por consiguiente necesitan un regulaje frecuente, es conveniente sustituir la regulación á mano por **reguladores ó reostatos automáticos**. Estos son cajas de resistencia, en que un pequeño electromotor conectado y desconectado por electroimanes, según las variaciones de la tensión, mueve la palanquita.

Para los alternadores trifásicos se pueden emplear también los **reguladores automáticos „Tirrill“**, fig. 19, que regulan la tensión de la excitatriz y aseguran la igualdad de la tensión trifásica aún cuando las alteraciones de la carga son fuertes y bruscas. En casos especiales se emplean las dinamos excitatrices y los reguladores Tirrill para generatrices de continua.

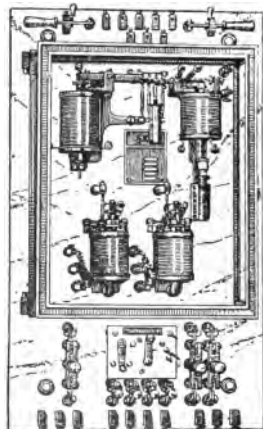


Fig. 19.
Regulador Tirrill.

La energía de una corriente continua, contraria á la alterna, se puede acumular por medio de **acumuladores**, que absorben la corriente, devolviéndola (en sentido contrario) á voluntad y en cualquier momento. Para obtener la tensión que se requiere, los **elementos** necesarios se acoplan en serie para formar la **batería**. La cantidad de corriente que el acumulador puede absorber ó reproducir depende de la superficie y grueso y del número de las placas del elemento.

Esta cantidad expresada en **amperios-hora** (amperio \times hora) representa la **capacidad** de la batería. Por regla general se calcula la capacidad de un acumulador de modo que se pueda tomar de él la corriente máxima por el tiempo de tres horas. Un elemento descargado tiene 1.83 y cargado 2.1 voltios proximamente. Mientras se prosigue la carga, la tensión sube todavía para sostenerse á 2.7 voltios. Para las tensiones de 110 y de 220 voltios generalmente adoptadas para el alumbrado eléctrico se necesitan pues 60 á 120 elementos de á 1.83 voltios. Para cargar la batería de 60 elementos hará falta una tensión máxima de $60 \times 2.7 = 160$ voltios prox., y para la de 120 elementos, una de $120 \times 2.7 = 320$ voltios proximamente.

Una dinamo construida para 110 ó 220 voltios no puede por consiguiente cargar la batería correspondiente sin ciertos requisitos. Para hacer posible esta operación hay tres procedimientos diferentes.

- 1º. Se eleva la tensión de la dinamo aumentando su velocidad en proporción conveniente. Este camino sirve solo para casos excepcionales.
- 2º. La dinamo se construye para la tensión máxima de la carga, y para el funcionamiento normal se reduce la tensión por medio de un reostato del campo de excitación con resistencias especialmente altas (tipo K).
- 3º. Se emplea la dinamo correspondiente con su tensión normal y se acopla una dinamo auxiliar (**elevador de tensión**) en serie con la generatriz principal, produciendo las dos la tensión requerida. Como estos elevadores de tensión no tienen que funcionar mas que durante ciertas horas, y como necesitan una regulación de su velocidad, por regla general son impulsados por un electromotor especial. Las dos máquinas juntas representan en este caso un **survolteur**.

Como al principio de la **descarga** de la batería la tensión es de 2.1 voltios por elemento, y la total de 126 ó de 252 voltios, es preciso reducir el número de elementos, para obtener la tensión normal de 110 ó de 220 voltios. Durante el tiempo de la descarga hay que aumentar progresivamente el número de elementos para mantener constante la tensión normal. Para este objeto sirven los **reductores de carga y descarga, simples y dobles**, fig. 20. Los primeros no permiten la carga y descarga mas que sucesivamente, los últimos en cambio admiten tomar cierta cantidad de corriente durante el tiempo de la carga.

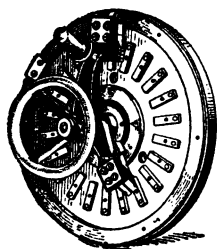


Fig. 20. Reductor.

Puesto que los reductores de carga y descarga, lo mismo que los reostatos de regulación de las generatrices requieren un regulaje frecuente, se han construido **reductores de carga y descarga automáticos** que accionados por las variaciones de la tensión mueven la manivela del reductor automáticamente. Una clase especial de los reductores de carga y descarga automáticos representa el sistema **Trumpy**, cuyas manivelas son movidas directamente por dos grandes electroimanes (en vez del motorcito).

Puesto que para la unión de los reductores de carga y descarga con los elementos de la batería se necesitan muchos hilos de cobre, se procura siempre montarlos inmediatamente al lado de la batería. Para mayores distancias se emplean reductores de carga y descarga automáticos, sobre los que la tensión sin embargo no ejerce influencia ninguna, sino que están provistos de interruptores de boton (pulsadores) para **acción á distancia**, colocados cerca de la generatriz.

Para medir las intensidades y tensiones de las corrientes producidas por una generatriz se emplean aparatos de medida, cuya aguja se mueve encima de una escala graduada, permitiendo la lectura directa del número de los amperios (**amperímetros**) ó de los voltios (**voltímetros**) de la corriente. Para la medida de la potencia en vatios, especialmente de las corrientes alternas, se usa el **vatímetro**, cuya lectura se hace de igual manera. (Detalles sobre la diferencia de los aparatos de medida, electromagnéticos, ferrodinámicos y los de precisión se enumeran en el catálogo.)

Para la medida de la energía eléctrica en vatios-hora (kilovatios-hora) se emplean los **contadores** (contadores de energía eléctrica), que por medio de una disposición adecuada indican la cantidad de energía que ha pasado por ellos. (Detalles sobre las diferencias esenciales de los diversos sistemas, en el catálogo.)

Mientras los aparatos de medida indican las magnitudes de la corriente eléctrica, una multitud de interruptores y conmutadores sirven para abrir ó modificar los caminos que ha de tomar la corriente.

El **interruptor normal** (de presión, llave, ó palanca) representa un punto de interrupción de la continuidad del circuito, accionado á mano. Los **conmutadores** son como cambios de vía, en los que se ramifica la corriente, puede pasar por una ú otra rama según la posición del conmutador. Los **conmutadores de dos y mas direcciones y los de serie** son una clase especial de interruptores de llave que permiten encender grupos de lámparas sucesivamente. (Detalles sobre las diferentes clases de interruptores y conmutadores en el catálogo.) Las **cajas de contacto** con su enchufe son interruptores que establecen ó interrumpen el contacto entre conductores fijos y móviles. Hay aparatos bi y tripolares consistiendo cada uno de una parte móvil (**clavija**) que entra á frotamiento en la parte fija (**caja ó toma de contacto**). (Detalles en el catálogo.) Todas las generatrices están construidas para una potencia máxima determinada, de la que no debe pasarse para no provocar un calentamiento excesivo y averías.

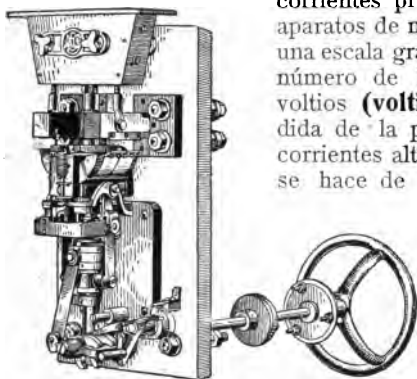


Fig. 21.

Disyuntor automatico de máxima para corriente continua.

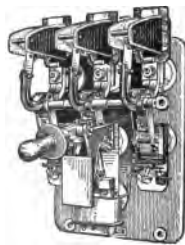


Fig. 22.

Disyuntor automatico de máxima para corriente trifásica.

Por este motivo hay que proveer sus circuitos de aparatos que interrumpan la corriente automáticamente al exceder de este valor máximo admisible. Los **cortacircuitos de seguridad** (fusibles) empleados con este objeto son en principio unos hilos ó láminas cortos y de sección muy pequeña, generalmente de plata. Estos están calculados de manera que al pasar la intensidad de la corriente el limite de admisibilidad, los hilos se calientan rápidamente y se funden, interrumpiendo así el circuito. Esta elevación excesiva de la intensidad se debe en la mayor parte de los casos al contacto directo de dos conductores de diferente polaridad (corto circuito), en este caso la resistencia que se opone á la f. e. m. es sumamente pequeña, y la intensidad puede adquirir valores extraordinariamente altos. Para evitar los efectos destructores de estas corrientes, los cortacircuitos deben cortar el circuito inmediatamente.

Por consiguiente están provistas de interruptores de palanca y de cortacircuitos todas las máquinas eléctricas como asimismo las baterías de acumuladores. En los últimos tiempos se han combinado las dos disposiciones en forma de **disyuntores automaticos de máxima**, fig. 21 y 22, que se pueden accionar á mano, pero además tienen un electroimán que en cuanto tome la intensidad un valor excesivo, atrae un vastago que por su parte mueve la palanquita del interruptor. Para que no se corte la corriente en el caso de ser momentaneo el exceso de intensidad, y sin perjuicio para la máquina, se emplean los **automaticos de máxima con relevador (relais) de tiempo** de modo que la interrupción no se efectúa sino cuando la elevación excesiva de la corriente dure cierto tiempo (2 á 20 segundos).

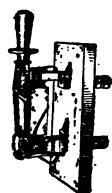


Fig. 23.
Automatico de
mínima.

Análogos al automatico de máxima hay **automaticos de inversión de corriente**, que se emplean en instalaciones con mas de una generatriz (especialmente donde tienen que trabajar junto con acumuladores). Funcionando p.e. una dinamo junto con una batería de acumuladores, la tensión de la generatriz puede bajar mucho p. e. por una avería del motor, y la corriente de la batería podía correr á la dinamo. En este caso el automatico de inversión de corriente abriría enseguida el circuito. Para el mismo objeto se emplean con frecuencia los **automaticos de mínima**, fig. 23, que interrumpen la corriente antes de que llegue á una inversión, es decir cuando el valor de la corriente se aproxime á cero. Los disyuntores automaticos accionados por electroimanes se pueden construir también de modo que no interrumpan solamente sino que restablezcan también la corriente automáticamente. Esta construcción se emplea para la **acción á distancia de interruptores**, fig. 24, cuyos electroimanes se conectan por medio de hilos muy delgados con pulsadores. Estableciendo la corriente debil que ha de accionar sobre los electroimanes en uno ú otro sentido, estos efectúan la interrupción y conexión. En vez de los pulsadores se pueden emplear **interruptores de acción á distancia**, fig. 25.



Fig. 24.
Interruptor de
distancia
(sin cuvierito).

Una forma especial de los interruptores electromagnéticos representan los **interruptores automaticos de seguridad**, fig. 26, que no pueden ser accionados á mano, sino únicamente por el circuito electromagnético que se abre y cierra en otro sitio. Se emplean principalmente para la puesta en marcha y el paro de los motores, los reostatos de arranque de cilindros (controler), la regulación de los ascensores, etc.; se pueden construir al mismo tiempo para la interrupción de máxima ó de mínima.

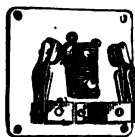
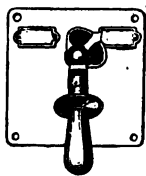


Fig. 25.
Interruptor de acción á distancia.
delante detrás

Las conexiones mas frecuentes que se hacen con ayuda de los interruptores y conmutadores son la **conexión en serie** y la **en derivación ó paralelo**. Las dos tienen aplicación general para todos los aparatos y circuitos eléctricos. Para mas sencillez vamos á explicar sus propiedades en el acoplamiento de las dinamos de continua. El **acoplamiento en serie** consiste en que un polo de una generatriz se une al polo opuesto de la segunda, el otro de la segunda al opuesto de la tercera, etc. En este montaje, fig. 27, se suman las tensiones de las máquinas de modo que la tensión total será igual á la suma algebraica de las simples. La intensidad de la corriente que pasa por las dinamos acopladas de esta manera es por supuesto igual en el circuito entero. Este acoplamiento se emplea relativamente poco para las generatrices, en general sirve para acoplar el elevador de tensión á la dinamo principal. En cambio es muy usado para el montaje de los acumuladores, de las lámparas de arco voltaico, etc. La **conexión en paralelo** se ve en casi todas las centrales eléctricas; por razones de seguridad la carga total se

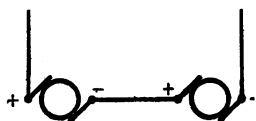


Fig. 27.
Conexión en serie.

reparte muy á menudo entre dos ó mas generatrices ó una dinamo y una bateria de acumuladores. Este acoplamiento consiste en unir todos los polos de igual nombre, fig. 28. De esta manera se suman las intensidades de modo que la intensidad total es la suma algebraica de las simples. En cambio es preciso que las generatrices acopladas en paralelo tengan igual tensión. Para asociar en paralelo dos dinamos de continua (ó una con una bateria de acumuladores) no hace falta más que poner al mismo nivel las tensiones de las máquinas mediante los reostatos del campo de excitación. Para los alternadores trifásicos no es tan facil el acoplamiento en paralelo. Las dos máquinas deben tener ademas de igual tensión la frecuencia exactamente igual y sus fases tienen que concordar en el momento de la conexión, es decir que las curvas de las tensiones de las dos máquinas tienen que tomar su valor máximo de igual sentido y el valor cero en el mismo momento (**sincronismo**). La primera de estas condiciones, la igualdad de tensión se obtiene por medio de la regulación de los reostatos del campo magnético de los alternadores y de las excitatrices.



Fig. 26. Tapa
protectora
(sin cubierta).

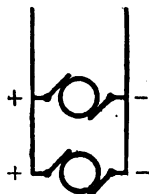


Fig. 28.
Conexión en
paralelo.

La frecuencia depende solo del número de revoluciones y se ajusta regulando la velocidad de las máquinas motrizes de los alternadores; se averigua por lectura directa en el **frecuencímetro**. Para buscar las fases sincronicas se emplean los **indicadores de fases (lámparas de acoplamiento, voltímetros de fases)**. Estos permiten la comparación del defasaje entre las dos máquinas. La lámpara incandescente, alimentada por la tensión diferencial (causada por el defasaje) tiene que brillar y volver á apagarse. Generalmente se construyen de manera que al apagarse por completo la lámpara, las fases son concordantes. De manera análoga sirven los voltímetros de sincronización cuya aguja oscila mientras haya defasaje y que se mantiene fija cuando están sincronizadas las máquinas. Como el cumplimiento de las tres condiciones, especialmente el sincronismo es difícil de conservar mucho tiempo, hay que efectuar el acoplamiento en el momento de haber conseguido las tres condiciones requeridas. Para regular la velocidad y ajustar frecuencia y sincronismo de varios alternadores, cada uno de los máquinas motrizes debe estar provisto de un regulador de velocidad.

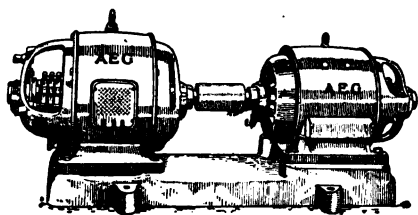


Fig. 29.
Motor-generador.

Para que la corriente eléctrica no se separe del camino que le trazan sus conductores, estos tienen que ser electricamente separados (**aislados**) de otros cuerpos, especialmente de otros, conductores de corriente eléctrica. Para este efecto se envuelven los conductores en materias aisladoras (malos conductores) ó se instalan en cuerpos aisladores. Para comprobar si el **aislamiento** de un conductor es bueno, hay que medir la resistencia que ofrecen los cuerpos aislantes á la pérdida de corriente (**resistencia de aislamiento**). Se distingue la resistencia de aislamiento entre los conductores de diferente polaridad de una instalación (ó canalización) y la resistencia de todos los conductores á la pérdida á tierra (ó los cuerpos que están en comunicación con ella). Si la resistencia de aislamiento entre conductores de signo contrario se hace muy pequeña, se forma un corto circuito, y si la resistencia á tierra es muy pequeña se habla de **derivación á tierra**. Para medir las resistencias de aislamiento se emplean los **indicadores de aislamiento (indicadores de tierra)**, basandose generalmente en la medida de la tensión entre los conductores y los cuerpos de su ambiente ó la tierra. (Para mas detalles consultar „Medida del aislamiento“.)

Todos los aparatos de medida, interruptores, conmutadores, cortacircuitos, reostatos, reductores de carga y descarga, indicadores de fases, indicadores de aislamiento, etc. se reunen generalmente para formar un **cuadro de distribución**. Este consta generalmente de placas de marmol (paneles) en los que están montados los aparatos y sus conexiones.

Para transformar la corriente continua en alterna (ó viceversa) hay que alimentar un electromotor con la corriente que se quiere transformar é impulsar con el una generatriz de la corriente requerida.

Las dos máquinas se acoplan directamente. Estos **transformadores** de corriente se llaman **motor-generadores**, fig. 29. Mientras estos se componen de dos máquinas completamente independientes que tienen cada una su inductor, se puede hacer la disposición de manera que no haya mas que un sistema de excitación común, y que la armadura que gira en este sistema tenga arrollamientos para los dos circuitos (**convertidores**), fig. 30. Las tensiones de la corriente suministrada y de la transformada guardan una relación determinada; las de la corriente continua y de la trifásica tienen la proporción aproximadamente de 1:0'615 (hasta 0'66). Como esta proporción por regla general no da la tensión deseada hay que intercalar en el circuito trifásico un transformador. Para regular la tensión en proporciones grandes y variables es preciso además un **transformador giratorio (regulador de tensión)** que permite el regulaje gradualmente y á voluntad.

Para la transformación de la corriente alterna en continua hay además los **rectificadores de vapor de mercurio**. Los de bajas potencias tienen una ampolla de cristal en cuyo interior se ha hecho el vacío, los de potencias elevadas, un recipiente de hierro, dentro del cual se produce entre dos ó tres electrodos un arco de mercurio, que tiene la propiedad de no dejar pasar mas que las semiondas de igual sentido de la corriente alterna (pero no la otra mitad de sentido contrario). Estos aparatos no necesitan continuamente personal para su funcionamiento y no tienen partes móviles.

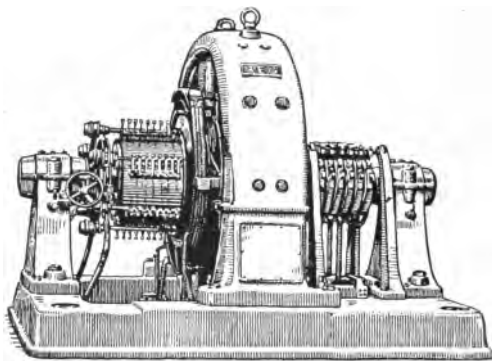


Fig. 30.
Convertidor.

Para la transformación de la corriente alterna en una de igual caracter pero de diferente tensión se emplean **transformadores** fijos (estáticos), que contienen dos sistemas de arrollamiento con núcleos de hierro. Por un sistema (**arrollamiento primario**) se hace pasar la corriente alterna existente. Esta produce en el segundo sistema (**arrollamiento secundario**) por el efecto de la inducción otra corriente de igual forma (mono-, bi-, ó trifásica) pero la tensión se altera con relación al número de espiras de los arrollamientos.

Esta relación entre la tensión suministrada y la reproducida (tensión de primario y de secundario) recibe el nombre de **relación de transformación** (factor de transformación) del transformador. Los arrollamientos se pueden proveer en el curso de las espiras de **derivaciones**, de modo que aparte de la tensión en los finales se pueden derivar tensiones fraccionarias de diferentes valores.

Mientras los transformadores de potencias reducidas y tensiones bajas son de construcción descubierta, los de potencias y tensiones elevadas se sumergen en cajas de hierro llenas de aceite. (Detalles en el catálogo.)

El grueso de un hilo conductor depende en primer lugar de la intensidad de la corriente que ha de pasar por el. La potencia en vatios que un conductor puede transmitir es por consiguiente tanto mayor cuanto mas alta es la tensión. Para transmitir con el hilo de menor sección posible la mayor potencia, hay que escoger la mayor tensión posible. Como la elevación del voltaje de las corrientes alternas por medio de los transformadores estaticos es mas facil que la de la corriente continua, se emplean casi únicamente las corrientes alternas para atravesar grandes distancias con potenciales elevados. Las normas fijadas de la Asociación de Electrotécnicos dividen las tensiones en bajas y altas (**bajo y alto voltaje**). La primera comprende tensiones hasta de 250 voltios (excepción para el sistema trifilar, mas adelante). Todas las tensiones mayores de 250 voltios se consideran como altas tensiones y se emplean hoy ya en la práctica hasta 100000 voltios. Para interrumpir corrientes de mas de 1000 voltios hacen falta interruptores especiales en que la ruptura del circuito se verifica dentro de aceite (**interruptores de aceite**). Estos se pueden combinar, lo mismo que los interruptores descubiertos, con automaticos de máxima ó de inversión de corriente y con interruptores para acción á distancia. Como todas las corrientes de alta tensión son peligrosas para la vida y como no se puede observar la interrupción en los interruptores de aceite cerrados, se monta delante de estos un **interruptor separador** descubierta, que representa un punto de separación visible, y que no se debe abrir nunca antes de interrumpir la corriente con el interruptor de aceite. (Detalles en el catálogo.) En corriente continua se utilizan en general dos conductores para ida y vuelta de la corriente (**Sistema bifilar**). El de ida se conecta con el polo positivo y el de vuelta con el negativo, fig. 31.



Fig. 31.

Sistema
bifilar.

Para vencer mayores distancias sin elevar la tensión de consumo se pueden conectar en serie dos sistemas bifilares, de modo que tengan común el **hilo central (hilo neutro)**, se habla entonces del **sistema trifilar**, fig. 32. El hilo neutro del sistema trifilar debe **comunicarse con tierra**. Los sistemas trifilares con una tensión de mas de 250 voltios entre los hilos extremos, pero cuya tensión entre uno de los hilos laterales y el neutro no llega á 250 voltios se consideran, conforme á las normas fijadas, como instalaciones de bajo voltaje. La alimentación del sistema trifilar se hacia al principio por medio de dos generatrices acopladas en serie, y derivando el hilo neutro de la conexión de las dos máquinas. El **distribuidor de tensión** de la AEG hace posible el empleo de una sola dinamo para la tensión entre los hilos extremos laterales, mientras el neutro se conecta con el distribuidor de tensión.

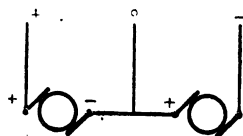


Fig. 32.

Sistema trifilar.

Este es un transformador auxiliar fijo y está en contacto con el devanado del inducido por medio de dos anillos rozantes, fig. 33.

Para la corriente trifásica se necesitan tres conductores (fases), entre los que existe la tensión compuesta, y los tres se han de conectar con los motores trifásicos. Para distribuir la corriente á mayor distancia sin aumentar la tensión de las lámparas, se dispone un hilo neutro que se une al punto neutro del alternador ó transformador. También este hilo neutro del **sistema de cuatro hilos para la corriente trifásica** se pone en comunicación con tierra, y todas las lámparas se conectan con una de las fases y el hilo neutro. En instalaciones con pocas lámparas es suficiente hacer la derivación de una ó dos fases y del hilo neutro. La tensión de trabajo de los motores es en este caso igual á la de las lámparas multiplicada por 1.73.

La conducción de la corriente eléctrica se hace generalmente con **hilo de cobre**, porque este metal, aparte de los preciosos, es el que ofrece menos resistencia al paso de la corriente, ó sea el que tiene la mayor **conductibilidad**. Como también el cobre tiene una resistencia apreciable, siempre se destruye una parte de la energía eléctrica en el conductor (**caída de potencial, pérdida de tensión**). El grueso de los hilos conductores se clasifica siempre con referencia á la forma de cable, que es la que mas se emplea, según la sección. La selección de las secciones de los conductores se hace con respecto á tres puntos de vista.

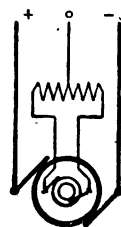


Fig. 33

Dinamo sistema trifilar.

1. Con relación á la resistencia mecánica del hilo de cobre.
2. Con relación al calentamiento del conductor por la corriente.
3. Con relación á la pérdida de tensión.

(Para mas detalles consultense las tablas.)

En redes de importancia, especialmente en las grandes poblaciones, la pérdida de tensión generalmente admitida de un tanto % reducido, implicaría secciones extraordinariamente grandes para los conductores. En estos casos se eligen **puntos de alimentación** (cajas de distribución) que reciben la corriente por arterias directas que no se ramifican (**feeders**). Estas arterias se calculan con una pérdida de carga hasta de un 10 % de la tensión de trabajo, procurándose de mantener constante la tensión en los terminales de las arterias, es decir en las cajas de distribución. De esta manera se puede admitir otra perdida de tensión del 3 % aproximadamente dentro de la **red de distribución**. Para que se pueda mantener constante la tensión en las cajas de distribución hay que vigilarlas desde la fábrica generatriz. Para este objeto se unen estos con la fábrica por medio de hilos delgados (**hilos de medida, hilos pilotos**).

Las normas fijadas distinguen según la estructura las clases de **conductores** siguientes, dando instrucciones terminantes sobre su construcción.

A. Conductores desnudos. (Los que están protegidos solo contra influencias químicas se equiparan con los desnudos.)

B. Conductores aislados:**I. Conductores para colocación fija.**

Conductores aislados con goma para instalaciones de bajo voltaje Marcas KGC (con un tenor reducido en goma), NGA (con un tenor mas elevado en goma).

Conductores aislados con papel impregnado, para conductores neutros ó comunicados con tierra. Marca CSW.

Hilos con cubierta protectora metálica, para instalaciones de bajo voltaje, para colocación visible que permita la investigación de la linea sin necesidad de deteriorar las paredes. Marca CMS.

Conductor de un hilo armado, solo para colocación fija, para tensiones hasta de 1000 voltios. Marca NPA.

II. Conductores para aparatos de luz.

Hilo para montar las lámparas, solo en el interior de los aparatos de alumbrado y junto con ellos, para instalaciones de bajo voltaje. Marca NFA.

Cordón flexible para montar suspensiones de contrapeso. Marca NPL.

III. Conductores para la unión de aparatos portátiles.

Cordón de un hilo, aislado con caucho, para poco uso mecánico, dentro de habitaciones secas. Para instalaciones de bajo voltaje. Marcas ASC (con un tenor reducido en caucho), NSA (con un tenor mas elevado en caucho).

Cordón para talleres, para instalaciones de bajo voltaje dentro de talleres y establecimientos de agricultura, construcción sencilla (para lamparas portátiles), Marcas NHH (trenzado de algodón) ó NHK (trenzado de cáñamo); para mediano uso mecanico: Marcas NWK; para servicio brusco: cable armado.

IV. Cables forrados de plomo.

Cables con aislamiento de caucho y forrados de plomo.

Cables con aislamiento de papel ó fibra impregnada y forrados de plomo.

Cables unipolares forrados de plomo, para corriente continua, con ó sin hilo piloto, hasta 750 voltios.

Cables concentricos y entorchados, forrados de plomo, con ó sin hilo piloto.

De los conductores aislados para colocación fija, los hilos con cubierta metálica protectora y los conductores armados se colocan directamente encima de las paredes y otras partes de los edificios. Los conductores aislados con caucho ó papel impregnado se **instalan descubiertos**, es decir en **poleitas de porcelana** con pequeños intervalos ó en **aisladores de campana** con mayores distancias, sujetando el conductor con alambre de retención. **Las grapas de porcelana** hacen las veces de las poleitas y simplifcan la sujeción. O los conductores se colocan dentro de **tubos de caucho** vulcanizados empotrados en la pared (**debajo del tendido**), ó dentro de **tubos aislantes (tubos de cartón)** encima ó debajo del tendido. El tubo de cartón tiene una **cubierta de latón ó de hierro con baño de plomo**; se compone de piezas sueltas que se enchufan ó tiene una cubierta fuerte de hierro (**tubo de acero**) que tiene roscados los extremos y se une por medio de manguitos, de modo que se forma un ajuste impenetrable por el agua y gas.

Para proteger las instalaciones que están en comunicación con redes aéreas muy largas contra deterioros causados por descargas atmosféricas (tormentas), es imprescindible proveerlas de **pararrayos**.

Por lo general consisten en una distancia explosiva (espacio de chispa), es decir que un conductor se conecta con una pieza metálica, dispuesta á poca distancia de otra, comunicada con tierra. Si por la acción de la electricidad atmosférica la tensión se eleva mucho, una chispa, franqueando el pequeño intersticio, salta del conductor al hilo de tierra. Para las tensiones hasta de 2000 voltios de continua ó de 500 voltios de corriente alterna es suficiente el pararrayos con distancia explosiva dentro de una caja cuadrada de porcelana y una resistencia intercalada en el conductor á tierra. Esta resistencia es necesaria para evitar un corto circuito completo, en caso de funcionar los pararrayos de las dos polaridades simultaneamente. Para las tensiones mayores se emplean los **pararrayos de cuernos**, fig. 34, que tienen una distancia explosiva entre dos varillas divergentes de cobre.

En las instalaciones de corriente alterna, especialmente en las de alta tensión, se pueden formar elevaciones de tensión en grandes dimensiones, sin que las causen descargas atmosféricas. Para contrarrestar estas sobretensiones, que en los extremos de una línea pueden subir según las circunstancias á un múltiplo de la tensión de trabajo, se colocan en estos puntos **descargadores de sobretensión**, que en su principio son análogos á los parachispas y cuya parte principal es una distancia explosiva. Una clase especial de estos descargadores son las **protecciones de alto voltaje** que se colocan en el lado de baja tensión de los transformadores, conectados con el punto neutro, para conducir á tierra la corriente, en caso de haber penetrado corriente de alta tensión en el arrollamiento de baja tensión. Estos descargadores (protecciones, explosores) son cajas de porcelana en las que se encuentran tapones con rosca, y que contienen una pequeña distancia explosiva.

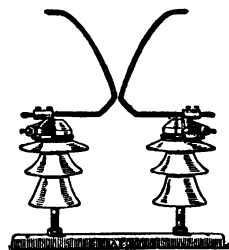


Fig. 34.

Pararrayos de cuernos.

Lo mismo que las generatrices, todos los conductores deben estar protegidos, lo que se hace por medio de **cortacircuitos de seguridad** mas ó menos potentes según la sección de los conductores. (Detalles sobre la graduación se encuentran en las tablas.) Se distinguen los cortacircuitos ó **fusibles descubiertos y cerrados** (de tapón). Los cortacircuitos descubiertos tienen como fusibles unos hilos de plata conectados en paralelo entre las correspondientes piezas de contacto. En los cortacircuitos cerrados los hilos fusibles están alojados en una pieza de porcelana rellena de una materia aisladora, que al fundirse el hilo asegura mas la interrupción del circuito. Los cortacircuitos cubiertos con fusibles para corrientes hasta de 60 amperes deben cumplir las prescripciones terminantes y detalladas de la Asociación. Como esto exige un conocimiento exacto de las diferentes influencias que sufren y de la manera de su fabricación, hay que advertir á los operarios se abstengan en absoluto de reponer los fusibles de los tapones después de fundidos. Solo cuando la casa constructora ejecuta la reparación, hay la suficiente

garantía de la graduación adecuada y de un buen funcionamiento. Los tapones deben estar contruidos de manera que sea imposible confundirlos con otros para intensidades distintas. Esto se consigue dando á la parte roscada de los tapones un diametro diferente para las distintas potencias, de modo que la rosca de un tapón para mayor intensidad no entre en la de la placa que contiene los topes de contacto, de menor intensidad. El sistema puesto en uso hasta ahora de distinguir los cortacircuitos solo por la diferencia de altura de los tapones y placas debia de abandonarse.

Según las normas de la Asociación hay que procurar de reunir los cortacircuitos lo mejor posible. Lo mas conveniente es reunirlos en los paneles ó tableros de un **cuadro de distribución**. De estos centros de derivación se derivan las líneas que llevan á los abonados la corriente para trabajos mecánicos (electromotores), alumbrado (lámparas de incandescencia y de arco) y energía térmica (aparatos de calefacción y de cocina).

Los electromotores de corriente continua representan una reversión de la dinamo, y generalmente se puede utilizar la misma máquina para los dos efectos.

Lo mismo que en las dinamos se distinguen en los motores de continua:

Motores en derivación (shunt), fig. 6, cuya velocidad baja muy poco con el aumento de la carga; son por consiguiente los que mas se emplean.

Motores en serie, fig. 7, cuya velocidad baja al aumentar la carga. Estos motores girarian con mucha velocidad, siendo muy pequeña la carga; si la carga se hiciese cero, la velocidad tomaria hablando teóricamente, el valor de infinito, es decir que con una velocidad elevadísima el rotor podría explotar por el efecto de la fuerza centrífuga desarrollada. Para que esto no ocurra, hay que evitar la posibilidad de que desaparezca la carga, ó hay que disponer un aparato de seguridad que interrumpa la corriente automaticamente al aumentar con exceso la velocidad. Los motores en serie por consiguiente se emplean principalmente donde la carga no puede disminuirse demasiado (p. e. en los trenes electricos) y donde se necesita al mismo tiempo una fuerza de arranque elevada.

Motores compensados (compound), fig. 8, en los que la relación entre velocidad y carga representa un término medio entre la de los motores shunt y serie. La velocidad aumenta sensiblemente con la disminución de la carga, pero embalsarse es imposible.

La potencia útil de un motor se medía antes en **caballos-vapor** (h.p.). Hoy día se ha adoptado el kilovatio (unidad de energía eléctrica) como base de medir la energía mecánica. 1 h. p. = 0.736 kilovatios. Esta potencia mecánica producida por el motor no debe confundirse con la potencia eléctrica gastada, que se ha transformado en energía mecánica.

Por supuesto es mayor la potencia gastada que la producida, en el valor de las pérdidas por calentamiento, rozamiento etc. La relación entre las potencias suministrada y desarrollada se denomina **factor de rendimiento** del motor.

$$\eta \text{ (factor de rendimiento)} = \frac{\text{potencia desarrollada en kilovatios}}{\text{potencia gastada en kilovatios}}$$

Cada motor lleva una **placa indicadora** de constantes y características, fig. 35, que debe indicar la potencia útil, la corriente que gasta, la tensión normal y el número de revoluciones por minuto (r. p. m.).

Esta el inducido de un motor de corriente continua sin movimiento y se hace pasar por el la corriente, su intensidad alcanzaría un valor muy elevado por la poca resistencia que encontraría en el rotor, y esta intensidad disminuiría solo al aumentar la velocidad del motor. Para limitar en lo posible esta intensidad en el tiempo del arranque, se intercala una resistencia (**reostato de arranque**), fig. 36 y 37, que se suprime gradualmente con el aumento de la velocidad. Como la corriente no pasa mas que unos instantes por el **reostato de arranque**, este se construye solo con la suficiente capacidad para no recalentarse durante los pocos instantes del arranque. Es por consiguiente inadmisibles emplear los reostatos de arranque para un paso de corriente continuo.

Para regular la velocidad de los motores en derivación hay dos medios. Se intercala en el circuito del inducido un reostato calculado para el paso continuo de la corriente, lo que disminuye la tensión del circuito principal y tiene por resultado la reducción de la velocidad del motor. Esta **regulación del circuito principal** por consiguiente sirve solo para disminuir la velocidad y es poco económica, puesto que reduce la potencia

del motor, consumiendo cantidades apreciables de energía, transformándola en calor. Llamamos aquí la atención sobre el hecho de que estas resistencias producen la disminución requerida de velocidad solo en el caso de pasar por el inducido la corriente entera, ó sea á plena carga. A menor carga la disminución de velocidad será relativamente menor.

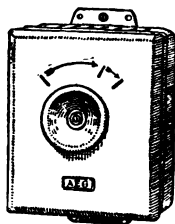


Fig. 36.

Reostato pequeño
para regulación
(para colgar).

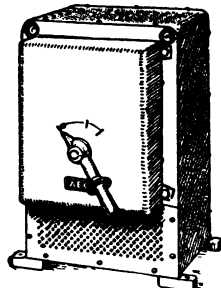
El segundo medio de regular la velocidad, consiste en intercalar una resistencia en el circuito de excitación. Por este

medio se reduce la corriente excitatriz, debilitando el campo magnético, lo que produce un aumento de la velocidad.

• MOTOR NO. 2047925 •	
TIPO KR 1'8 GR II	VOLTS 110
AMP. 16'6	VOLTS EXCITATION —
CAPACIDAD PERMANENTE KW —	R.P.M. —
• MIN 45 KW 1'3 R.P.M. 780 •	

Fig. 35.

Placa de fuerzas de un motor de corriente continua, para trabajo intermitente. (Gruas y otros.)

Fig. 37. Reostato grande
(para colgar en el suelo).

Como la corriente de excitación es insignificante, se destruye poca energía, sin que baje la potencia del motor. Esta **regulación del campo de excitación** para aumentar la velocidad es pues muy económica. Por este motivo se ha hecho amplia aplicación de la regulación del campo en derivación, para lo que se prestan especialmente los **motores con polos auxiliares**, porque en estos no se producen chispas de conmutación aunque se debilita mucho el campo magnético.

Los motores de **corriente trifásica**, contrarios á los de continua, son muy distintos de las generatrices. La corriente trifásica no se suministra á la parte giratoria (**rotor, inducido, armadura**), fig. 38, sino á la parte fija (**estator**), fig. 39. La carcasa contiene un cilindro hueco de hojas delgadas de palastro, dentro del cual se alojan tres arrollamientos distribuidos simétricamente en la periferia. Los arrollamientos pueden estar montados en **estrella (Y)** ó en **triángulo ó delta (Δ)** (ver fig. 15 y 16). Para un mismo motor, montado en estrella se necesita una tensión igual al producto de la que sería necesaria para el motor montado en triángulo multiplicada por 1.73. Así se puede emplear un motor para 380 voltios, montado en estrella, también para 220 voltios montado en triángulo, ó uno de 220 voltios conectado en estrella servirá para 125 voltios, conectado en triángulo. Estos motores llevan muchas veces la indicación doble: 380/220 voltios, ó 380 voltios **Y** (estrella). La placa indicadora de constantes y características del motor trifásico tiene que indicar además de los datos necesarios para los motores de continua, la frecuencia de la corriente y el montaje de los arrollamientos, fig. 41.

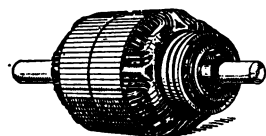


Fig. 38. Inducido de un motor de corriente trifásica.

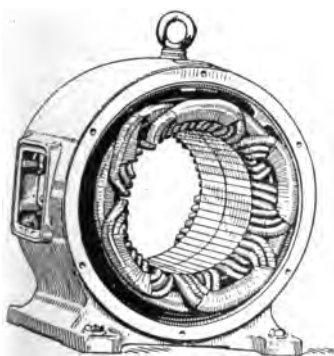


Fig. 39. Armazón de un motor de corriente trifásica.

En los arrollamientos del rotor nacen corrientes solo por inducción. Como no hay que suministrar á la armadura corriente ninguna, no hacen falta ni escobillas ni anillos rozantes. El rotor de estos motores de inducción (motores asincronos de campo giratorio) se llama **inducido en circuito corto**. El arranque de un motor asincronico se puede hacer sencillamente cerrando el interruptor para establecer la corriente del estator. Esto provoca un golpe de corriente instantanea que puede crecer hasta el quintuplo ó sextuplo de la intensidad normal. Como esto generalmente se desea evitar con respecto á los abonados colindantes, la puesta en marcha se puede hacer gradualmente, en los motores pequeños por medio de un **reostato de arranque de estator**, en los de mayores potencias con un transformador de arranque.

Otra manera de disminuir la corriente para el arranque de los motores asincronos consiste en la aplicación de los **conmutadores de estrella-triángulo**.

Si los arrollamientos del estator están contruidos de manera que para la tensión de trabajo estén montados en triangulo, se pueden conectar en estrella para el arranque, lo que origina una aceleración mas moderada y un golpe de corriente poco sensible. Asi los motores de 380 voltios con montaje en estrella se pueden poner en marcha conectados en triangulo por medio de un conmutador de estrella-triangulo, y funcionar hasta 220 voltios montados en triangulo.

Si se quiere mejorar mas todavia las condiciones del arranque hay que disminuir la velocidad del rotor durante el tiempo de arranque del motor. Esto se consigue intercalando una resistencia en los arrollamientos del rotor. Se ponen en la armadura tres anillos rozantes, cuyas escobillas están conectadas con la resistencia (**inducido con anillos rozantes**). Lo mismo que en los motores de continua estos **reostatos de arranque** son contruidos solo para un paso de la corriente durante poco tiempo, porque despues de arrancado el motor se desconectan. Para preservar de un desgaste inutil los anillos, que tambien solo durante el arranque son necesarios, hay dispositivos para poner en comunicaci3n los tres anillos, y para levantar las escobillas. Las armaduras con anillos rozantes con **pieza de circuito corto y levantaescobillas** se llaman **inducidos con anillos rozantes y levantaescobillas**.

Para regular la velocidad del motor, las resistencias del reostato de arranque se pueden calcular sencillamente para el paso continuo de corriente, é intercalar en los circuitos del rotor los valores necesarios (para la regulaci3n de la velocidad). En este caso las escobillas tienen que estar puestas continuamente y el levantaescobillas no es necesario. Estas armaduras se denominan **inducidos con anillos rozantes para regulaci3n**. La regulaci3n hecha de esta manera permite solo la reducci3n de la velocidad normal, aumentarla no es posible en los motores trifásicos. (Para la selecci3n adecuada de los tipos de armadura consultense las indicaciones del catálogo.)

Para que se pueda modificar ampliamente la velocidad de los motores trifásicos, y sin pérdidas sensibles, se contruyen **motores trifásicos con colector** (especiales). Tienen un estator como los motores trifásicos corrientes, pero la armadura tiene un colector parecido al de las máquinas de corriente continua. La regulaci3n se hace con ayuda de conmutadores de regulaci3n especiales, raras veces modificando el decalaje de las escobillas.

Todos los motores además de la contrucci3n abierta, que deja grandes aberturas en la tapa de cojinete, pueden ser protegidos ó blindados en diferentes grados. Se distinguen los motores **protegidos** con rejillas en

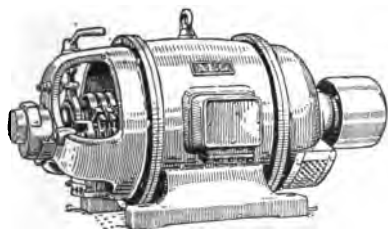


Fig. 40.

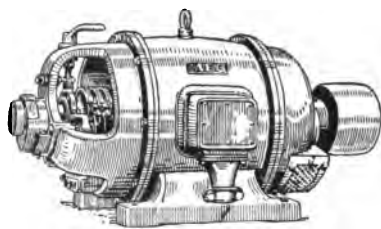
Cojinete con
anillo de un
elektro-motor.

● MOTOR		NO. 2122723 ●	
TIPO	D 60/4	FRECU.	50
VOLTS	380 Y	AMP.	9.1
R.P.M.	1450	VOLTS ROTOR	145/205
CAPACIDAD PERMANENTE	KW 4.4	COS φ	0.85
● MIN	KW —	COS φ	— ●

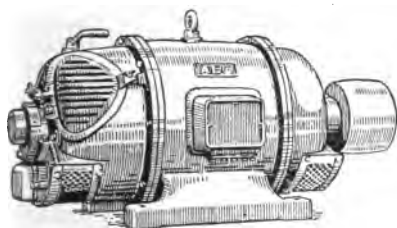
Fig. 41. Placa de un motor de corriente alterna trifásica con inducido bifilar.



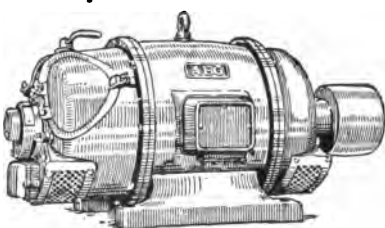
Abierto, para hilo suelto.



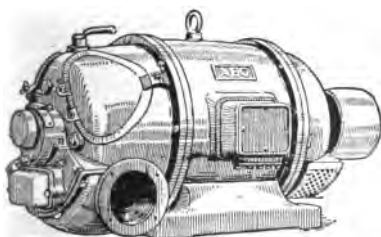
Abierto, para terminal de cables.



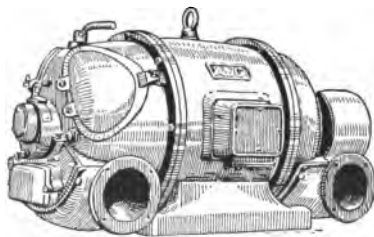
Ventilado protegido y aereado.



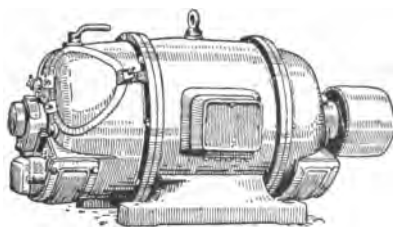
Blindado y ventilado.



Cerrado y ventilado con empalme de tubo en un costado.



Cerrado y ventilado con empalme de tubos de ambos costados.



Cerrado.

Fig. 42. Construcciones de motores de corriente trifásica.

la tapa, que permiten la entrada del aire, pero no la de gotas de agua, los motores **blindados** que cierran la entrada del aire por completo y los motores **blindados y aereados** (ventilados) ó **protegidos y aereados**, cuando la tapa tiene orificios para la circulación del aire y el motor está provisto de un ventilador. La figura 42 demuestra tambien construcciones de motores blindados con tubos de entrada y salida para la aereación (y refrigeración).

La aplicación de la corriente eléctrica para el **alumbrado** se hace hoy dia casi exclusivamente con las lámparas incandescentes, en las que se envia una corriente eléctrica por un conductor graduado de manera que se caliente mucho y se ponga al rojo blanco. Las lámparas antiguas tenian **filamentos de carbón**, pero casi ya no se emplean por su consumo elevado de energía. Las lámparas mas modernas siempre tienen **filamentos metálicos**, tendidos en línea recta entre soportes en forma de estrella, ó enrollados en espiral y suspendidos en pocos puntos (**bombillas con filamento metálico en espiral**). Las lámparas con filamento en espiral están llenas de un gas para reducir el consumo de energía. Estas **lámparas con atmosfera de gas (lámparas Nitra)** debian emplearse solo de 50 bujias en adelante.

La potencia luminosa de una lámpara se mide en **bujias Hefner** (H. K.). Como la intensidad luminosa de una lámpara incandescente no es la misma para todas las direcciones, se indica su intensidad media horizontal y a intensidad media esférica. Una lámpara de filamento de carbón consume de 3 á 3·5 vatios prox. por bujia Hefner, una de filamento metálico recto ó en espiral necesita 1 vatio prox. y la lámpara Nitra reduce el consumo de energía hasta á 0·5 vatio por bujia Hefner. Las construcciones antiguas de las lámparas se clasifican según su potencia luminosa, siendo los tipos normales de 5, 10, 16, 25, 32 y 50 bujias Hefner. Las lámparas modernas se clasifican solo según su consumo de energía en vatios, porque dada la distribución especial de sus hilos incandescentes no seria suficiente determinar con una sola cifra su potencia luminica.

Los **efectos térmicos** de la corriente eléctrica se utilizan de diferente manera según al uso que se destinen. Para utilizar la energía eléctrica para calefacción ó cocina, generalmente se envia la corriente por un hilo graduado de modo que se caliente mucho (**calefacción por resistencia**). Todos los caloriferos y radiadores se componen de elementos térmicos que contienen el hilo calorifico alojado en una materia aisladora (mica, micanita, cemento). La intensidad del calor producido depende solo de la intensidad de la corriente y de la resistencia del hilo calorifico. De esto se desprende, que lo sistema de la corriente (continua, trifásica etc.) empleada para la calefacción por resistencia es indiferente, y que según la tensión de la corriente suministrada han de emplearse elementos térmicos diferentes. Solo en los aparatos que además del elemento térmico poseen un dispositivo de fuerza motriz (p. e. secadores de pelo) se necesita tener en cuenta la clase de corriente.

Para la soldadura de metales, la extracción y afinación de metales por la electrolisis y casos análogos se utiliza principalmente el efecto térmico del **arco voltaico**, combinado con frecuencia con el efecto electrolítico de la corriente eléctrica.

Para calentar cantidades grandes de líquidos, se emplea la **calefacción por electrodos**, en la que hay que excluir toda reacción electrolítica. Por este motivo puede utilizarse solo la corriente alterna.

Plano de una instalación sencilla para alumbrado y fuerza motriz.

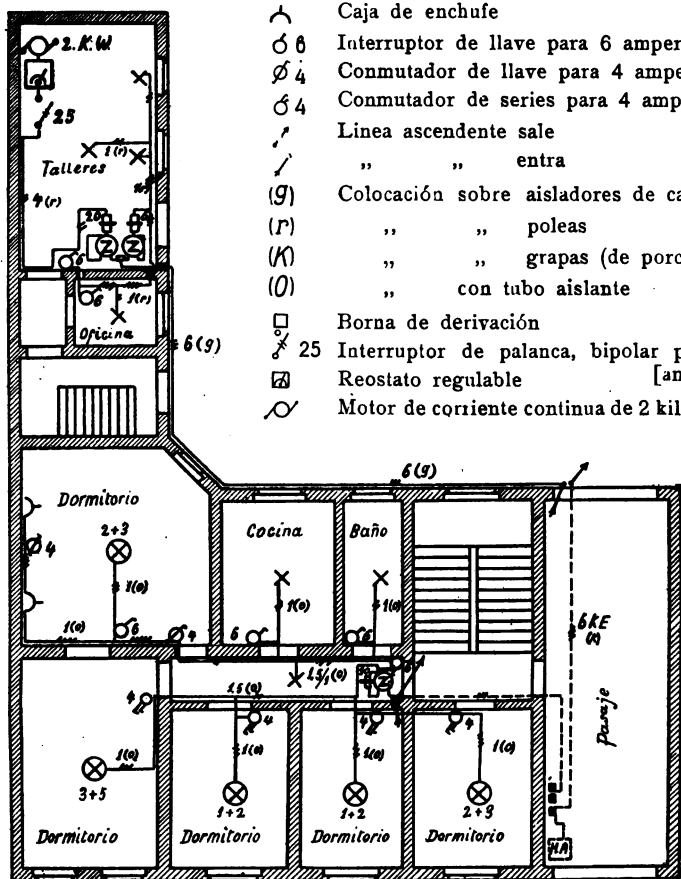
Calle de No.

Planta baja

Escala de 1:200

Explicación de los signos.

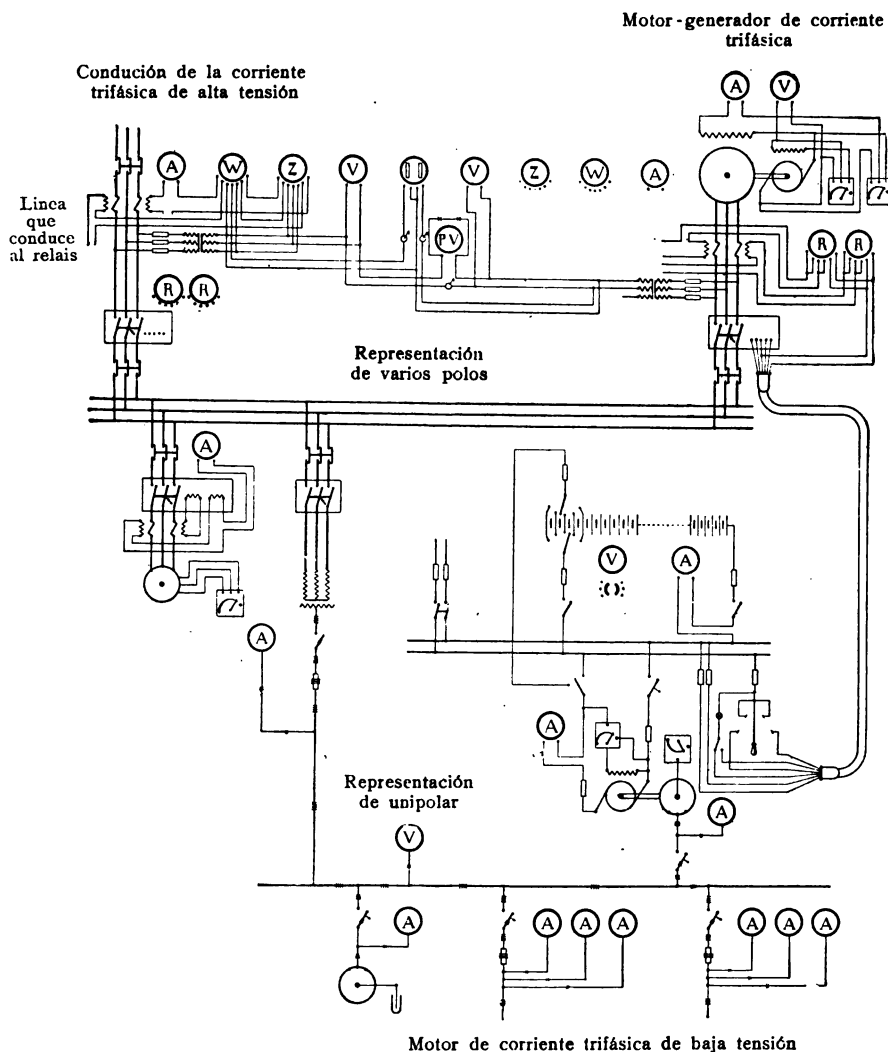
- # 1 Línea con número y sección de los con-
 --- " en el sótano [ductores]
 — Tablero de distribución
 ⊗ Contador
 ⊕ 6 Cortacircuitos unipolar para 6 amperios
 × Lámpara incandescente
 × Portalámpara con llave
 ⊗ 1+2 Araña con el numero de lámparas
 ∪ Caja de enchufe
 ∅ 6 Interruptor de llave para 6 amperios
 ∅ 4 Conmutador de llave para 4 amperios
 ∅ 4 Conmutador de series para 4 amperios
 / Línea ascendente sale
 \ " " entra
 (g) Colocación sobre aisladores de campana
 (r) " " poleas
 (k) " " grapas (de porcelana)
 (o) " con tubo aislante
 □ Borna de derivación
 / 25 Interruptor de palanca, bipolar para 25 [amperios]
 ▢ Reostato regulable
 ∪ Motor de corriente continua de 2 kilovatios



Carga: Luz 1'3 kilovatios
 Fuerza 2 kilovatios

Tensión 2 × 200 voltios

Esquema de conexiones de una instalación para alumbrado y fuerza motriz de alguna importancia.



Explicación de los signos empleados en el esquema de conexiones de la pagina anterior.

(A)	Amperimetro		Interruptor auxiliar
(R)	Relais { de sobretensión de inversión de corriente de mínima		
(V)	Voltimetro		Voltimetro con conmutador
	Voltimetro de fases con lán- paras comprobatorias		
(W)	Vatimetro		Elementos de acumulador con reductor
(Z)	Contador		
	Frecuencimetro		Interruptor (llave) de accio- amiento á distancia
	Desconectador		Transformador de corriente
	Interruptor de palanca unipolar		Transformador de tensión
	Interruptor de palanca bipolar		Transformador, representación unipolar
	Interruptor de palanca tripolar		Máquinas de corriente continua
	Interruptor de palanca auto- matico de maximo		Motor trifásica
	Conmutador de palanca unipolar		Reostato { de arranque de regulación
	Interruptor de aceite		Resistencia liquida
	Interruptor con rup- tura automatica		Cortacircuitos
	Interruptor con accio- namiento á distancia		Cortacircuitos tripolar
			Caja terminal de cable

Potencia en kilovatios en relacion con la intensidad de la corriente en amperios.

Para la corriente continua: kilovatio = $\frac{\text{voltio} \times \text{amperio}}{1000}$

Para la corriente trifásica: kilovatio = $\frac{1.73 \times \cos \varphi \times \text{voltio} \times \text{amperio}}{1000}$

Am- perios	corriente continua			corriente trifásica							
	110 vol- tios	220 vol- tios	440 vol- tios	110 voltios		220 voltios		380 voltios		500 voltios	
				cos φ =		cos φ =		cos φ =		cos φ =	
				1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8
1	0.11	0.22	0.44	1.190	0.152	0.380	0.304	0.66	0.525	0.865	0.69
10	1.10	2.20	4.40	1.90	1.52	3.80	3.04	6.60	5.25	8.65	6.90
11	1.21	2.42	4.85	2.10	1.67	4.20	3.34	7.25	5.75	9.55	7.60
12	1.32	2.64	5.30	2.28	1.82	4.55	3.66	7.90	6.30	10.40	8.30
13	1.43	2.86	5.70	2.48	1.98	4.95	3.96	8.55	6.80	11.30	9.00
14	1.54	3.08	6.15	2.66	2.12	5.35	4.25	9.20	7.35	12.10	9.70
15	1.65	3.30	6.60	2.86	2.28	5.70	4.55	9.85	7.85	13.00	10.40
16	1.76	3.52	7.05	3.04	2.44	6.10	4.85	10.50	8.40	13.90	11.10
17	1.87	3.74	7.50	3.24	2.58	6.50	5.15	11.20	8.90	14.70	11.80
18	1.98	3.96	7.90	3.44	2.74	6.85	5.45	11.80	9.45	15.60	12.40
19	2.10	4.20	8.35	3.62	2.88	7.25	5.80	12.50	9.95	16.50	13.10
20	2.20	4.40	8.80	3.80	3.04	7.60	6.10	13.20	10.50	17.30	13.80
22	2.42	4.85	9.70	4.20	3.34	8.40	6.70	14.50	11.50	19.00	15.20
24	2.64	5.30	10.60	4.55	3.64	9.15	7.30	15.80	12.60	20.80	16.60
26	2.86	5.70	11.40	4.95	3.96	9.90	7.90	17.10	13.60	22.60	18.00
28	3.08	6.15	12.30	5.35	4.25	10.70	8.50	18.40	14.70	24.20	19.40
30	3.30	6.60	13.20	5.70	4.55	11.40	9.10	19.70	15.70	26.00	20.80
32	3.52	7.05	14.10	6.10	4.85	12.20	9.75	21.00	16.80	27.80	22.20
34	3.74	7.50	15.00	6.50	5.15	13.00	10.30	22.40	17.80	29.40	23.60
36	3.96	7.90	15.80	6.85	5.45	13.70	10.90	23.60	18.90	31.20	24.80
38	4.20	8.35	16.70	7.25	5.80	14.50	11.60	25.00	19.90	33.00	26.20
40	4.40	8.80	17.60	7.60	6.10	15.20	12.20	26.40	21.00	34.60	27.60
45	4.95	9.90	19.80	8.60	6.85	17.20	13.70	29.60	23.60	39.00	31.20
50	5.50	11.00	22.00	9.50	7.60	19.00	15.20	33.00	26.20	43.25	34.60
55	6.05	12.10	24.20	10.50	8.35	21.00	16.70	36.20	28.80	47.50	38.00
60	6.60	13.20	26.40	11.40	9.10	22.80	18.20	39.60	31.60	52.00	41.50
65	7.15	14.30	28.60	12.40	9.90	24.80	19.80	43.00	34.20	56.50	45.00
70	7.70	15.40	30.80	13.30	10.60	26.60	21.20	46.00	36.80	60.50	48.50
75	8.25	16.50	33.00	14.30	11.40	28.60	22.80	49.50	39.40	65.00	52.00
80	8.80	17.60	35.20	15.20	12.20	30.40	24.40	52.50	42.00	69.20	55.50
85	9.35	18.70	37.40	16.20	12.90	32.40	25.80	56.00	44.50	73.50	59.00
90	9.90	19.80	39.60	17.20	13.70	34.40	27.40	59.50	47.50	78.00	62.50
95	10.45	20.90	41.80	18.10	14.40	36.20	28.80	62.50	50.00	82.50	65.50
100	11.00	22.00	44.00	19.00	15.20	38.00	30.40	66.00	52.50	86.50	69.00
1000	110.0	220.0	440.0	190.00	152.00	380.0	304.00	660.00	525.00	865.0	690.0

Tratándose de intensidades de menos de 10 ó de mas de 100 amperios hay que buscar primero en la tabla el valor 10 veces mayor respectivamente menor y el resultado dividirlo ó multiplicarlo por 10.

cos φ vease pagina 12.

Intensidad en amperes en relación con la potencia en kilovatios.

$$\text{Para corriente continua: amperio} = \frac{1000 \times \text{kilovatio}}{\text{voltio}}$$

$$\text{Para corriente trifásica: amperio} = \frac{1000 \times \text{kilovatio}}{1.73 \times \cos \varphi \times \text{voltio}}$$

Kilo- vatios	Corriente continua			Corriente trifásica							
	110 vol- tios	220 vol- tios	440 vol- tios	110 voltios		220 voltios		380 voltios		500 voltios	
				cos φ = 1.0 0.8		cos φ = 1.0 0.8		cos φ = 1.0 0.8		cos φ = 1.0 0.8	
0.1	0.91	0.455	0.228	0.625	0.655	0.262	0.328	0.152	0.19	0.116	0.144
1.0	9.10	4.55	2.28	5.25	6.55	2.62	3.28	1.52	1.90	1.16	1.44
1.1	10.00	5.00	2.50	5.75	7.20	2.88	3.60	1.67	2.10	1.27	1.58
1.2	10.09	5.45	2.72	6.30	7.85	3.14	3.92	1.82	2.28	1.39	1.73
1.3	11.80	5.90	2.96	6.80	8.50	3.40	4.25	1.98	2.48	1.50	1.87
1.4	12.70	6.35	3.18	7.35	9.15	3.66	4.60	2.12	2.66	1.62	2.02
1.5	13.60	6.80	3.40	7.85	9.85	3.94	4.90	2.28	2.86	1.73	2.16
1.6	14.50	7.30	3.64	8.40	10.50	4.20	5.25	2.44	3.04	1.85	2.30
1.7	15.50	7.75	3.86	8.90	11.10	4.45	5.55	2.58	3.22	1.96	2.44
1.8	16.40	8.20	4.10	9.45	11.80	4.70	5.90	2.74	3.42	2.08	2.60
1.9	17.30	8.65	4.30	9.95	12.40	5.00	6.20	2.88	3.60	2.20	2.74
2.0	18.20	9.10	4.55	10.50	13.10	5.25	6.55	3.04	3.80	2.32	2.88
2.2	20.00	10.00	5.00	11.50	14.10	5.75	7.20	3.34	4.20	2.54	3.16
2.4	21.80	10.90	5.45	12.60	15.70	6.30	7.85	3.64	4.55	2.78	3.46
2.6	23.60	11.80	5.90	13.60	17.00	6.80	8.50	3.96	4.95	3.00	3.74
2.8	25.40	12.70	6.35	14.70	18.30	7.35	9.15	4.25	5.30	3.23	4.05
3.0	27.20	13.60	6.80	15.70	19.60	7.85	9.80	4.55	5.70	3.46	4.30
3.2	29.00	14.60	7.25	16.80	21.00	8.40	10.50	4.85	6.10	3.70	4.60
3.4	31.00	15.50	7.70	17.80	22.20	8.90	11.10	5.15	6.45	3.92	4.90
3.6	32.80	16.40	8.20	18.90	23.60	9.45	11.80	5.45	6.85	4.15	5.20
3.8	34.60	17.30	8.65	19.90	24.80	9.95	12.40	5.80	7.20	4.40	5.45
4.0	36.40	18.20	9.10	21.00	26.20	10.50	13.10	6.10	7.60	4.60	5.75
4.5	41.00	20.40	10.20	23.60	29.40	11.80	14.70	6.85	8.55	5.20	6.50
5.0	45.50	22.80	11.40	26.20	32.80	13.10	16.40	7.60	9.50	5.80	7.20
5.5	50.00	25.00	12.50	28.30	36.00	14.40	18.00	8.35	10.50	6.35	7.90
6.0	54.50	27.20	13.60	31.40	39.20	15.70	19.60	9.10	11.40	6.95	8.65
6.5	59.00	29.60	14.80	34.00	42.50	17.00	21.20	9.90	12.40	7.50	9.35
7.0	63.50	31.80	15.90	36.60	46.00	18.30	23.00	10.60	13.30	8.10	10.10
7.5	68.00	34.00	17.00	39.40	49.00	19.70	24.60	11.40	14.30	8.65	10.80
8.0	72.50	36.40	18.20	42.00	52.50	21.00	26.20	12.20	15.20	9.25	11.50
8.5	77.50	38.60	19.30	44.50	55.50	22.20	27.80	12.90	16.15	9.80	12.20
9.0	82.00	41.00	20.40	47.00	59.00	23.60	29.40	13.70	17.10	10.40	13.00
9.5	86.50	43.00	21.60	50.00	62.00	25.00	31.00	14.40	18.05	11.00	13.70
10.0	91.00	45.50	22.80	52.00	65.50	26.20	32.80	15.20	19.00	11.60	14.40
100.0	910.0	455.0	228.0	525.00	655.00	262.00	328.00	152.00	190.00	116.0	144.0

Tratándose de potencias de menos de uno, ó mas de 10 kilovatios hay que buscar primero el valor diez veces mayor respectivamente menor segun corresponda y dividir ó multiplicar el resultado por diez.

cos φ vease pagina 12.

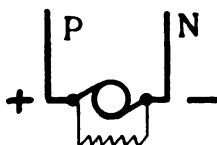
Signos convencionales en los embornamientos de máquinas, reostatos y transformadores.

Para ejecutar la conexión de los conductores entre si, y de las máquinas y aparatos á los conductores, con seguridad y sin equivocaciones, se emplean los esquemas de conexiones. Estos indican los conductores que hay que unir á determinados bornes de las generatrices, motores, reguladores, interruptores etc., para conseguir el efecto deseado. Estos esquemas tienen que indicar de que máquina ó aparato y de que bornes se trata. Por este motivo es necesario escoger siempre la misma representación gráfica para el mismo efecto y fijar signos convencionales para conductores y bornes.

Conforme á las normas fijadas hay que emplear siempre los signos enumeramos a continuación:

A. Ejemplos de esquemas de distribución.

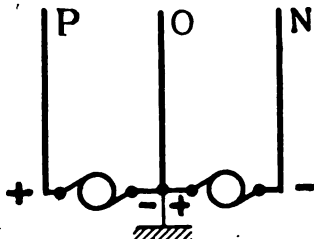
1. Corriente continua.



Dinamo de corriente continua.

Distribución bifilar, donde es de importancia señalar la polaridad.

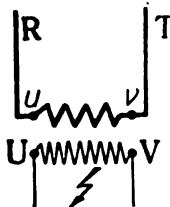
P (positivo), N (negativo).



Comunicación con tierra del hilo neutro.

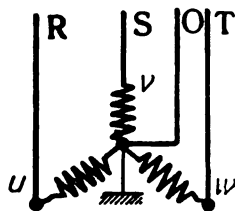
Sistema trifilar con hilo neutro conectado a tierra. O designa siempre el hilo neutro de estas instalaciones.

2. Corriente alterna.

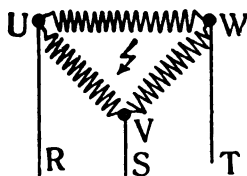


Transformador monofásico.

Sistema bifilar alimentado por corriente monofásica, ó tambien parte correspondiente a una fase de una red de corriente trifásica.



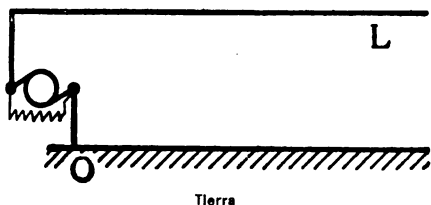
Bajo voltaje, conexión en estrella.



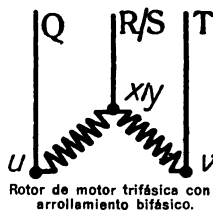
Alta voltaje, conexión en triángulo.

Transformador trifásico.

Instalacion de corriente trifásica. O señala tambien aqui el hilo neutro conectado a tierra.



Red en la se utiliza la tierra la vuelta de la corriente. L señala (tambien en otras instalaciones) cualquier conductor independiente de la polaridad (corriente continua) ó de la fase (corriente alterna).



Instalaciones de corriente bifásica; el conductor central no es hilo neutro y no se debe señalar con O.

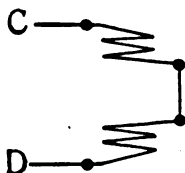
B. Signos empleado para los conexiones generales.

1. Corriente continua.

Las letras significan siempre:



Los conductores unidos á los terminales del inducido (escobillas).



Los conductores unidos á los terminales del arrollamiento inductor en derivación.



Los conductores unidos á los terminales del arrollamiento inductor en serie (compound).



Conductores unidos á los bornes del arrollamiento de los polos auxiliares (de conmutación).

2. Corriente alterna.

El signo significa siempre:



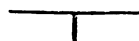
Los arrollamientos de la generatriz, o del motor etc. estan conectados en estrella.



Los arrollamientos de la generatriz, o del motor, etc. están conectados en triangulo (delta).



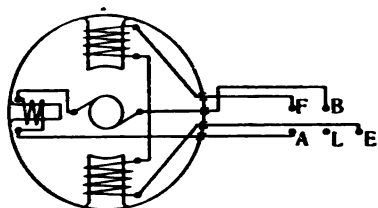
Los arrollamientos de la generatriz, ó del motor, etc. pertenecen á un circuito destinado para corriente bifásica enlazada.



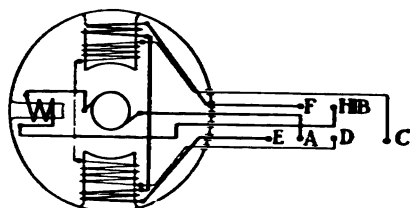
Los arrollamientos de la generatriz, del motor, etc. son destinados para corriente monofásica y tienen una fase auxiliar.

C. Indicación de las bornas y conexiones interiores de las máquinas.

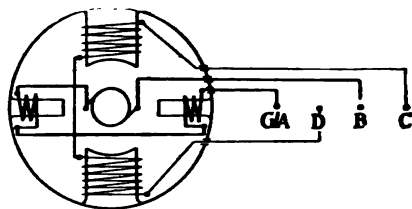
1. Corriente continua.



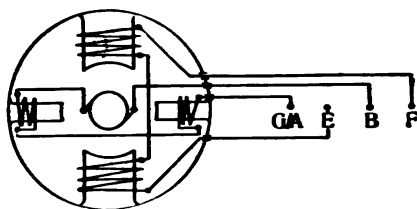
Máquinas excitadas en serie del tipo
HN 4 a HN 60.



Máquinas en derivación (shunt) del tipo
HN 5 a HN 60 que como motores se emplean
como excitación compuesta. Si han de ser-
vir como dinamos, queda excluida la exci-
tación compensada.

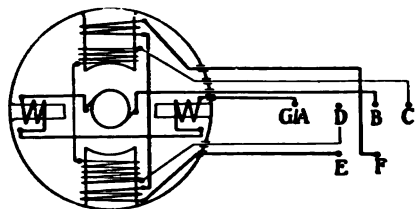


Máquinas en serie del tipo
HN 80 a HN 110.



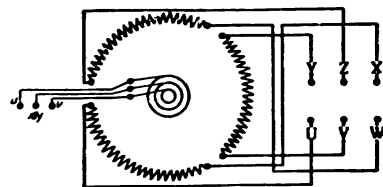
Máquinas en derivación del tipo
HN 80 a HN 110.

(Para las máquinas tetrapolares HN 140 a HN 700 la designación de las bornas es la misma.)

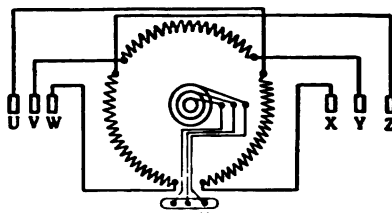


Máquinas compound tipo HN 80 a HN 110.

2. Corriente alterna.



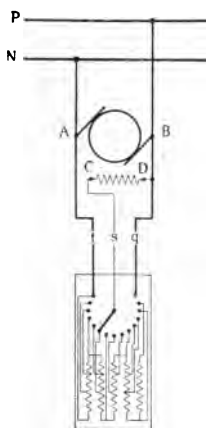
Motor trifásico, Rotor con
arrollamiento bifásico.



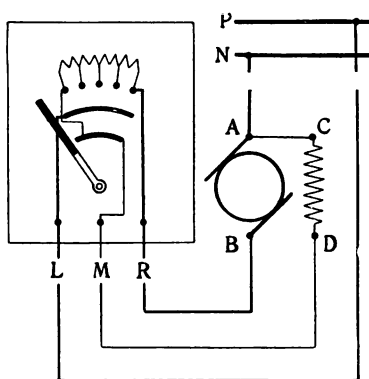
Motor trifásico, Rotor con arrollamiento
trifásico.

D. Designación de las bornas y conexiones interiores de los reostatos.

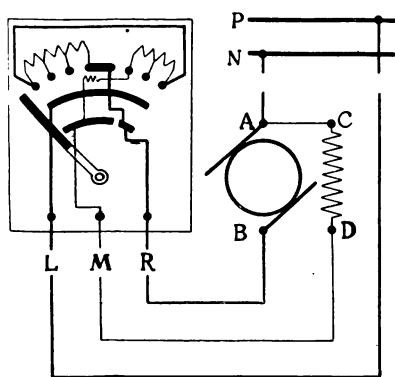
1. Corriente continua.



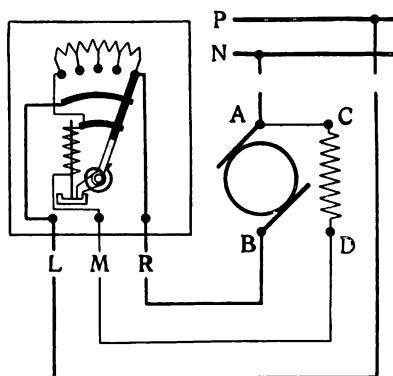
Regulador del campo de excitación para generatrices de continua.



Reostatos de arranque para motor de continua en derivación (sin regulación).

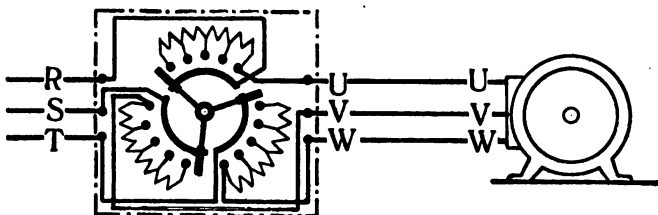


Reostato de arranque y de regulación para motor de continua en derivación (elevación de la velocidad por debilitación del campo magnético).

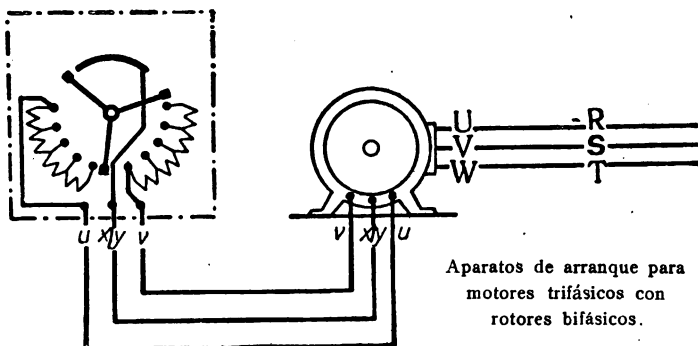


Reostato para motor de continua en derivación con automatico de mínima.

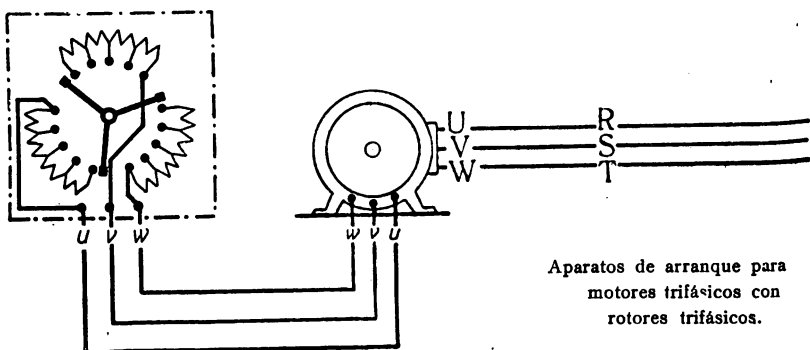
2. Corriente trifásica.



Aparato arranque para motores trifásicos con inducido en corto circuito.



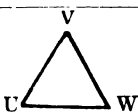
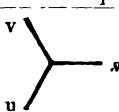
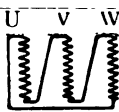
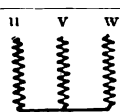
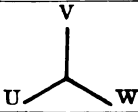
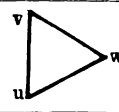
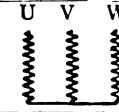
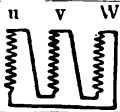
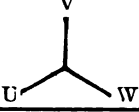
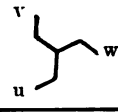
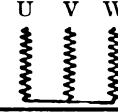
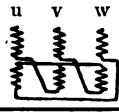
Aparatos de arranque para motores trifásicos con rotores bifásicos.



Aparatos de arranque para motores trifásicos con rotores trifásicos.

Grupos normales de acoplamiento de los transformadores trifásicos.

Indicación antigua nueva.		Alta tensión	Baja tensión	Alta tensión	Baja tensión
Grupo A.					
a ₁	A ₁				
a ₂	A ₂				
a ₃	A ₃				
Grupo B.					
b ₁	B ₁				
b ₂	B ₂				
b ₃	B ₃				
Grupo C.					
c ₁	C ₁				
c ₃	C ₂				
c ₅	C ₃				

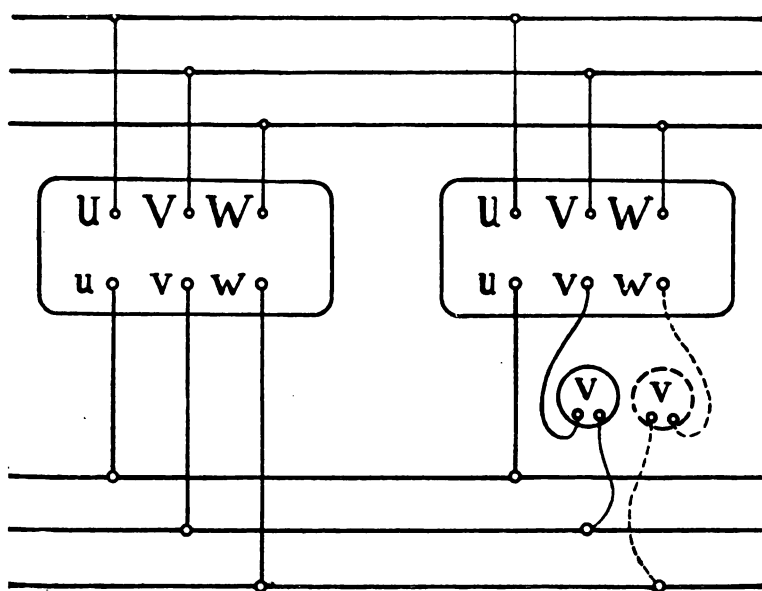
	Alta tensión	Baja tensión	Alta tensión	Baja tensión
Grupo D.				
D ₁				
D ₂				
D ₃				

Funcionamiento en paralelo de los transformadores trifásica.

Solo los transformadores del mismo grupo de uniones pueden funcionar en paralelo, es decir trabajar juntos en una misma red de alta y de baja tensión, siempre que además sus relaciones de transformación al funcionar en vacío y sus tensiones de impedancia sean iguales. Como **tensión de impedancia** se entiende el tanto por 100 de la tensión de alto voltaje necesario para producir en el devanado de bajo voltaje la intensidad de la carga normal, después de haberlo puesto en corto circuito. Se trata de valores entre el 2 y el 5 %, que para cada transformador según su construcción son fijos e inalterables. Si las tensiones de impedancia coinciden exactamente, la carga se distribuye en proporción a la capacidad de los transformadores, suponiendo que estos se monten uno directamente al lado de otro. Cuando a unos transformadores en funcionamiento se juntan otros nuevos para funcionar en paralelo con ellos, no siempre es fácil lograr una identidad exacta de sus características. Si son mayores las diferencias, hay que intercalar una bobina de reactancia delante del transformador que tenga la tensión de impedancia mas baja. Para poder determinar si esto es necesario, se puede calcular como se distribuye la carga entre los transformadores desiguales en caso de diferencia de tensiones de impedancia. El transformador que tiene la tensión de impedancia mas elevada, toma siempre la carga menor. Teniendo p. e. dos transformadores de 100 kilovoltamperes cada uno la tensión de impedancia del 3 y del 4 % respectivamente, la carga total se distribuirá en proporción de 1 : $\frac{3}{4}$, es decir que después de tomar el transformador del 3 % los 100 kilovoltamperes el segundo recibirá solo 75. Si hubiese que transformar 200 kilovoltamperes, el primero tomaría 114·3 y el segundo 85·7 kilovoltamperes. El primero tendría pues una sobrecarga del 14·3 %. Tratándose de transformadores de diferentes potencias y de tensiones de impedancia desiguales, hay que efectuar el cálculo con relación a la potencia. Teniendo p. e. que funcionar en paralelo un transformador de 150 kilovoltamperes, con el 3 %, otro de 100 kilovoltamp. con el 3·5 % y un tercero de 50 % kilovoltamp. con 2·5 % de tensión de corto circuito, la distribución de la carga, puesto que el transformador que tiene la menor tensión de corto circuito tomaría primero su carga entera, sería como sigue:

Transformador de	50 kilovoltamperes	(2.5 %)	=	50.00 KVA
„	„ 100	„ (3.5 %)	$\frac{2.5}{3.5} \times 100 =$	71.43 KVA
„	„ 150	„ (3.0 %)	$\frac{2.5}{3} \times 150 =$	124.95 KVA
				246.38 KVA.

Siendo la potencia total que debiese repartirse	300 kilovoltamperes	tomaría el transformador de	50 kilovoltamperes	prox. . .	61.00 KVA
„	100	„	„	„	87.00 KVA
„	150	„	„	„	152.00 KVA
					300.00 KVA.



Conexiones para buscar las fases iguales de transformadores acoplados en paralelo.

Para **poner en funcionamiento** los transformadores montados en paralelo hay que conectar las bornas señaladas con iguales letras á las mismas barras. Como una equivocación provocaría un corto circuito, hay que averiguar primero, si las uniones producen el efecto requerido. Para este fin se comprueba la correspondencia de las fases en el lado de bajo voltaje con la lámpara de acoplamiento ó con el voltímetro. Los dos aparatos deben tener una amplitud del doble de la tensión de trabajo, porque á tanto puede elevarse si se conecta mal. Los dos transformadores deben tener acoplada una fase, si se mide entre las otras dos. Si no existe tensión entre los tres pares de terminales el acoplamiento está bien.

Tratamiento de los transformadores.

Desembalaje, examen y limpieza.

Los transformadores enviados con el aceite solamente deben examinarse, antes de ser montados, por si han sufrido desperfectos por el transporte.

Si el nucleo y la caja están embalados separadamente, hay que desenvolverlos con cuidado, limpiarlos y revisarlos. Los tornillos se examinan y se aseguran donde sea necesario. Los hilos y barras de conexión se examinan si están bien colocados.

A cada transformador de acoplamiento conmutable ó construido para varias relaciones de transformación se acompaña un esquema de conexiones que ha de servir como base para las uniones. Antes de acoplar el transformador hay que examinar, si la relación de transformación ajustada al entregarlo es la que corresponde á las condiciones de su funcionamiento.

Hay que ensayar el aislamiento de los arrollamientos entre si y al hierro (nucleo) con el galvanoscopio ó con el inductor magnético.

Ensayo y desecación del aceite.

Antes de poner en funcionamiento el transformador hay que comprobar el aceite respecto á su contenido de agua según los procedimientos indicados en este libro.

Presentando humedad el aceite es necesario desecarlo.

Lo mas conveniente es hacer la desecación del aparato completo, estando nucleo y aceite dentro de la caja, por medio de resistencias para calentar el aceite. Estos calentadores se sumergen con cuidado entre la pared y el nucleo hasta el fundo de la caja y enseguida se da la corriente á los calentadores. La caja se envuelve con paños etc. para evitar los efectos de la condensación (del vapor de agua).

La tapa se quita. En aquellos modelos cuyo nucleo está auspendido de la tapa hay que levantar el nucleo para que pueda salir el vapor de agua.

Hay que elevar la temperatura del aceite á 120 centigr. y continuar la desecación hasta que no suban mas burbujas de aire á la superficie, y el aceite en repetidos ensayos ya no acuse humedad.

Si los transformadores enviados sin aceite no se pueden desecar y poner en funcionamiento inmediatamente despues de recibirlos, hay que llenarlos enseguida de aceite, porque dejarlos mucho tiempo al aire perjudica el aislamiento. Para los transformadores enviados en estado de funcionar y con su correspondiente aceite, generalmente no habrá necesidad de desecarlos si se montan enseguida; de todos modos hay que ensayar la humedad del aceite. Para los transformadores de 60.000 voltios en adelante es necesaria la desecación en todo caso.

Montaje.

Al montar el transformador hay que tener cuidado de que esté en todas direcciones lo suficientemente repasada de paredes etc. que permita la fácil irradiación del calor.

Los transformadores con refrigeración de aire se deben instalar en un sitio libre de polvo, y limpiarlos de tiempo en tiempo, lo mejor es con aire comprimido.

Cuidado.

El transformador en aceite no necesita personal de servicio durante su funcionamiento. De vez en cuando hay que tomar de la llave de salida de aceite una prueba, para comprobar el grado de transparencia. Al cabo de uno ó dos años lo más tardar es conveniente abrir la caja y quitar los posos que hubiese sedimentado el aceite.

Condiciones técnicas de los aceites para transformadores é interruptores.

- 1º. Para los transformadores é interruptores se deben emplear solamente aceites minerales puros y refinados en alto grado, para interruptores se pueda emplear aceites destilados.
- 2º. El peso específico no debe ser menos de 0.85 ni más de 0.92 á la temperatura de 15 centígrados.
- 3º. La viscosidad según el viscosímetro de Engler, referida á una temperatura de 20 centígrados no debe ser superior á 10°.
- 4º. El punto de inflamación, determinado en un crisol abierto, según Marcussón, no debe ser inferior á 140°.
- 5º. El punto de congelación para aceites de transformadores no debe estar encima de + 5° para aceites de interruptores, no encima de - 15°. El aceite puesto en una probeta de 15 mm de ancho y á la altura de 5 cm, después de enfriado una hora á + 5° respectivamente á - 15°, al ser la probeta invertida tiene que estar todavía líquido.
- 6º. El aceite no debe contener ni sales, ni ácidos, ni alcalis, ni azufre. Aceites refinados no deben tener más de 0,02 % SO_3 , y aceites destilados han de contener un mínimum de ácidos orgánicos.
- 7º. El aceite tiene que ser completamente transparente no debe tener partículas sólidas, fibras, arena, etc. en suspensión.
- 8º. Después de calentar el aceite durante 70 horas á 120 centígrados ó inyectarle oxígeno puro el tenor en alquitrán no debe pasar de 0.5 %.

Ensayo del aceite al montar el transformador.

Para ensayar la humedad del aceite se calientan de 5 á 10 cm³ de aceite en una probeta de 15 á 20 mm. diámetro de luz encima de una llama hasta 130 centígrados. El aceite puro no debe producir efervescencia, ni espuma. En la parte libre del tubito no debe condensarse vapor ninguno. Si demuestra humedad el aceite, es preciso desecarlo.

Calentadores de aceite.

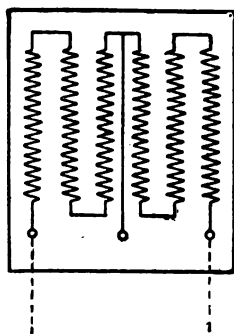
Los calentadores de aceite se construyen en forma de tubos flexibles, colocados en bastidores planos de construcción sólida. Los calentadores se sumergen en el aceite de manera que los tubos estén suspendidos verticalmente y siempre cubiertos del aceite.

Los calentadores se construyen para diferentes tensiones y potencias de corriente.

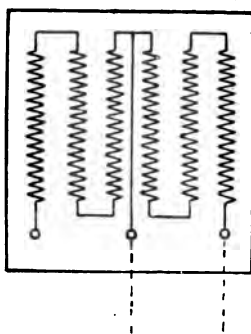
No.	se puede emplear								
31303	110	voltios y	25	amperios	ó	220	voltios y	40	amperios
31304	110	"	13	"	"	220	"	25	"
	110	"	25	"	"	220	"	40	"
	110	"	50	"	"	220	"	80	"
31305	110	"	40	"	"	—	"	—	"

Los calentadores Pl. No. 31304 se pueden emplear para tres grupos de potencia diferentes, conmutando el acoplamiento.

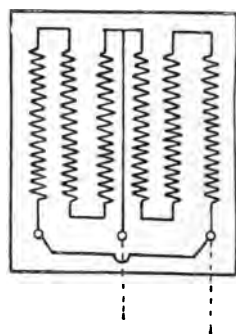
Cambio de acoplamiento de los calentadores de aceite No. 31304.



para 110 voltios, 13 amperios
 „ 220 „ 25 „
 „ 420 „ 40 „



110 voltios, 25 amperios
 220 „ 40 „



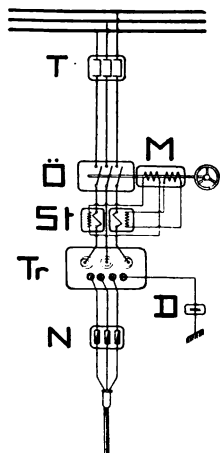
110 voltios, 50 amperios
 220 „ 80 „

Para la desecación de cada transformador hay que elegir un calentador con la potencia adecuada. La potencia gastada por el calentador (voltio \times amperio) debe ser 1.5 ó 2 veces mayor que la pérdida total en el transformador á plena carga. Esta pérdida se calcula con ayuda de las indicaciones del catálogo referente al rendimiento del transformador en cuestión de la manera siguiente.

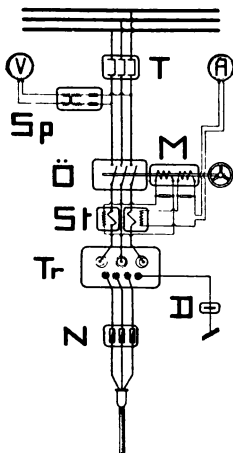
Supongamos que se haya de desecar un transformador de 200 kilovoltamperes. El catálogo marca un rendimiento del 97.5 %. La pérdida representa pues el 2.5 % ó sea para 200 kilovoltamperes $2 \times 2.5 = 5$ kilovoltamperes = 5000 voltamperes. Las resistencias necesarias para desecar el aceite de este transformador tiene que representar por consiguiente un consumo de 1.5 á $2 \times 5000 = 7500$ á 10000 voltamperes. Será pues cuestión del calentador No. 31303 para $220 \times 40 = 8800$ voltamperes.

Conexiones del acoplamiento de un transformador.

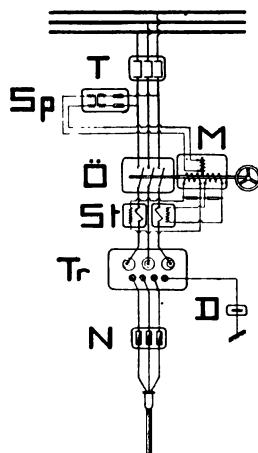
1. con interruptor de aceite con electroiman para ruptura automatica accionado por dos fases.



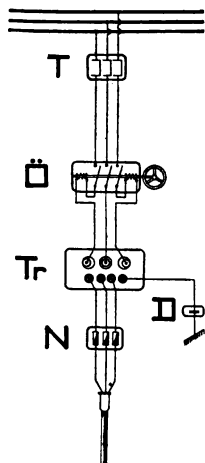
2. como fig. 1, pero automatico de tiempo, voltímetro y amperímetro.



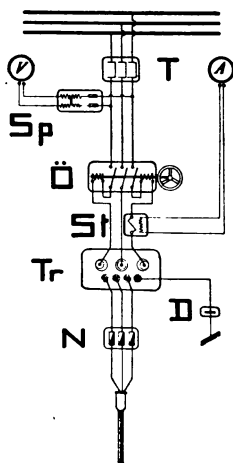
3. como fig. 1, pero automatico de tiempo é imán de mínima.



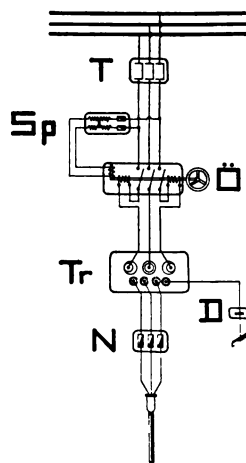
4. con interruptor de aceite, disyuntor automatico de máxima, tiempo y accionamiento á mano directamente accionado por dos fases.



5. como fig. 4, pero con voltímetro y amperímetro.



6. como fig. 4, pero con automatico de mínima.



Tr = transformador

O = interruptor de aceite.

St = transformador de corriente.

N = cortacircuito de bajo voltaje.

T = desconectador.

M = electroiman del disyuntor.

Sp = transformador de voltaje. [ción].

D = descargador (cortacircuito de protec-

Temperaturas máximas admisibles para transformadores. (Determinadas por la medida del aumento de la resistencia de los arrollamientos.)

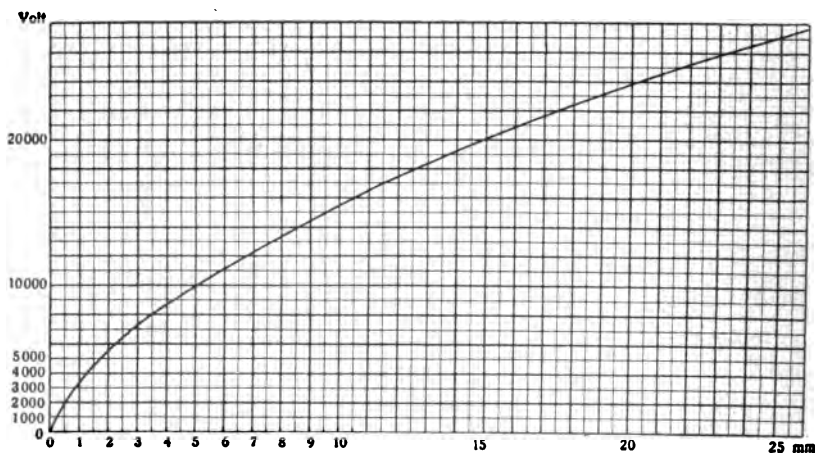
Se supone que la temperatura del ambiente (del local) no pasa de 35 centígrados.

	Aumento maximo de temperatura	Tem- peratura máxima
Con aislamiento de algodón sin impregnar al aire	50°	85° C.
" " " " impregnado al aire .	60°	95° C.
" " " papel, al aire	60°	95° C.
" " " algodón ó papel en aceite . .	70°	105° C.
" " " esmalte, amianto, mica ó sus preparados	80°	115° C.
Aceite en la superficie (medida con el termómetro)	60°	95° C.

Con la limitación de que la sobrecarga no dure mas tiempo, ni se verifique á una temperatura del transformador tal que se exceda de los máximos de admisibilidad arriba indicados, los transformadores admiten una sobrecarga del

25 % durante $\frac{1}{2}$ hora, ó del 40 % durante 3 minutos.

Medidas de la distancia explosiva en el interior de edificios, con tensiones de explosión diferentes.



El ajuste de la distancia no ha de tener en cuenta solo la tensión de trabajo, sino la tensión á la que ha de saltar la chispa y por consiguiente la distancia explosiva depende del modo de estar insertado el descargador (protección ordinaria ó de precisión) y de las resistencias intercaladas.

Cálculo de la sección de los conductores.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las condiciones de la línea, y que no puedan sufrir calentamientos excesivos.

1. Cálculo por razón á la resistencia mecánica.

Condiciones y clase del conductor	Sección mínima mm ²
Junto con los aparatos de luz y en el interior de ellos	0.5
Cordon para suspensiones	0.75
Conductores para aparatos portatiles	1
Conductores aislados, en tubo aislante*	1
Conductores aislados, sobre aisladores con distancias hasta de 1 m*	1
Conductores aislados, sobre aisladores con distancias hasta de 1 á 20 m*	4
Conductores desnudos, en el interior de edificios	4
Conductores desnudos á la intemperie, sobre aisladores, distancia hasta de 20 m*	4
Lineas aereas, en aisladores con distancias de 20 á 35 m	6
Lineas aereas, en aisladores con distancias de mas de 35 m	10
Cable de aluminio desnudo, en aisladores con distancias hasta de 35 m	10
Cable de aluminio desnudo, en aisladores con distancias de mas de 35 m	25
Hilos de tierra (interior de instalaciones eléctricas 16 mm ²) en los de-mas casos	4

*) incluso los conductores aislados para hilo neutro y hilos conectados á tierra (hilos CSW)

2. Cálculo por razón al calentamiento.

Los conductores aislados (y flexibles) admiten una carga continua según las intensidades de corriente indicadas en la tabla siguiente. La intensidad de corriente que pasa por un conductor, se calcula por medio de las corrientes gastadas por los aparatos de consumo. No conociendo mas que el consumo de energia en vatios, la intensidad se averigua con ayuda de la tabla en la página 33.

Tabla de cargas admisibles para conductores aislados								
Sección en mm ²	Cobre		Aluminio		Cinc		Hierro	
	corriente máxima amp.	cortacir-cuitos para amp.	corriente máxima amp.	cortacir-cuitos para amp.	corriente máxima amp.	cortacir-cuitos para amp.	corriente máxima amp.	cortacir-cuitos para amp.
1	11	6	8	6	—	—	—	—
1.5	14	10	11	6	9	6	—	—
2.5	20	15	16	10	11	6	8	6
4	25	20	20	15	13	10	10	6
6	31	25	24	20	16	10	12	10
10	43	35	34	25	23	20	17	15
16	75	60	60	35	40	35	30	25
25	100	80	80	60	52	35	—	—
35	125	100	100	80	65	60	—	—
50	160	125	125	100	83	60	—	—
70	200	160	155	125	105	80	—	—
95	240	200	190	160	125	100	—	—
120	280	225	220	200	145	125	—	—
150	325	260	255	225	170	125	—	—

Secciones mínimas de los conductores aislados correspondientes á las graduaciones de los cortacircuitos								
cortacir- cuitos para amp.	Cobre		Aluminio		Cinc		Hierro	
	seccion mm ²	corriente máxima amp.	seccion mm ²	corriente máxima amp.	seccion mm ²	corriente máxima amp.	seccion mm ²	corriente máxima amp.
6	1	11	1	8	1.5	9	2.5	8
10	1.5	14	2.5	16	4	13	6	12
16	2.5	20	4	20	—	—	10	17
20	4	25	6	24	10	23	—	—
25	6	31	10	34	—	—	16	30
35	10	43	16	60	16	40	—	—
60	16	75	25	80	35	65	—	—
80	25	100	35	100	70	105	—	—
100	35	125	50	125	95	125	—	—
125	50	160	70	155	120	145	—	—
160	70	200	95	190	—	—	—	—
200	95	240	120	220	—	—	—	—
225	120	280	150	255	—	—	—	—
260	150	325	—	—	—	—	—	—

Los conductores desnudos de cobre hasta de 50 mm² están sujetos también á las graduaciones de las tablas precedentes; no se aplican estas á los que pasan de 50 mm², ni á las líneas aéreas. Estos hay que calcularlos de manera que la corriente de trabajo mas elevada con la que haya que contar en el funcionamiento normal, no produzca calentamientos peligrosos para la instalación y el ambiente.

Cargas admisibles para los cables subterráneos de cobre							
Sección mm ²	Máximo admisible de la intensidad continua en amperios de los cables colocados bajo tierra						
	Cables uni- filares hasta 700 volts.	Cables bifilares retorcidos hasta		cables trifilares retorcidos hasta		Cables tetrafilares retorcidos hasta	
		3000 volts.	10000 volts.	3000 volts.	10000 volts.	3000 volts.	10000 volts.
1	24	—	—	—	—	—	—
1.5	31	—	—	—	—	—	—
2.5	41	—	—	—	—	—	—
4	55	42	—	37	—	34	—
6	70	53	—	47	—	43	—
10	95	70	65	65	60	57	55
16	130	95	90	85	80	75	70
25	170	125	115	110	105	100	95
35	210	150	140	135	125	120	115
50	260	190	175	165	155	150	140
70	320	230	215	200	190	185	170
95	385	275	255	240	225	220	205
120	450	315	290	280	260	250	240
150	510	360	335	315	300	290	275
185	575	405	380	360	340	330	310
240	670	470	—	420	—	385	—
310	785	545	—	490	—	445	—
400	910	635	—	570	—	—	—
500	1035	—	—	—	—	—	—
625	1190	—	—	—	—	—	—
800	1380	—	—	—	—	—	—
1000	1585	—	—	—	—	—	—

Para la colocación de los cables á la intemperie, la distribución en canalizaciones, etc., aglomeración de cables bajo tierra y condiciones desfavorables parecidas se recomienda la reducción de la carga máxima á $\frac{3}{4}$ de los valores marcados en la tabla. La tabla se basa en un aumento de temperatura de 25^o centigr. á carga constante y en la profundidad acostumbrada de la zanja de 70 cm. Se puede aplicar mientras no haya mas de dos cables juntos en la zanja. Los conductores neutros colocados separadamente no influyen en ello.

3. Cálculo por razón á la caída de tensión.

Los conductores de corriente eléctrica se deben calcular tal que bajo las circunstancias existentes en cada caso los abonados reciban una tensión suficiente. La caída de tensión no debe por consiguiente pasar del limite admisible para cada caso. Para dar una idea general se fija como máximo de pérdida el 4 % para instalaciones de alumbrado, y el 6 % para las de fuerza motriz.

La caída de tensión se expresa en el tanto % de la tensión de trabajo ó en voltios. Siendo conocida la sección del conductor se puede calcular la caída de tensión, según las formulas indicadas abajo en el lado izquierdo dada una pérdida de tensión determinada, con su ayuda se calcula la sección necesaria del conductor, según las formulas indicadas abajo en el lado derecho.

Formulas para calcular la caída de tensión y de la sección del conductor.

Clase de corriente	La caída de tensión se calcula:	La sección se calcula:
corriente continua y alterna, distribución bifilar (carga no inductiva)	siendo conocida la intensidad $e = \frac{2 \times L \times I}{k \times q}$	$q = \frac{2 \times L \times I}{k \times e}$
	siendo conocida la potencia $e = \frac{2 \times L \times N}{k \times q \times E}$	$q = \frac{2 \times L \times N}{k \times e \times E}$
corriente trifásica (Respecto á la influencia de la resistencia inductiva de las líneas aéreas vease pag. 50.)	siendo conocida la intensidad $e = \frac{1.73 \times L \times I \times \cos \varphi}{k \times q}$	$q = \frac{1.73 \times L \times I \times \cos \varphi}{k \times e}$
	siendo conocida la potencia $e = \frac{L \times N}{k \times q \times E}$	$q = \frac{L \times N}{k \times e \times E}$

Para la fijación de la sección puede ser de importancia suma además de la caída de tensión tambien la pérdida de energía, que resulta en la línea. Generalmente queda fijado en un tanto por ciento de la capacidad que se ha de transportar y se calcula según la siguiente formula.

Formula para el calculo de pérdida de energía.

para corriente continua $P = \frac{200 \times L \times N}{k \times q \times E \times E}$	para corriente trifásica $P = \frac{100 \times L \times N}{k \times q \times E \times E \times \cos \varphi \times \cos \varphi}$
---	--

En estas formulas señala con

E la tensión de trabajo; en instalaciones bifilares entre los dos conductores; en el sistema trifilar de corriente continua entre los hilos exteriores, y en las instalaciones de corriente trifásica la tensión entre dos fases.

e la caída de tensión entre los dos extremos del conductor, principio y fin de la línea.

N la potencia transportada en vatios (vease la tabla de la pag. 32).

p la pérdida de energía desde el principio hasta el final de la línea en el tanto por ciento.

I la intensidad de la corriente conducida (vease la tabla de la pag. 33).

L la longitud del conductor en cuestión, en m.

q la sección del conductor en mm².

k la conductibilidad; la del cobre 56, del aluminio 33, del cinc 16 y del hierro 7.

Los valores calculados para la caída de tensión e y para la sección del conductor q según las anteriores formulas solamente tienen validez para líneas no inductivas como por ejemplo líneas de instalación en el interior de edificios que se coloquen con poca distancia entre los conductores, para conductores en tubos y para cables. Líneas aéreas cuyos conductores en general tienen distancias entre si de consideración, tienen una resistencia inductiva. Esta se tiene en cuenta en el calculo, multiplicando los valores de e y q (calculados según las formulas anteriores) para líneas aéreas de una distancia de 400 y 500 mm. con los números indicados abajo (suponiendo que el $\cos \varphi$ sea igual á 0.8).

En líneas de	Para líneas de una sección de mm ²						
	10	16	25	35	50	70	95
Cobre	1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1
Aluminio . . .	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.4	1.6

Según las formulas indicadas en pag. 49 resultan para las secciones usuales de conductores, de clases de corrientes y tensiones, para la caída de tensión los valores indicados en la tabla pagina 52.

Esta tabla esta calculada para líneas de cobre sin inducción y 220 voltios corr. trifásica, respect. 440 voltios corriente continua. Si hay que multiplicar el resultado con el factor de la tabla siguiente que está en consonancia con las verdaderas circunstancias.

Los valores de la tabla pag. 52 se han multiplicar en el siguiente factor:

Líneas de instalación no inductivas								
Material de línea	Corriente continua				Corriente trifásica			
	110 volts	220 volts	440 volts	500 volts	110 volts	220 volts	380 volts	500 volts
cobre	4	2	1	0.9	2	1	0.6	0.45
aluminio . . .	6.8	3.4	1.7	1.5	3.4	1.7	1	0.75
cinc	14	7	3.5	3	7	3.5	2	1.5
hierro	32	16	8	7	—	—	—	—
Línea aérea de corriente trifásica para baja tensión de 400 á 500 mm. de distancia entre hilos								
Conductores de un diametro de mm ²	Corriente trifásica cos $\varphi = 0.8$							
	110 voltios		220 voltios		380 voltios		500 voltios	
	cobre	alum.	cobre	alum.	cobre	alum.	cobre	alum.
10	2.3	3.6	1.1	1.8	0.7	1.1	0.5	0.8
15	2.4	3.8	1.2	1.9	0.7	1.1	0.5	0.8
25	2.6	4.0	1.3	2.0	0.8	1.2	0.6	0.9
35	2.9	4.3	1.4	2.1	0.9	1.2	0.6	0.9
50	3.2	4.6	1.6	2.3	0.9	1.3	0.7	0.9
70	3.7	5.0	1.8	2.5	1.1	1.4	0.8	1.0
95	4.2	5.6	2.1	2.8	1.3	1.6	0.9	1.2

Ejemplos para el uso de las formulas y de la tabla en las paginas 49 hasta 53.

En las tablas de pag. 52 y 53 se indican los valores $L \times N$ en intervalos que permitan de fijar con bastante exactitud los valores intermedios. Si el valor $L \times N$ es menor que 100 hay que buscar por de pronto el valor multiplicado en 10 y el resultado hay que dividirlo por 10. Si el valor $L \times N$ es mayor que 1000, se divide primero este número por 10 y el consiguiente resultado se multiplica con 10.

Ejemplo 1. Datos: $L \times N = 55$; sección del conductor 4 mm², 440 voltios corriente continua

Incognita: caída de tensión?

Resultado: Para $L \times N = 550$ y 4 mm² e = 11.2 voltios Para $L \times N = 55$ y 4 mm² e = $\frac{11.2}{10}$ 1.12 voltios.

Ejemplo 2. Datos: N = 16000 para motores (= 16 kW) L = 500 m. línea aérea corriente trifásica 380 voltios, material „aluminio“, sección 95 mm².

Incognita: caída de tensión?

Resultado: $L \times N = 8000$. Por la tabla pag. 52 resulta para $L \times N = 800$ y 95 mm² 0.69 voltios; por consiguiente para $L \times N = 8000$, resulta $0.69 \times 10 = 6.9$ voltios. Según la tabla adicional pag. 50 el coeficiente para líneas aéreas, con corriente trifásica 380 voltios, cos $\varphi = 0.8$ aluminio de 95 mm² es 1.6 La caída de tensión resulta por consiguiente $6.9 \times 1.6 = 11$ voltios.

Ejemplo 3. Datos: N = 12000 vatios para motores. L = 570 m. Línea aérea, corriente trifásica 220 voltios. Caída de tensión 8% = 17.6 voltios.

Incognitas: Sección y material?

Resultado: La potencia es conocida; para corriente trifásica vale según la página 49 la fórmula $q = \frac{L \times N}{k \times e \times E}$; por consiguiente es para el cobre

$= \frac{570 \times 12000}{56 \times 17.6 \times 220} = 31.5$ mm². Como según la página 50 para líneas aéreas conectadas á motores debe multiplicarse por 1.4 resultará q á $31.5 \times 1.4 = 44$ eligiéndose sin embargo 50 mm². Para aluminio $q = \frac{570 \times 12000}{33 \times 17.6 \times 220} = 53.5$ mm². Como según la página 50 para líneas aéreas conectadas á motores debe multiplicarse por 1.3 resultará $q = 53.5 \times 1.3 = 70$ mm².

Ejemplo 4. Datos: Las mismas condiciones de servicio que en el ejemplo 3.

Incognita: pérdida de energía?

Resultado: Según la fórmula indicada en la página 49 el tanto % de pérdida de energía es:

$$\text{para el cobre } p = \frac{100 \times 570 \times 12000}{56 \times 50 \times 220 \times 220 \times 0.8 \times 0.8} = 8\%$$

$$\text{para el aluminio } p = \frac{100 \times 570 \times 12000}{33 \times 70 \times 220 \times 220 \times 0.8 \times 0.8} = 9.5\%.$$

Ejemplo 5. Datos: N = 2000 (= 2 kW), L = 55 m. Alambre en tubo, clase de corriente continua 220 voltios, material „cobre“, caída de tensión 10 voltios.

Incognita: Sección del conductor?

Resultado: Según la tabla auxiliar de la página 50 el coeficiente para conductores de instalaciones, corriente continua 200 voltios para el cobre es 2 Por consiguiente el valor que hay que tener en cuenta para la caída de tensión será según la tabla de la página 52 $10 : 2 = 5$ voltios.

$L \times N = 55 \times 2 = 110$, por consiguiente según la tabla de la página 52 para $L \times N = 110$ y 5 voltios (valor mas aproximado á la caída de tensión verdadera 3.6 voltios) es necesaria una sección del conductor de 2.5 mm².

Ejemplo 6. Datos: un conductor 35 mm² cobre, L = 240 m., corriente continua 440 voltios, pérdida de tensión 3%.

Incognita: potencia que se puede transportar.

Resultado: según la tabla de la página 53 para corriente continua 440 y 35 mm² de sección el valor de la potencia alcanza como máximo 44 kW teniendo una caída de tensión de 2.3% por cada 100 metros de longitud. Para 240 metros de longitud alcanzaria el valor de la caída de tensión $2.3 \times 2.4 = 5.5\%$. Como solo debe de ser 3% deberá estar cargada la línea solamente con $44 \times 3 : 5.5 = 24$ kW.

Caida de tensión en voltios, en líneas de cobre sin inducción con 220 voltios corriente trifásica ó 440 voltios corriente continua.




L×N lon- gitud <kW	Sección del conductor en mm ² .													
	1	1·5	2·5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150
10	0·81	0·540	0·325	0·203	0·136	0·081	0·051	0·033	0·023	0·016	0·0116	0·0086	0·0068	0·0054
100	8·10	5·40	3·25	2·03	1·36	0·81	0·510	0·325	0·230	0·162	0·116	0·086	0·068	0·054
110	8·90	5·95	3·60	2·25	1·50	0·89	0·560	0·360	0·255	0·178	0·128	0·094	0·074	0·060
120	9·70	6·50	3·90	2·45	1·62	0·97	0·610	0·390	0·280	0·194	0·138	0·104	0·081	0·065
130	10·6	7·00	4·25	2·65	1·75	1·06	0·660	0·425	0·300	0·210	0·150	0·112	0·088	0·070
140	11·4	7·60	4·65	2·85	1·90	1·14	0·710	0·455	0·325	0·225	0·162	0·120	0·095	0·076
150	12·2	8·10	4·90	3·05	2·00	1·22	0·760	0·490	0·350	0·245	0·174	0·130	0·100	0·081
160	13·0	8·60	5·20	3·25	2·15	1·30	0·810	0·520	0·370	0·260	0·186	0·138	0·108	0·087
170	13·8	9·20	5·50	3·45	2·30	1·38	0·870	0·550	0·395	0·275	0·198	0·146	0·116	0·092
180	14·6	9·80	5·85	3·65	2·45	1·46	0·920	0·590	0·420	0·290	0·210	0·154	0·122	0·098
190	15·4	10·2	6·20	3·85	2·55	1·54	0·970	0·620	0·440	0·305	0·220	0·164	0·130	0·102
200	16·2	10·8	6·50	4·05	2·70	1·62	1·02	0·650	0·465	0·325	0·230	0·170	0·136	0·108
220	17·8	11·8	7·15	4·50	2·95	1·78	1·12	0·720	0·510	0·355	0·255	0·190	0·150	0·118
240	19·6	13·0	7·80	4·90	3·25	1·96	1·22	0·780	0·560	0·390	0·280	0·205	0·162	0·130
260	21·2	14·0	8·45	5·30	3·50	2·10	1·32	0·850	0·600	0·420	0·300	0·225	0·176	0·140
280	22·8	15·2	9·10	5·70	3·80	2·30	1·42	0·910	0·650	0·455	0·325	0·240	0·190	0·152
300	24·4	16·2	9·75	6·10	4·05	2·45	1·52	0·980	0·700	0·485	0·350	0·255	0·205	0·162
320	26·0	17·4	10·4	6·50	4·35	2·60	1·64	1·04	0·740	0·520	0·370	0·275	0·215	0·174
340	27·6	18·4	11·2	7·00	4·60	2·75	1·74	1·12	0·790	0·550	0·395	0·290	0·230	0·184
360	29·4	19·6	11·8	7·40	4·85	2·95	1·84	1·18	0·830	0·580	0·415	0·310	0·245	0·196
380	30·8	20·5	12·4	7·80	5·20	3·10	1·94	1·24	0·880	0·620	0·440	0·325	0·260	0·205
400	32·5	21·5	13·0	8·12	5·40	3·25	2·05	1·30	0·930	0·650	0·465	0·340	0·270	0·215
450	36·5	24·5	14·6	9·20	6·10	3·65	2·30	1·46	1·04	0·730	0·520	0·385	0·305	0·245
500	40·5	27·0	16·2	10·2	6·80	4·05	2·55	1·62	1·16	0·810	0·580	0·430	0·340	0·270
550	44·5	30·0	18·0	11·2	7·50	4·45	2·80	1·80	1·28	0·890	0·640	0·470	0·370	0·300
600	48·5	32·5	19·6	12·2	8·10	4·90	3·05	1·96	1·40	0·970	0·700	0·520	0·405	0·325
650	53·0	35·0	21·0	13·2	8·80	5·30	3·30	2·10	1·60	1·06	0·760	0·560	0·440	0·350
700	57·0	38·0	23·0	14·2	9·50	5·70	3·55	2·30	1·62	1·14	0·810	0·600	0·475	0·380
750	61·0	40·5	24·5	15·2	10·2	6·10	3·80	2·45	1·74	1·22	0·870	0·640	0·505	0·405
800	65·0	43·5	26·0	16·2	10·8	6·50	4·05	2·60	1·86	1·30	0·930	0·690	0·540	0·435
850	69·0	46·0	27·5	17·2	11·6	6·90	4·30	2·75	1·98	1·38	0·990	0·730	0·575	0·460
900	73·0	49·0	29·0	18·2	12·2	7·30	4·55	2·90	2·10	1·46	1·04	0·770	0·610	0·490
950	77·0	51·0	31·0	19·4	12·8	7·70	4·85	3·10	2·20	1·54	1·10	0·820	0·640	0·510
1000	81·0	54·0	32·5	20·3	13·6	8·10	5·10	3·25	2·30	1·62	1·16	0·860	0·680	0·540

Explicación del empleo de esta tabla en la pag. 50.






Intensidades admisibles para carga continua, intensidades nominales de los cortacircuitos, potencias que se pueden transmitir y caída de tensión en voltios y en el tanto % para cada 100 m. de linea al carga sin inducción del conductor de cobre con la corriente nominal del cortacircuitos correspondiente á su sección.

Sección mm ²	Corriente máxima del cortacircuitos amp.				Corriente continua			Corriente trifásica							
					110 volts.	220 volts.	440 volts.	110 volts.		220 volts.		380 volts.		500 volts.	
								cos φ		cos φ		cos φ		cos φ	
								1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8
1.5	14	10	carga	kW	1.1	2.2	4.4	1.9	1.62	3.8	3.04	6.6	5.25	8.66	6.9
			caída de tensión por 100 m.	volts.	24	24	24	20.5	16.6	20.5	16.6	20.5	16.6	20.5	16.6
			de longitud sencilla	%	21.5	10.8	5.4	18.6	15.0	9.3	7.5	5.4	4.3	4.1	3.3
2.5	20	15	carga	kW	1.65	3.3	6.6	2.86	2.28	5.7	4.55	9.85	7.85	13.0	10.4
			caída de tensión por 100 m.	volts.	21.5	21.5	21.5	18.6	14.9	18.6	14.9	18.6	14.9	18.6	14.9
			de longitud sencilla	%	19.4	9.7	4.8	16.8	13.4	8.4	6.7	4.9	3.9	3.7	3.0
4	25	20	carga	kW	2.2	4.4	8.8	3.8	3.04	7.6	6.1	13.2	10.5	17.3	13.8
			caída de tensión por 100 m.	volts.	17.8	17.8	17.8	15.6	12.4	15.6	12.4	15.6	12.4	15.6	12.4
			de longitud sencilla	%	16.2	8.1	4.1	14.2	11.2	7.1	5.6	4.3	3.5	3.1	2.5
6	31	25	carga	kW	2.75	5.5	11.0	4.75	3.8	9.5	7.6	16.5	13.1	21.8	17.3
			caída de tensión por 100 m.	volts.	15.0	15.0	15.0	12.8	10.2	12.8	10.2	12.8	10.2	12.8	10.2
			de longitud sencilla	%	13.6	6.8	3.4	11.6	9.3	5.8	4.7	3.4	2.7	2.6	2.0
10	43	35	carga	kW	3.85	7.7	15.4	6.7	5.3	13.3	10.6	23.0	18.4	30.4	24.2
			caída de tensión por 100 m.	volts.	12.6	12.6	12.6	10.8	8.7	10.8	8.7	10.8	8.7	10.8	8.7
			de longitud sencilla	%	11.4	5.7	2.8	9.9	7.9	4.9	3.9	2.8	2.3	2.2	1.7
18	75	60	carga	kW	6.6	13.2	26.4	11.4	9.1	22.8	18.2	39.6	31.6	52.0	41.5
			caída de tensión por 100 m.	volts.	13.4	13.4	13.4	11.6	9.3	11.6	9.3	11.6	9.3	11.6	9.3
			de longitud sencilla	%	12.2	6.1	3.1	10.6	8.5	5.3	4.2	3.0	2.4	2.3	1.9
25	100	80	carga	kW	8.8	17.6	35.2	15.2	12.2	30.4	24.4	52.5	42.0	69.5	55.5
			caída de tensión por 100 m.	volts.	11.4	11.4	11.4	9.9	7.9	9.9	7.9	9.9	7.9	9.9	7.9
			de longitud sencilla	%	10.4	5.2	2.6	9.0	7.2	4.5	3.6	2.6	2.1	2.0	1.6
35	125	100	carga	kW	11.0	22.0	44.0	18.0	15.2	38.0	30.4	66.0	52.5	86.5	69.0
			caída de tensión por 100 m.	volts.	10.2	10.2	10.2	8.9	7.1	8.9	7.1	8.9	7.1	8.9	7.1
			de longitud sencilla	%	9.3	4.6	2.3	8.1	6.5	4.0	3.2	2.3	1.9	1.8	1.4
50	160	125	carga	kW	13.8	27.5	55.0	23.8	19.0	47.5	38.0	82.0	66.0	108.0	87.0
			caída de tensión por 100 m.	volts.	8.9	8.9	8.9	7.8	6.2	7.8	6.2	7.8	6.2	7.8	6.2
			de longitud sencilla	%	8.1	4.0	2.0	7.0	5.6	3.5	2.8	2.0	1.6	1.6	1.2
70	200	160	carga	kW	17.6	32.2	70.5	30.4	24.4	61.0	48.5	105.0	84.0	138.0	111.0
			caída de tensión por 100 m.	volts.	8.2	8.2	8.2	7.1	5.7	7.1	5.7	7.1	5.7	7.1	5.7
			de longitud sencilla	%	7.4	3.7	1.9	6.4	5.1	3.2	2.6	1.9	1.5	1.4	1.1

Estructura de los cables subterranos.

Clase de cables	Sección de los con- ductores mm. ²	Capa de plomo		Dia- metro total mm.
		Grueso mm.	Diametro mm.	
 <p>Marca PER 700 Cable unifilar revestido de plomo asfaltado, armado con alambre de hierro, para baja tensión</p>	1.5	1.1	7.1	17
	2.5	1.1	7.5	17
	4	1.2	8.2	18
	6	1.2	8.7	19
	10	1.2	9.5	19
 <p>Marca PER 700 Cable unifilar revestido de plomo asfaltado, armado con cinta de hierro, para baja tensión</p>	16	1.2	11.5	23
	25	1.2	12.8	24
	35	1.3	14.2	25
	50	1.3	15.8	27
	70	1.4	17.7	29
	95	1.4	19.5	31
	120	1.5	21.2	33
	150	1.6	23.6	36
	185	1.7	25.6	38
	240	1.8	28.7	41
	310	1.9	31.7	44
 <p>Marca PLVF 700 Cable trifilar, revestido de plomo asfaltado, armado con cinta de hierro, para baja tensión</p>	1.5	1.3	12.9	23
	2.5	1.3	13.7	24
	4	1.4	15.0	25
	6	1.4	16.1	26

Estructura de los cables subterrneos.

Clase de cables	Sección de los con- ductores	Capa de plomo		Dia- metro total		
	mm. ²	Grueso mm.	Diametro mm.			
 <p>Marca PDVR 700 Cable trifilar, revestido de plomo as- faltado, armado con cinta de hierro, para baja tensión</p>	10	1·4	17·8	29		
	16	1·6	21·4	33		
	25	1·7	24·4	36		
	35	1·8	27·5	40		
	50	1·9	30·9	43		
	70	2·0	34·7	47		
	95	2·1	38·8	51		
	120	2·2	42·3	54		
	150	2·4	46·3	58		
	185	2·6	51·2	63		
	240	2·7	56·6	69		
 <p>Marca SPDVR 700 Cable trifilar, revestido de plomo as- faltado, armado con cinta de hierro, para baja tensión</p>	310	2·9	63·8	76		
	16	1·4	17·5	29		
	25	1·5	19·9	31		
	35	1·7	23·9	36		
	50	1·8	26·8	39		
	70	1·9	30·1	42		
	95	2·0	33·6	46		
	120	2·1	36·5	49		
	150	2·2	42·2	54		
	185	2·6	49·6	62		
	240	2·7	55·3	67		
   <p>Marca PEVR 6000</p> <p>Marca PDVR 10000</p> <p>Marca PDVR 15000</p>	310	2·9	62·4	74		
	Cable trifilar, revestido de plomo asfaltado, armado con cinta de hierro para alta tensión	6000 V.	10	1·7	25·7	38
		10000 V.	10	2	38·8	46
		15000 V.	25	2·4	47	59

Estructura, peso y resistencia ohmica de lineas desnudas.

Sec- ción mm ²	Cobre				Aluminio				Hierro			
	Número y dia- metro de los hilos	Dia- metro exter- ior del con- ductor total en mm.	Resis- tencia de 1000 metros en Ohm	Peso de metros en kg.	Número y dia- metro de los hilos	Dia- metro exter- ior del con- ductor total en mm.	Resis- tencia de 1000 metros en Ohm	Peso de metros en kg.	Númer y dia- metro de los hilos	Dia- metro exter- ior del con- ductor total en mm.	Resis- tencia de 1000 metros en Ohm	Peso de metros en kg.
1	—	1·23	17·80	9·0	—	—	—	—	—	—	—	—
1·5	—	1·38	11·88	13·5	—	—	—	—	—	—	—	—
2·5	—	1·78	7·12	22·5	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	2·26	4·45	36·0	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	2·76	2·96	54·0	—	2·76	5·08	16	—	2·0	—	50
10	—	3·5	1·78	89·0	—	3·5	3·05	27	—	3·6	—	80
16	—	4·5	1·115	143	—	4·5	1·91	43	—	4·5	—	130
16	7×1·7	5·2	1·115	150	7×1·7	5·2	1·91	46	19×1·1	5·5	8·15	150
25	—	5·65	0·715	223	—	5·65	1·22	68	—	5·7	—	205
25	7×2·1	6·5	0·715	234	7×2·1	6·5	1·22	71	19×1·3	6·5	6·00	210
35	7×2·5	7·7	0·510	328	7×2·5	7·7	0·874	100	19×1·6	8·0	4·25	320
50	14×2·1	9·2	0·356	468	14×2·1	9·2	0·610	143	19×1·8	9·0	3·35	400
70	19×2·1	10·9	0·256	655	19×2·1	10·9	0·437	200	37×1·6	11·2	2·30	625
95	19×2·5	12·7	0·188	889	19×2·5	12·7	0·322	271	37×1·8	12·6	1·90	785
120	19×2·8	14·2	0·149	1123	19×2·8	14·2	0·255	342	49×1·8	16·2	1·45	1070
150	30×2·5	15·9	0·119	1404	30×2·5	15·9	0·203	428	49×2·0	18·0	1·25	3012

Peso de barras de cobre.

Sec- ción mm ²	Peso por metro en kg.	Dimen- siones de las barras en mm.	Sec- ción mm ²	Peso por metro en kg.	Dimen- siones de las barras en mm.	Sec- ción mm ²	Peso por metro en kg.	Dimen- siones de las barras en mm.	Sec- ción mm ²	Peso por metro en kg.	Dimen- siones de las barras en kg.
20	0·18	10×2	100	0·9	25×4	200	1·8	25×8	400	3·6	40×10
		12×2·5	104	0·936	26×4			40×5			50×8
30	0·27	10×3	108	0·972	18×6	210	1·89	30×7	420	3·78	35×12
36	0·324	12×3	120	1·08	20×6	225	2·02	45×5	480	4·32	40×12
39	0·351	13×3			15×8	240	2·16	30×8	500	4·5	25×20
45	0·405	15×3	125	1·125	25×5			25×10			50×10
		15×4	140	1·26	20×7	250	2·25	50×5			50×12
60	0·54	12×5			25×6	280	2·52	35×8	600	5·4	60×10
		10×6	150	1·35	30×5	290	2·61	58×5	720	6·48	60×12
65	0·585	13×5			50×3			30×10	800	7·2	80×10
75	0·675	15×5			25×7	300	2·7	20×15	1000	9·0	100×10
80	0·72	20×4	175	1·575	35×5	320	2·88	40×8	1200	10·8	100×12
90	0·81	18×5	180	1·62	30×6	350	3·15	35×10	1500	13·5	150×10
100	0·9	20×5	182	1·64	26×7	360	3·24	45×8			

Distancias mínimas de los conductores.

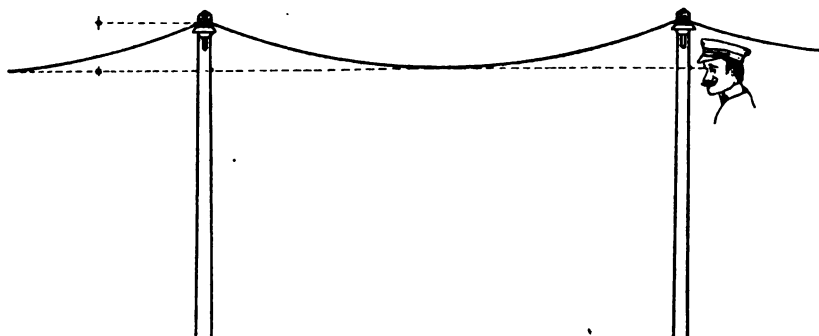
Clase de conductor	Distancia mínima		
	entre conductores	de edificios	de tierra
Conductores desnudos de baja tensión	con distancia entre soportes mayor de 6 m.	20 cm.	2'5 m.
	con distancia entre soportes de 4 á 6 m.	15 cm.	
	con distancia entre soportes de 1 á 4 m.	10 cm.	
	con distancia entre soportes menos de 1 m. (en localidades humidas)	5 cm.	5 cm
Conductores desnudos de alta tensión	con tensiones hasta 1500 voltios . .	5 cm.	5 cm.
	con tensiones hasta 3000 voltios . .	7'5 cm.	7'5 cm
	con tensiones hasta 6000 voltios . .	10 cm.	10 cm.
	con tensiones hasta 12000 voltios . .	12'5 cm.	12'5 cm.
	con tensiones hasta 24000 voltios . .	18 cm.	18 cm.
	con tensiones hasta 35000 voltios . .	24 cm.	24 cm.
instalados en la parte exterior de un edificio		1 cm. por cada 1000 voltios mínimo 10 cm.	
Conductores aislados, montados al descubierto	para baja tensión á la intemperie . .		2 cm
	para baja tensión en el interior de edificios		1 cm.
	para alta tensión inferior á 1000 voltios		2 cm.

Diametro interior de los tubos aislantes para conductores de determinadas secciones.

Número ** y clase de conductores	Encima del estucado															
	Sección de los conductores en mm ²															
	1	1'5	2'5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	
1 NGA	11	11	11	11	*13'5	13'5	*16	16	21	*23	23	29	29	36	36	
2 NGA	*13'5	13'5	*16	16	*21	*23	23	29	36	—	—	—	—	—	—	
3 NGA	*13'5	*16	16	*21	21	23	29	36	36	—	—	—	—	—	—	
1 CSW	—	—	—	—	11	11	13'5	*16	*21	21	*23	23	*29	29	—	
1 NGA + 1 CSW	*11	*13'5	13'5	*16	*16	21	*23	—	—	—	—	—	—	—	—	
2 NGA + 1 CSW	*13'5	*16	16	*21	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Número ** y clase de conductores	Debajo del estucado															
	Sección de los conductores en mm ²															
	1	1'5	2'5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	
1 NGA	13'5	13'5	13'5	13'5	13'5	16	*21	21	23	23	29	*36	36	—	—	
2 NGA	13'5	*16	16	21	21	*29	29	—	—	—	—	—	—	—	—	
3 NGA	13'5	16	*21	21	23	*29	29	36	36	—	—	—	—	—	—	
1 CSW	—	—	—	—	13'5	*16	16	*21	21	*23	23	*29	29	—	—	
1 NGA + 1 CSW	13'5	13'5	13'5	16	21	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2 NGA + 1 CSW	13'5	16	16	21	*23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

* En vez de los diametros señalados con estrella se puede emplear para trayectos cortos (bajadas de llave) el diametro menor mas proximo — ** vease pag. 21.

Mínimo de flecha para líneas aéreas de baja tensión, de cobre.



Las normas fijadas para la instalación de líneas aéreas dan indicaciones referente al cálculo de la resistencia mecánica de los conductores aéreos, indicando la **flecha mínima** de la catenaria que se puede admitir, para que no sufran demasiado bajo los efectos de las bajas temperaturas, de la presión del aire, de masas de hielo y nieve. Admiten sin embargo un esfuerzo de tracción menor, ó sea una flecha mayor. Esta se recomienda siempre donde los postes ó soportes no son suficientes para soportar los esfuerzos de tracción elevados que prevén las normas. Con las cargas adicionales extraordinariamente elevadas hay que contar solo donde la distancia entre postes es grande y la sección de los conductores reducida, es decir especialmente en redes de transporte muy estensas.

En las líneas aéreas de baja tensión de las instalaciones de alumbrado y fuerza motriz, y aun en las redes de distribución de poblaciones pequeñas se trata generalmente de pocos puntos de apoyo para la línea, con distancias irregulares entre los soportes, formados solo en partes por postes (de madera casi siempre), sirviendo por otra parte los edificios que se encuentran al paso como puntos de apoyo. Así resulta que las distancias entre los puntos de apoyo por regla general no dependen de la libre elección y oscilan, entre 30 y 50 m. La práctica demuestra que por razones estéticas se acostumbra tender los hilos de sección reducida con mas tensión que los de mayores secciones, pero la flecha no debia bajar de los valores de la tabla á continuación, que da las flechas mas usadas. Si en los mismos postes y puntos de apoyo se instalan conductores de diferentes secciones, se les da á todos igual flecha ó sea la que corresponde al conductor mas grueso. La distancia horizontal entre los conductores no debe ser inferior á 40 cm. siendo la distancia entre postes de 50 m.

Distancia entre postes	Flecha de la catenaria, á $+10^{\circ}$ C. y con una sección de conductores en mm^2 de							á $+25^{\circ}$	á -10°
								para cualquier sección aumenta en cm.	disminuye en cm.
30	30	30	30	40	50	60	70	6	12
40	40	40	40	50	60	70	80	8	16
50	60	60	60	60	70	80	90	10	20

Colocación de los tubos aislantes encima del estucado.

El tubo aislante con cubierta de latón ó hierro emplomado se suministra en piezas de 3 m. La unión de los tubos se hace enchufando un manguito sin aislamiento interior, por esto hay que tener cuidado de no dejar intersticio entre los extremos que se unen. El extremo de cada tubo se desnuda de la cubierta metálica aprox. á una longitud de un cm. Con este objeto se hace un corte alrededor del tubo con la navaja del montador, y despues de abrir la pestaña se quita la cubierta, fig. 1. Antes de enchufar los manguitos se calientan ligeramente con la lamparita de alcohol. Esta frente á la de bencina, mas cara y delicada, se ha acreditado como conveniente siempre que no sea cuestión de soldaduras metálicas, fig. 2. Los piezas de unión se curvan con ayuda de unas tenazas de plegar tubos, para ajustar los á la forma del muro etc., fig. 3. El empleo de tubos encorvados hechos se recomienda solo en el caso de repetirse la misma curva en mayor número. Sino es mas económico dar la forma al tubo en cada caso, porque así hay menos sitios vulnerables en la línea y el tubo se puede aprovechar lo mas posible. Para cada ancho de tubo hay que emplear unas tenazas de plegar especiales, fig. 4. Tenazas mal elegidas producen curvas inservibles y lesionan el tubo. Para cortar el tubo se hace sencillamente un corte circular con la navaja, fig. 5.



Fig. 1. Quitando la cubierta de la extremidad del tubo.



Fig. 2. Calentando el muñon con una lampara de alcohol antes de introducirlo en el tubo.



Fig. 3. Curvado del tubo aislador.



Fig. 5. Corte del tubo aislador.



Fig. 4. Tenazas para curvar el tubo aislador.

Donde no es posible adaptar el tubo bien al sitio donde haya de colocarse con las tenazas de plegar, se emplean las piezas angulares, fig. 12. Estas no deben entorpecer la colocación de los conductores y son por consiguiente partidas. Las piezas T de esta clase no deben emplearse mas que donde divergen los dos hilos sin que haga falta hacer una derivación; hacer soldaduras dentro de las piezas T no es nada recomendable. Para las derivaciones se emplean exclusivamente las cajas de derivación. Las cajas de derivación para encima del enlucido tienen 4 orificios, las mayores 8, en el revestimiento aislador. La cubierta metálica sin embargo los cubre, y se conocen solo por un realce estampado. Para montar la caja se abren los orificios necesarios, quitando el redondel con la lima ó cortandolo con la navaja, fig. 6.



Fig. 6.

Los agujeros terminales marcados en la cubierta de plomo se cortan con un cuchillo.



Fig. 8.

En la extremidad del tubo calentado se introduce un empalme acodado.

De menor tamaño y por lo tanto mas elegantes son las cajas de derivación provistas de bornes. Para abrir los orificios necesarios para conectar los hilos es suficiente perforar la chapa delgada con un destornillador ó herramienta parecida, fig. 7. Para proteger la capa aisladora de los conductores en el extremo de los tubos que no terminan en cajas, aparatos, interruptores etc. se les enchufa á los finales de tubo un suplemento de protección. Terminando el tubo aislante en la pared, se emplean los suplementos rectilíneos los que se usan p. e. en las bajadas de llave, cuando los hilos de la linea están montados al descubierto. Terminando el tubo en el techo, p. e. en derivaciones de lámparas, se recomiendan los suplementos curvos, fig. 8.



Fig. 7. Pequeñas cajas de distribución en que los orificios se hacen perforando con una herramienta la pared delgada.



Fig. 9. Un cordón untado de tiza ó de carbón es sujetado por sus extremidades y cogido por enmedio y soldado marca la linea en el techo.



Fig. 10. Al lado de la linea marcada se introducen las espigas de acero en la pared con ayuda de un punzón.



Fig. 11. Al lado de un tubo de aislamiento pueden clavarse las espigas sin otra preparación.

Para colocar el tubo aislante encima del enlucido, hay que trazar el trayecto para fijar los puntos de sujeción. Como medio de sujeción se emplean siempre grapas circulares sujetas por espigas de acero.

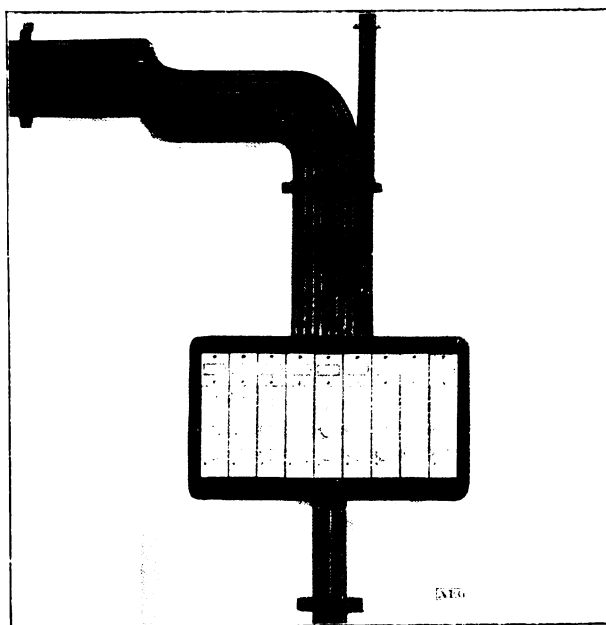


Fig. 12. Instalación de tubos en una distribución de alumbrado. (La pilastra saliente obliga el empleo de tubos acodados.)



Fig. 16. Instalación defectuosa de los tubos debajo de la caja de distribución (los tres tubos de abajo forman „depósito de agua“).

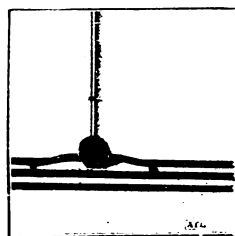


Fig. 17. Buena instalación de los tubos proximos á la caja de distribución.

Con una cuerda manchada en carbón ó blanquillo, se hace un trazo, soltandola de repente, de modo que se marque una linea recta, fig. 9. Al lado de esta linea y con una separación adecuada se clavan las espigas en la pared con ayuda de un punzón, fig. 10. Tratandose de muros de hormigón armado hay que abrir generalmente un agujero con la barrena.

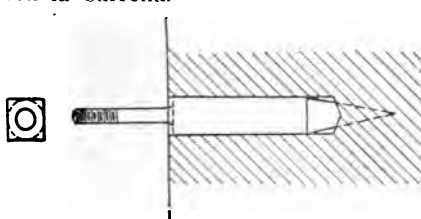


Fig. 13. En muros de hormigón las espigas de acero se introducen en un agujero redondo abierto de antemano.

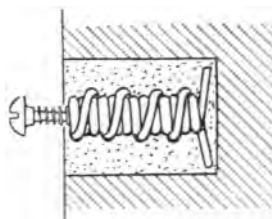


Fig. 14. En techos de caña y muros de ladrillo hueco se emplean espigas de doble espiral sujetas con mortero de yeso.



Fig. 15. Al pasar por encima de una viga no se puede evitar la forma en U del tubo. Aquí se necesita piezas angulares desmontables para sacar el agua que se depositase.

En este material duro la espiga cuadrada introducida en el agujero redondo tiene suficiente sujeción, fig. 13. Si la pared etc. no tiene suficiente resistencia para sujetar las espigas, como las paredes y techos de ladrillos huecos, techos de caña etc. es preciso emplear las espigas con doble espiral, recibiendo las con yeso. Con la broca se hacen con facilidad los agujeros circulares en que se reciben las espigas cuidadosamente con yeso despues de humedecer la pared, fig. 14. Recorriendo el mismo trayecto algunos tubos, se pueden sujetar con una abrazadera común, de modo que bastan dos espigas. La distancia entre las grapas debe ser por regla general 80 cm. proxicamente, teniendo en cuenta de colocar 10 cm. antes de cada pieza angular ó T, caja de derivación etc. y cada extremo de tubo una grapa á 10 cm. proxicamente de distancia. El recorrido de los tubos en general debe practicarse de manera que no se pueda acumular agua en ningún sitio. Siendo imprescindible la forma de una curva hacia abajo, como p. e. haciendo pasar el tubo debajo de una viga, fig. 15, hay que emplear piezas angulares desmontables, que se pueden abrir para hacer salir el agua que se depositase. En cambio no debe darsele esta curva nunca en las paredes, fig. 16. La figura 17 demuestra la ejecución propia para este caso.



Fig. 18. Nicho dibujado para el cuadro de distribución y canal del tubo. A la derecha un canal abierto para el alambre.

La colocación de los tubos aislantes empotrados.

La colocación de los tubos empotrados en la pared se hace por regla general inmediatamente despues de terminar la obra de fábrica de la casa es decir antes del enlucido. Los tubos no deben estar „dentro“ sino „debajo“ del enlucido, es decir al nivel de la obra de canto ó ladrillo. En caso contrario se podrian deteriorar los tubos al enlucido las paredes, y por otra parte seria mas delgada la capa de cal ó yeso encima de los tubos y propensa á descascarillarse. Por lo tanto hay que abrir canales en la obra de fábrica etc. para la colocación de los tubos.

Hay que marcar el recorrido de los tubos, lo que por causa de la irregularidad de la superficie no se puede hacer con la cuerda. Tampoco importa trazar en líneas mas á menos rectos, puesto que la dirección de las canales horizontales es indicada por la juntura de los ladrillos, y el trayecto exacto de la línea es sin importancia. Se indica el sitio de las canales con carbón, con un trazo, si son para un tubo,



Fig. 20.

El canal y nicho abierto de la figura 18.

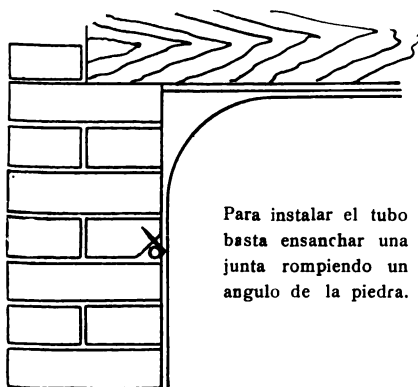


Fig. 19.

Para instalar el tubo basta ensanchar una junta rompiendo un angulo de la piedra.

con dos en conveniente intervalo, si la canal es mas ancha. Hay que tener en cuenta que las pilastras de apoyo y las paredes endebles etc. no se deben tocar sin el permiso del arquitecto del edificio.

Las canales horizontales se abren con facilidad, aprovechando las juntas y cortando un angulo de una piedra, fig. 19. Para empotrar las cajas de derivación, interruptores, cuadros de distribución etc. hay que hacer el hueco correspondiente.

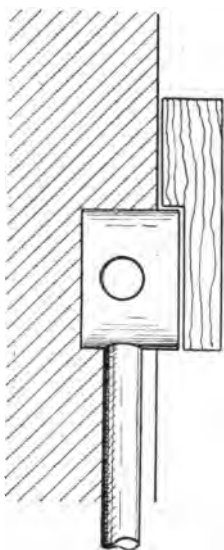


Fig. 22. Para la colocación de las cajas de distribución se emplean plantillas de madera cuyo tamaño depende del espesor del enlucido.

Especialmente hay que tener cuidado de llevar los tubos siempre en curvas poco pronunciadas; ante todo hay que meterlos en los ángulos interiores con suficiente profundidad, para que este bien cubierto el centro de la curva. Como tiene que ser posible reponer con seguridad los hilos colocados en tubos empotrados, es á veces necesario disponer en trayectos largos una caja de unión, para que no haga falta introducir hilos demasiado largos. Las ramificaciones se hacen siempre con cajas de derivación. Hay que pensar bien el sitio de las cajas. Primero hay que tener cuidado que no queden cubiertas con la cantonera de estuco. No se colocan por consiguiente juntas al techo sino con la distancia poco mas ó menos de seis filas de ladrillos hacia abajo. Además hay que procurar que todas las cajas de una estancia esten á igual altura puesto que después de terminado el enlucido no se ven mas que las tapas, pero no los tubos.

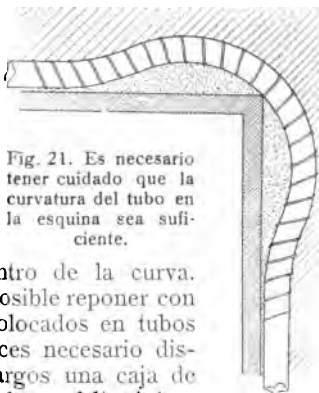


Fig. 21. Es necesario tener cuidado que la curvatura del tubo en la esquina sea suficiente.

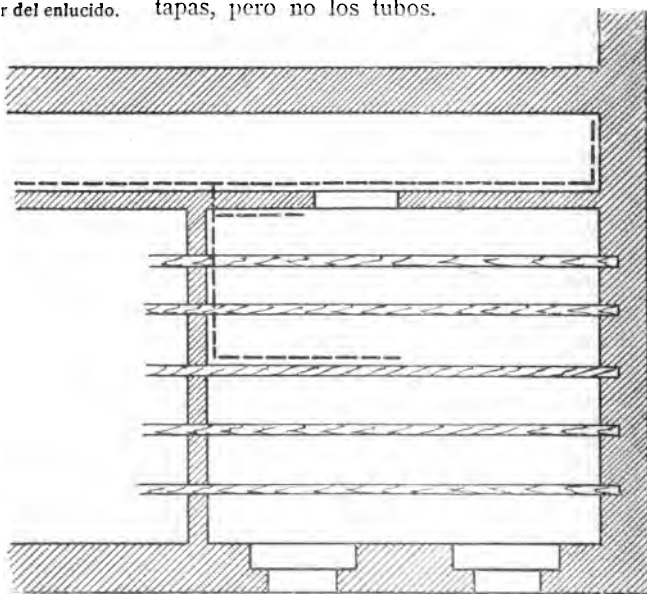


Fig. 23. Los trayectos sobre el techo debe procurarse sean paralelos á las vigas para que se puedan sujetar los tubos á ellas (la línea punteada representa el trayecto de un tubo).

Para que las tapas de las cajas esten al nivel del enlucido es conveniente emplear un calibre de madera correspondiente al grueso del enlucido, lo que facilita un ajuste bien hecho, fig. 22. Ademas hay que tener cuidado con las distancias de los interruptores de los huecos de las puertas. Como el marco no esta puesto todavia, hay que saber poco mas ó menos el ancho que tiene. Por regla general es suficiente la distancia de 25 cm. del hueco de la puerta. Tambien se comprende que se debe conocer la direcci3n en que ha de girar la puerta, para que no se coloque el interruptor detras de la puerta sino al lado de la cerradura. La altura de la llave, que suele ser de 1'25 m. se mide desde las vigas, puesto que no est1 ensolado. Si las paredes se han de revestir con artesonado 3 azulejos, etc. se necesitan indicaciones exactas sobre la clase y altura del revestimiento, puesto que la llave no se puede poner en el mismo borde 3 cornisa del revestimiento, y ademas en muchos casos tiene que tomar en sentido horizontal un sitio determinado dentro del dibujo del decorado, fig. 18.



Fig. 24. Ejecuci3n de los agujeros en las cajas de distribuci3n provistas de cubierta met1lica en el sitio de montaje.



Fig. 25. Instalaci3n del tubo de goma endurecido, fijaci3n por medio de puntas.

La colocaci3n de los tubos aislantes con cubierta met1lica dentro de las canales se hace de la misma manera que encima del enlucido. Solamente no hace falta sujetarlos con grapas, sino es suficiente hacerlo con clavos que alternativamente hacia arriba y hacia abajo se introducen en las juntas. Despues de colocados los tubos es recomendable darles mas estabilidad cubriendolos con yeso, con intervalos de 1 1/2 3 2 m. 6 en todo el trayecto, llenando la canal hasta el nivel del muro, fig. 26.

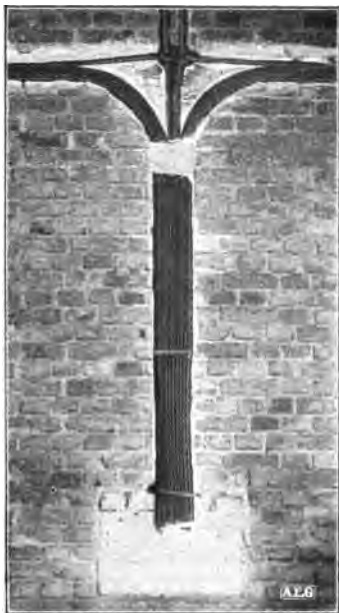


Fig. 26. Instalación de tubos terminados en el sitio de distribución. (Tubo caucho endurecido.)

El empleo de piezas angulares y en forma T debajo del enlucido es imposible, y de las cajas de derivación no se puede emplear mas que determinados modelos, puesto que las cajas tienen que estar al nivel del enlucido. Las cajas con tapa saliente sobresaldrian mucho de la pared y llamarian la atención. Empotrar con mas profundidad las cajas tampoco es posible, porque al quitar la capa se desconcharia el yeso. Por este motivo se emplean solo las cajas que tienen una tapa encajada ó de chapa tan delgada que apenas sobresale. Mientras encima de la pared hay que colocar la linea derivada en angulo recto con la caja por razones de estética, debajo del enlucido es indiferente la distribución de los orificios de la caja. Por este motivo se emplean con preferencia las cajas que no tienen los orificios hechos y se perforan al hacer la instalación según haga falta, fig. 24.



Fig. 27. Instalación terminada antes del enlucido. (Tubo caucho endurecido.)

Mucho mas comodo para la colocación empotrada son los tubos de caucho endurecido. Tambien se venden en piezas de 3 m., pero son tan flexibles que con la mano se les da la forma para amoldarlos á las sinuosidades é irregularidades inevitables de la obra de albañilería, fig. 25.

La unión de los tubos se hace con manguitos enchufados, y la sujeción con clavos introducidos alternativamente en las juntas de las paredes. Donde cambia de dirección la línea y todas las curvas pronunciadas, codos etc., se pone sobre el tubo una espiral de alambre de hierro galvanizado, entorchado de modo que las espiras esten bien cerca una de la otra. Una vez sobrepuesta, la espiral se estira hasta que las espigas tengan un intervalo de un cm. proxivamente de separación, fig. 21.

Esto da al tubo suficiente resistencia para evitar que se doble y para que los conductores se puedan introducir con facilidad. Para resguardar los extremos de los tubos que salen de la pared contra desperfectos que los trabajos posteriores podrian causarles, se recomienda tambien el empleo de estas espirales, fig. 27.



Fig. 28. Tirando de la cinta se va introduciendo el alambre conductor.



Fig. 29. Corte transversal falso de la capa aisladora.



Fig. 30. Buen corte de la capa aisladora. El cuchillo casi paralelo al alambre.

En cuanto á la colocación de las cajas de derivación hay que tener en cuenta lo que hemos dicho al hablar de la colocación de los tubos aislantes debajo del enlucido. Correspondiente al tubo se emplean también las cajas de materias aislantes (excluido el papel) sin cubierta metálica. Los orificios para los tubos también en este caso se hacen con el taladro, hierro candente ó sacabocados al hacer la instalación, fig. 24. Cierta atención merece el tratamiento de los tubos de caucho endurecido antes de colocarlo. Durante el invierno hay que almacenarlos en sitios resguardados del frío. Un solo tubo se ata en forma de círculo de diámetro bastante grande. Mayores cantidades deben transportarse sujetados en un listón ó mejor en cajas.

La introducción de los conductores en los tubos se hace siempre de igual manera. Es recomendable esperar hasta que este seca la obra de la casa, ó por lo menos el interior de los tubos. Para este efecto se dejan abiertas todas las cajas ó se practican agujeros en las tapas que permiten la circulación del aire. Para meter los conductores en los tubos, se introduce en el tubo una cinta de acero de 3 á 5 mm. de ancho, con el extremo que está provisto de una bolita, hasta que salga por el próximo orificio, caja, llave etc.

En el otro extremo de la cinta terminando en anilla se atan los conductores. Siempre se introducen todos los hilos de un tubo á la vez, atandolos por un extremo, fig. 28, teniendo cuidado que no tenga demasiado grueso el extremo atado. Mientras un operario tira de la cinta el otro empuja los conductores. Para que estos corran mejor, se pueden untar con talco, que se toma en la mano al hacer pasar los hilos.

Despues de colocados los conductores en los tubos aislantes, se pueden hacer las conexiones de los conductores dentro de las cajas de derivación.

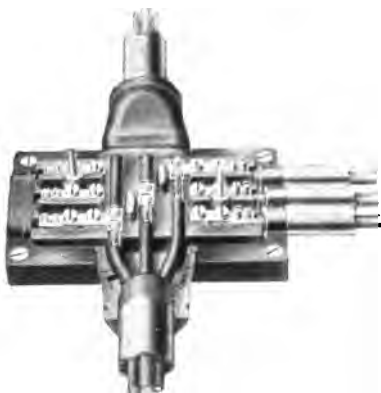


Fig. 31.
Placa de derivación tenacita (abierta).

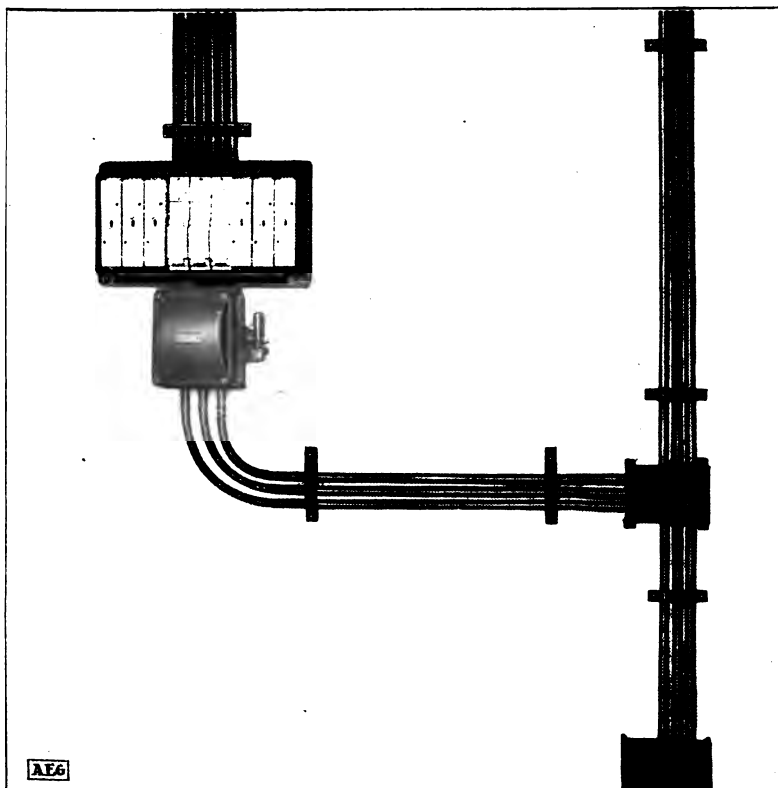


Fig. 32. Distribución con cortacircuitos de cinta interruptor principal palanca y derivación recta ascendente.

Para las líneas empotradas en la pared se preferiran los bornes montados en bases de materia aislante. Aqui no hace falta mas que desnudar el extremo y darle la forma de un lazo, en las mordacillas cónicas se puede introducir en forma recta.

Al desnudar el conductor aislado hay que tener sumo cuidado de no herir el cobre mismo. El hilo generalmente usado en las instalaciones de alumbrado, que tiene 1 ó 2 mm² de sección, recibe con facilidad un corte que disminuye su grueso y al doblar el hilo es facil troncharlo. Para evitar esto no se debe cortar la capa aisladora nunca perpendicular al hilo, fig. 29, sino cortando tiras á lo largo del hilo hasta que esté descubierto, fig. 30.



Fig. 33.

Instalación de una llave sobre el enlucido.

Instalación de un enchufe sobre el enlucido.

Desde hace poco tiempo, que solo se permiten los bornes de tornillo para hacer las conexiones dentro de las cajas, prohibiéndose las soldaduras, porque estas no se pueden registrar ni quitar para buscar las averías.

Mientras para conductores de reducida sección los bornes incrustados en las cajas son suficientes, hay que emplear para conductores de mayor sección dispositivos mas seguros. Como tales se han acreditado las (cajas) placas de derivación de „Tenacita“ destinadas principalmente para las líneas generales colocadas encima de la pared. Al emplear estas no hacen falta terminales ó zapatas, y cualquier conexión se hace con facilidad, fig. 31. También en los casos de ser colocados varios hilos en un tubo, se pueden emplear las cajas de derivación de „Tenacita“, valiendose para la introducción de los hilos de un suplemento en forma de embudo.

Como según las prescripciones fijadas los conductores que esten al alcance de la mano deben estar protegidos, se trata para las bajadas de llaves y enchufes, al montaje de cortacircuitos y cuadros de distribución etc. casi siempre de la colocación de los conductores en tubos aislantes que representan la protección mas general. Todos estos accesorios estan por este motivo provistos de las disposiciones necesarias para hacer pasar los conductores á los tubos.

Al hacer la instalación encima del enlucido, los interruptores se montan despues de haber acabado de colocar los tubos y conductores. Los interruptores como las cajas de contacto tienen un orificio para introducir el extremo del tubo.

La sujeción de la base en la pared se hace del modo mas facil por medio de las espigas de doble espiral, fig. 14, cuyos tornillos se quitan despues de recibir las espirales con yeso.

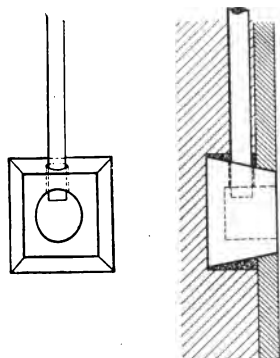


Fig. 34. Tacos cónicos de madera impregnados para instalación de las llaves sobre el enlucido en el caso que los tubos esten cubiertos.

Despues de atornillar la base del interruptor ó enchufe en la pared, se desnudan los extremos de los hilos, fig. 30, se tuercen y se sujetan y unen á los bornes, fig. 33, ahora se pone la tapa que preserva las partes no aisladas de los conductores contra cualquier contacto.

Estando los tubos empotrados en la pared, mientras las llaves tengan su sitio encima del enlucido, se colocan los extremos de los tubos dentro de tacos cónicos de madera. Al colocar los tubos se ponen tacos impregnados de asfalto de manera que su superficie esté al nivel del enlucido (y no de la obra de fábrica); lo mismo ocurre con las cajas de enchufe, fig. 34. El montaje de los interruptores etc. encima de los tacos se hace de igual manera que en las instalaciones con los tubos encima de la pared; hay que tener cuidado que la base tenga el

orificio de entrada para el tubo hacia abajo, mejor todavía es emplear interruptores con base muy plana y sin entrada para el tubo.

Si los interruptores han de ser empotrados como los tubos, es decir dejando fuera solo la llave giratoria, hay que insertar en vez del taco una caja especial para el interruptor. Al colocar el tubo se deja abierto el hueco hecho para el interruptor hasta que se tienda la pared, fig. 35, y la caja se coloca despues de terminado el enlucido, puesto que importa mucho dejar el borde de la caja exactamente al nivel de la pared.

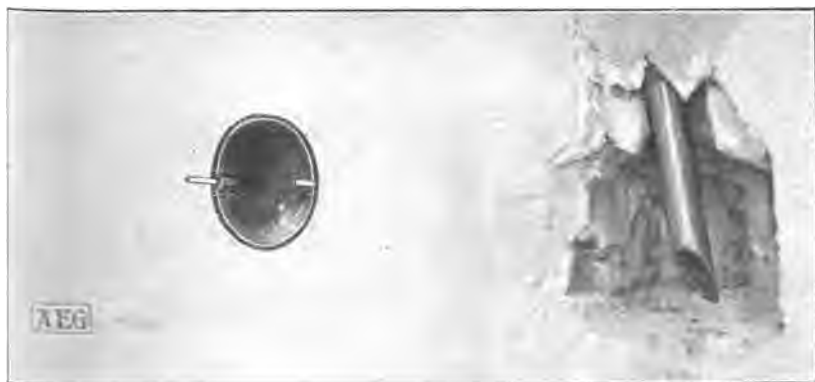


Fig. 35.

Caja de la llave terminada y preparación antes de instalarla.

Las hembras roscadas de la caja se cierran por medio de unas espiguitas de madera, para que no se obstruyan con cal ó escayola. fig. 35, y no se quitan hasta que se monta el interruptor, lo que se puede hacer despues de terminado por completo el decorado ó empapelado de la habitación puesto que todo está dispuesto para el atornillado.

Los cortacircuitos se montan siempre encima del tendido. Habiéndose practicado nichos para ellos, lo que para los tableros de acometida y distribución siempre debía de hacerse, se montan en el fondo del nicho, lo que para el trabajo es lo mismo. Para la selección y disposición de los cortacircuitos hay que distinguir si se hace la derivación junto al cortacircuitos, es decir donde la línea general sigue mas adelante, ó si la derivación esta separada del cortacircuitos y la línea (principal) termina con él. Para el ultimo caso será cuestión de uno de los tipos demostrados á continuación, según sistema y número de los circuitos, fig. 36—41.

Cortacircuitos para un circuito.



Fig. 36.
Unipolar, con hilo neutro.



Fig. 37.
Bipolar (descubierto).



Fig. 38.
Tripolar.



Fig. 39. Bipolar, con hilo neutro (con tapa protectora cubriendo los tapones).

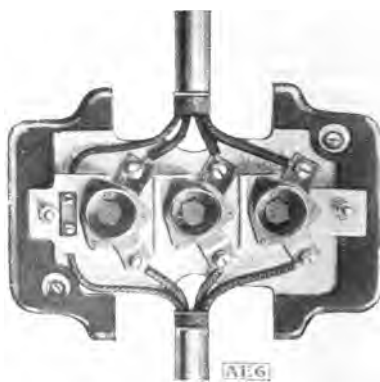
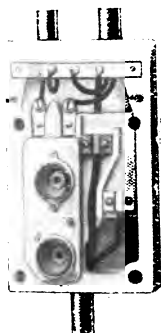
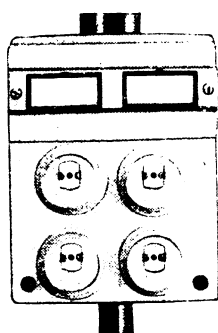


Fig. 40.
Tripolar, con hilo neutro (descubierto).

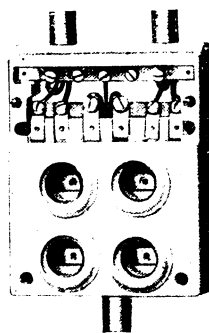
Cortacircuitos para dos circuitos.



a) Unipolar,
con hilo neutro.

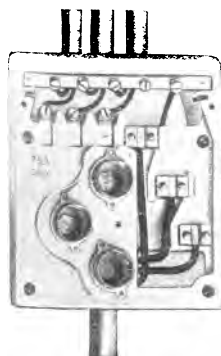


b) Bipolar.

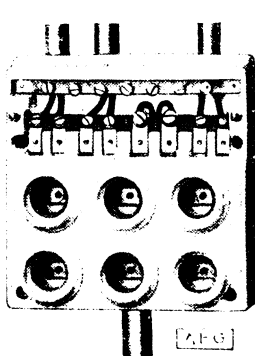


c) Bipolar,
con hilo neutro.

Cortacircuitos para tres circuitos.



d) Unipolar,
con hilo neutro.

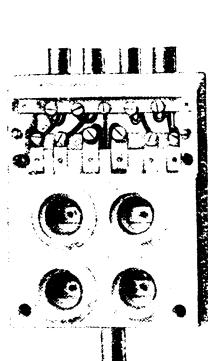


e) Bipolar.

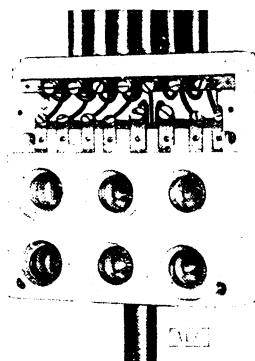


f) Bipolar, con hilo neutro
(sistema trifilar).

Cortacircuitos para cuatro y seis circuitos.



g) Unipolar, con hilo neutro.



h) Unipolar, con hilo neutro.

Fig. 41 a—h.

Colocación de los hilos con cubierta protectora.

El hilo con cubierta metálica, que exteriormente parece un tubo aislante de reducida sección, se distingue de este último especialmente por fabricarse en rollos hasta de 50 m. aproximadamente, mientras el tubo aislante se vende en piezas de 3 m. como máximo. Esto permite no cortar el hilo mas que donde sea necesario para intercalar aparatos, cajas de derivación etc. Así el hilo con cubierta protectora no tiene interrupción entre dos aparatos ó cajas. Para aprovechar trozos, ó en trayectos extraordinariamente largos se pueden emplear las cajas de unión que tienen por objeto empalmar los extremos. Para el manejo es indiferente que el tubo tenga cubierta de latón ó de hierro emplomado. Solo que este último por causa de la resistencia mayor de la cubierta metálica hace algo mas penoso el trabajo. Contrario á los conductores aislados corrientes hay que cortar del hilo con cubierta protectora la longitud total del trayecto p. e. entre dos aparatos. Casi siempre seran trozos hasta de 6 m. solamente. Longitudes superiores haran falta uni-



Fig. 42.

Enderezamiento del tubo con el aparato de enderezar; al pasar el tubo por el aparato debe cuidarse que no entre retorcido.



Fig. 43.
Se desnuda el hilo arrancando la pestaña hasta un corte previamente hecho.



Fig. 44. Después de separada la pestaña se quita la parte restante de la cubierta procurando efectuarlo hacia afuera.

camente en trayectos horizontales en corredores ó alrededor de una sala etc. y es facil averiguar el largo exacto, extendiendo el hilo en el piso. El hilo protegido se corta con el cortador de la tenaza universal como si fuese hilo corriente. No importa que se aplaste el aislamiento, puesto que siempre se desnudan los extremos.

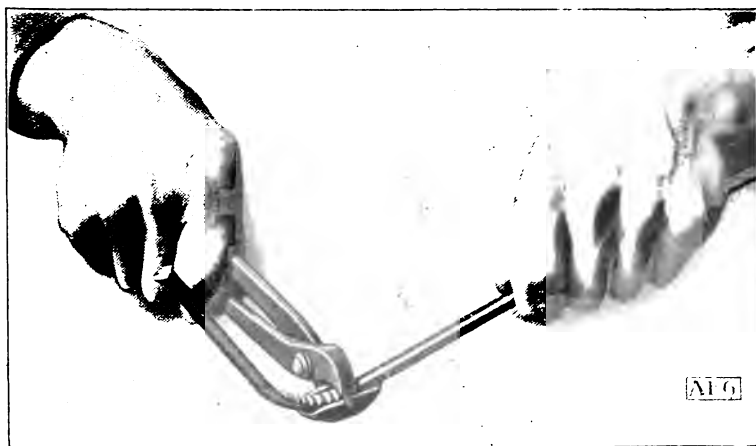


Fig. 45. Doblando el hilo protegido con unas tenazas de plegar ajustables.

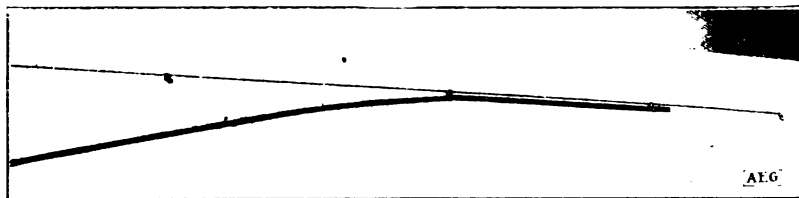


Fig. 47. Después de clavar las espigas de acero se coloca el hilo protegido en las grapas ajustándolo al mismo tiempo.

El hilo cortado se endereza antes de colocarlo, lo que requiere cierta práctica. En general es lo más conveniente sostener el aparato de enderezar con la mano izquierda, después de introducir el hilo, y hacerlo pasar con la derecha, fig. 42, teniendo cuidado que la pestaña no se tuerza, es decir que no pase en espiral prolongada alrededor del hilo. Evitando la torsión al desenrollar el hilo, no ofrece dificultad alguna pasarlo bien por el aparato. Si en el sitio del trabajo hay una mesa en la que se puede sujetar el aparato de enderezar, se hace con más comodidad, teniendo libre las dos manos para pasar el hilo.

Esta ocasión sin embargo se ofrecerá raras veces, en cambio podrá sujetarse el aparato en la parte inferior de la escalera de mano.



Fig. 46. Al lado de un cordón tirante se colocan las espigas de acero.

Antes de colocar el hilo se desnuda por lo menos un extremo. Lo mejor es cortar la pestaña en el sitio hasta donde quiere quitarse la cubierta, fig. 43. Para cortarla sirve la navaja de montador, si la cubierta es de latón, la lima triangulo si es de hierro emplomado. Despues se corta la pestaña en el extremo del hilo con el cortador de las tenazas universales y con estas últimas se quita la pestaña tirando de ella. Ahora hay que quitar la parte ya rasgada de la cubierta. Esto se hace con las tenazas tirando hacia afuera, asi que el borde de la cubierta se doble algo hacia fuera, fig. 44. Esto es de importancia para que el borde nunca pueda penetrar en el aislamiento.

Por lo tanto seria falso hacer alrededor de la cubierta un corte con navaja ó lima. Despues de quitar la cubierta metalica el aislamiento se hace como en los hilos corrientes. Solo la capa de algodon, que con-

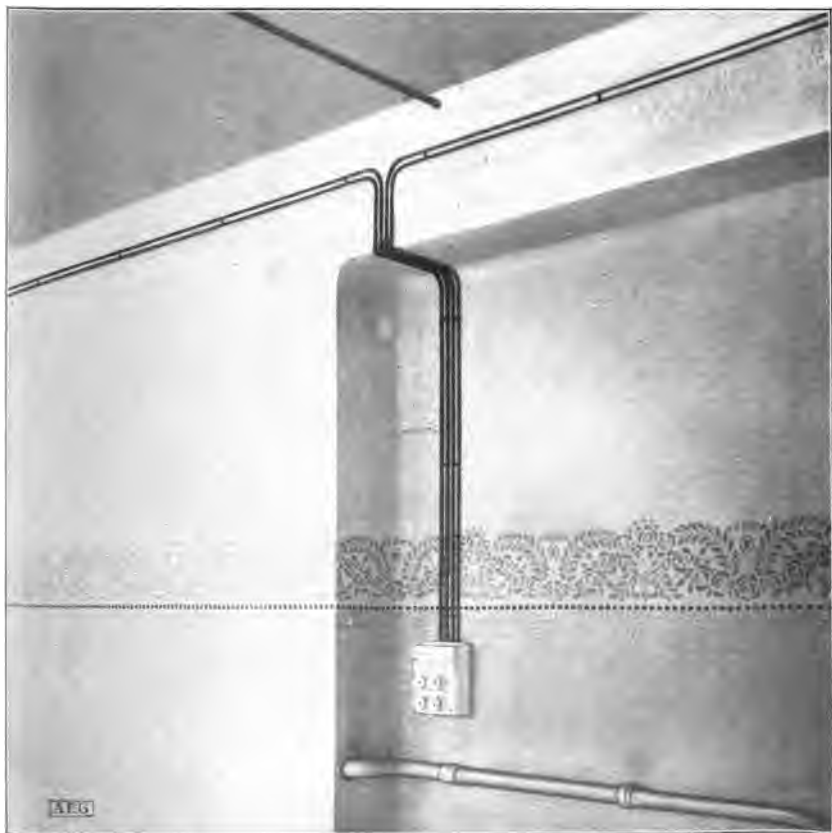


Fig. 48. Instalación de hilo protegido terminado. La conducción vertical muestra la necesidad de piezas acodadas. La horizontal sigue el friso tratando de ocultarse.



Fig. 49. Derivación y bajada de llave en el recuadro de una puerta.

tienen los hilos protegidos además de los conductores aislados con caucho, se corta á poca distancia del borde de la cubierta. La capa de caucho en cambio debe salir bastante de la cubierta, para que esta última no ocasione un cortacircuito.

Una ventaja principal del hilo con cubierta metálica es que se puede amoldar á cualquier curva del trayecto. Para esto se curva la parte correspondiente del hilo (sin cortarla) lo que se hace de igual manera que con el tubo aislante. Con unas tenazas de plegar especiales se le imprime en el lado interior de la curva una serie de pliegues, fig. 45, que según su número y separación le dan cualquier grado de curva. La pestaña debe estar en el lado interior de la curva. Sin embargo se recomienda no hacer las curvas muy pronunciadas para que no haga falta doblar el hilo demasiado. Los ángulos interiores y esquinas requerirían un ángulo recto en el tubo é imponen el empleo de piezas angulares. La cubierta metálica del sitio en cuestión se quita prox. 5 cm., no tocando las demás capas.

El hilo se dobla en ángulo recto y se reviste con una pieza metálica angular desmontable, que reemplaza la parte quitada, fig. 48.

El hilo con cubierta metálica se instala exclusivamente encima del enlucido. Por causa de su poco grueso es de aspecto mas agradable que el tubo aislante y se emplea por consiguiente, donde las habitaciones estan ya completamente terminadas. Lo esencial es por lo tanto colocar el hilo de modo que sea poco visible, á lo que contribuye ya su delgadez. Con este fin se aprovechan para su recorrido las líneas que ya existen en el decorado, etc. de la habitación, como son especialmente las franjas del empapelado, los frisos pintados, los contornos del artesonado, los marcos de las puertas, y los ángulos de la habitación que permiten ocultar el hilo. Entre estas líneas hay que dar la preferencia á las que no reciben mucha luz, de modo que no se coloquen los hilos enfrente de los balcones.

La colocación del hilo protegido se hace de manera que en los dos extremos del trayecto se clava una espiga de acero con tal separación de la línea que despues de poner la grapa el tubo esté exactamente en el sitio deseado. Entre estas dos espigas se tiende un bramante que sirve de guia para clavar las espigas intermedias, fig. 46. Marcar la línea con la cuerda manchada con carbón no es conveniente, puesto que, como no se cubre ya el trazo con el hilo ni puede cubierce nuevamente con pintura, etc. quedaria manchada la pared. Despues de clavar las espigas y de atornillar ligeramente las grapas se sube el hilo ya cortado, enderezado y desnudo por un extremo. Se sujeta provisionalmente con dos grapas de un extremo y despues del otro.

Mientras el hilo se va adaptando con el friso, etc., se fijan las grapas unas despues de otras, fig. 47. Las grapas tienen que ponerse mas

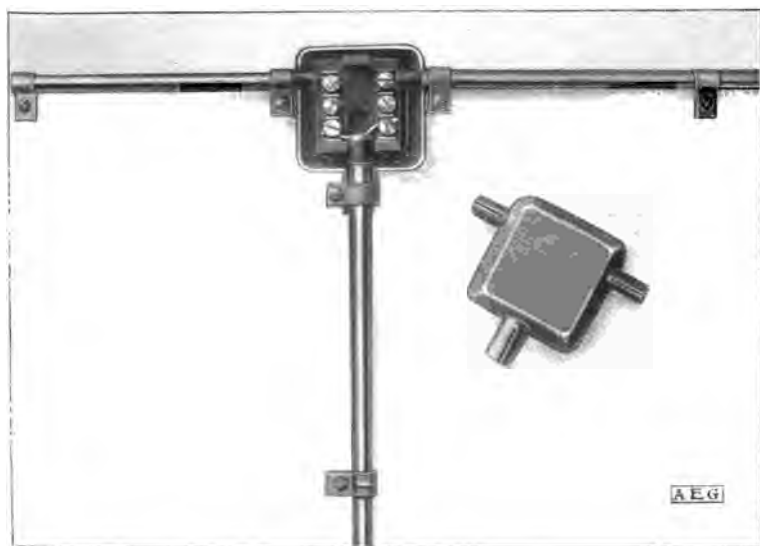


Fig. 50. Derivación con hilo protegido con cubierta conductora. Conducción vertical dos hilos, horizontal 1 hilo.

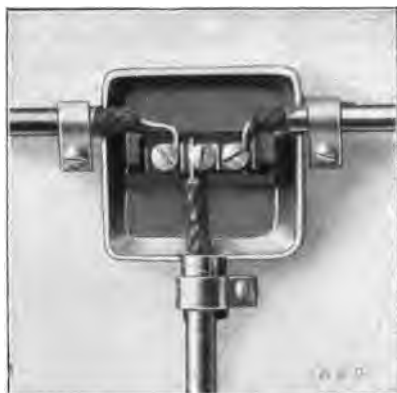


Fig. 51. Derivación al aparato de consumo (aparato de luz).

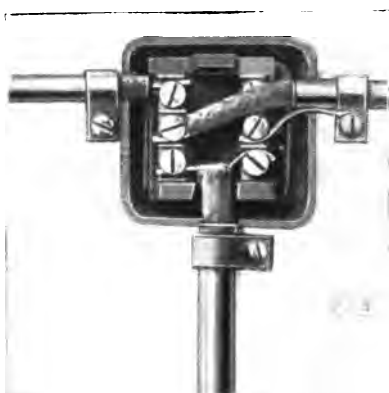


Fig. 52. Derivación para un enchufe con conductor protegido de dos hilos.

juntas que las del tubo aislante, en general con la distancia de 50 cm. La última se pone á 5 cm. poco mas ó menos del centro de la caja de derivación ó del interruptor, ó sea á 3 cm. prox. del extremo de la cubierta.

Las cajas de derivación se sujetan con un tornillo, las cajitas de unión sencillas no se atornillan á la pared. Tienen por consiguiente su sujeción con los conductores, cuya cubierta metálica tiene que entrar en las cajas. Con las llaves y cajas de enchufe, etc., no siempre se puede efectuar esta operación, si se quiere tener á disposición un trozo suficiente de conductor desnudo y dar bastante distancia entre extremo del hilo descubierto y cubierta metálica. En estos casos se emplean los suplementos protectores para la cubierta, análogos á los de los tubos aislantes, pero sin aislamiento de porcelana, porque solo han de dar á la cubierta una terminación bonita y bien ajustada.

Hilos tubulares con cubierta conductora.

En todas las redes de distribución que tiene un hilo neutro comunicado con tierra, el hilo con cubierta metálica ha obtenido una importancia especial por utilizarse la cubierta como conductor de la corriente del hilo neutro. De esta manera el hilo con cubierta metálica puede tener para cada caso un hilo de cobre menos, para una instalación bifilar por consiguiente basta con un hilo con cubierta metálica unifilar aprovechando la cubierta. Este hilo es mas delgado, mas barato y se coloca con mas facilidad que el bifilar. En lo posible se emplean los hilos con cubierta metálica con secciones hasta de 2.5 mm² aproximadamente, suficientes para la mayor parte de las instalaciones interiores, exceptuando las líneas generales. El que se emplea mas usualmente es el de 1 mm² de sección. Este es tan delgado y flexible que se puede colocar directamente del rollo sin enderezarlo de antemano. Se clavan las espigas de la manera conocida, como para el hilo con cubierta no conductiva, y se coloca el

hilo sin cortarlo, enderezando siempre la parte comprendida entre dos grapas sucesivas, despues de atornillar la primera.

Mientras el manejo y colocación del hilo por este sistema, es considerablemente mas comodo, los aparatos, cajas, interruptores, etc. en cambio presentan mayores dificultades. Para utilizar la cubierta como conductor sin interrupción, la cubierta de los diferentes hilos tiene que estar en comunicación donde hay cajas de derivación y unión. Para este efecto se emplean cajas de chapa de latón desnudo ó de hierro emplo-mado para que sirvan de conexión al conductor neutro. Las bornas para las demas conexiones están montadas dentro de estas cajas en una placa aisladora, fig. 50. La colocación de las cajas se efectua atornillando primero los extremos de los hilos de corriente á sus bornas, sirviendo asi los hilos de soporte á las placas. Ahora se mete el fondo de la caja por debajo de la placa, y despues de colocar la tapa se pone una grapa encima de cada boquilla de la caja, apretando bien los tornillos.

Para que las boquillas de la caja estén en buen contacto con la cubierta, hay que desnudar el hilo con cuidado, dejando intacta la cubierta metálica en el trozo que penetra en las

boquillas de la caja. Por otra parte no debe entrar en el interior, porque aumentaria el peligro de un cortocircuito con los hilos de corriente. Como los hilos con cubierta metálica tienen diferente grueso según la sección, el número de los conductores que contiene y el material de la cubierta, se emplean anillos de ajuste para compensar la diferencia entre un hilo delgado y la grapa que ha de sujetarle. Estos son anillos abiertos, flexibles del grueso de 1 mm. prox., que se superponen en suficiente número hasta que el ajuste sea perfecto.

Esta diferencia del grosor de los hilos tubulares se presenta en casi todas las cajas de distribución, pues se emplea tambien en este sistema hilos tubulares bifilares, no solamente para conductores en derivación y



Fig. 53. Unión á una borna de aparato de luz por medio de conductor protegido de un hilo.



Fig. 54. Terminación del conductor protegido para unir á llave.

similares en los que además de los dos hilos la cubierta lleva la corriente, sino en ciertos casos en que esta última no tenga corriente. A estos pertenecen toda clase de bajadas de llave. Como las llaves deben de estar siempre en los conductores polares y no en el neutro, no necesita por lo tanto ser llevado á la llave el conductor neutro, pero en cambio los otros tienen que intercalar la llave en el circuito, fig. 50.

La terminación de la bajada junto al interruptor se monta de igual manera que en las instalaciones con dos conductores aislados, fig. 54.

No sucede así con las cajas de enchufe que tienen los dos polos. Para ellas hay que hacer la derivación igual á la de las lámparas y otros aparatos eléctricos, fig. 51, que se hace con un conductor aislado y la cubierta conductora. Para esto se necesitan cajas de contacto de una construcción especial, porque los enchufes corrientes no están contruidos para conectar un manguito de contacto. Si se quieren emplear las cajas de enchufe corrientes, hay que hacer la bajada con dos conductores aislados, y la caja se conecta igual que los interruptores, fig. 54. En este caso hay que unir en la caja de derivación uno de los hilos de la bajada con la cubierta metálica de la línea de ida, fig. 52.

Para montar los aparatos de alumbrado no hacen falta disposiciones especiales. La derivación es la normal, fig. 51. En el extremo de la derivación se pone en la cubierta una grapa con tornillo de contacto, y de este conduce un hilo corto desnudo á la placa de bornas que por su parte está sujeta al hilo aislado. También aquí hay que tener cuidado de dar bastante largo al trozo del hilo que se desnuda de la cubierta pero no del aislamiento, fig. 53.

Colocación de los tubos de acero.

El tubo de acero se coloca al descubierto en paredes, techos, máquinas, gruas, etc., donde ha de servir como protección sólida contra el deterioro de los conductores de la corriente eléctrica. En este caso raras veces se concede importancia á la impermeabilidad de las uniones por el agua. Si al contrario se coloca debajo del enlucido, empotrado en la pared ó en el piso como paso de techo, se requiere un cierre perfecto contra el ambiente.

El trabajo, en cuanto se refiere á la unión de los tubos y la adaptación al sitio donde han de colocarse, es para todos los casos idénticos. Los tubos que son de 3 m. de largo, y que están roscados por los dos extremos, se cortan conforme al recorrido, donde no se necesite un tubo entero. Esto se verifica con el serrucho, colocando el tubo en un tornillo portátil para tubos, fig. 55. La rebaba que forma el aislamiento



Fig. 55. Para trabajar los tubos protectores lo mejor es un tornillo portátil especial.



Fig. 56. Redondeando la arista viva.



Fig. 57. Cortando la rosca.

se corta con la navaja, y el canto exterior se redondea algo con la lima, fig. 56, para que se pueda aplicar bien la terraja, fig. 57. La longitud de la rosca ha de ser por regla general la mitad de la del manguito. Solo en aquellos sitios donde dos tubos colocados establemente desde los dos lados se ajustan por medio de una pieza intermedia, hay que cortar en uno de los tubos una rosca prolongada, para que se pueda enroscar enteramente el manguito y volver á su sitio despues de colocar

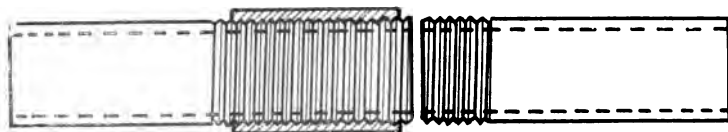


Fig. 58. Manguito roscado para unir dos tubos.

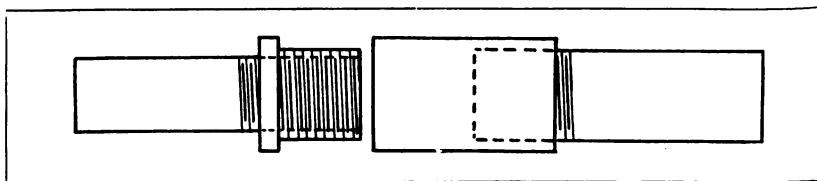


Fig. 59. Empleo del manguito de reducción para unir dos tubos de diferente diametro.



Fig. 60. Doblando el tubo protector de acero con el aparato de plegar.

la pieza de ajuste, fig. 58. Para amoldar el tubo á las curvas, casi siempre hay que curvarlo en el sitio del trabajo. Esto se hace con ayuda de una plataforma de curvar, sirviendo de palanca la parte mas larga del tubo, sin necesidad de calentarlo, fig. 60. El aparato de curvar se atornilla convenientemente en un banco á proposito para que quede con suficiente solidez. Para cada diametro diferente hace falta una pieza



Fig. 61. Instalación de tubo protector de acero en una máquina.

de canal adecuada del aparato de curvar. Si una misma curva se repite muchas veces en una instalación es conveniente ajustar una pieza como modelo y curvar el número suficiente de piezas. Para tales casos hay también codos hechos, que por otro lado ocasionan más trabajo por ser necesario atornillar una rosca en el tubo á que se une el codo lo que no es necesario si se curva el tubo. Al unir tubos de diferentes diámetros como pasa p. e. con las boquillas de las cajas de derivación, se emplean los manguitos de reducción, que en su interior llevan la rosca del tubo más estrecho y exteriormente la del más ancho, fig. 59.

En las instalaciones de corriente alterna mono y trifásica hay que colocar todas las fases en un tubo común, porque al colocar cada fase en un tubo especial, los tubos se calentarían excesivamente y en consecuencia se ocasionaría una pérdida de energía considerable. Si por causa del grueso de los conductores se necesitasen tubos de un ancho que no se fabrique, hay que



Fig. 62. Tubos acorazados al descubierto conduciendo la luz en el techo.

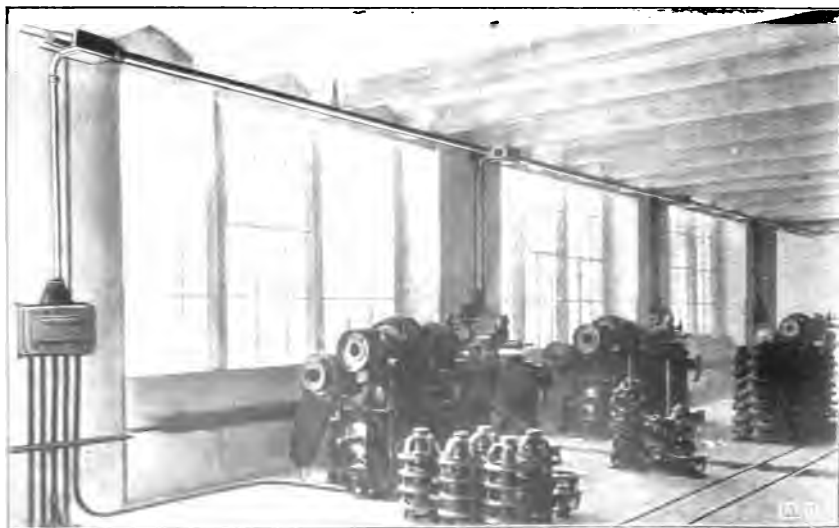


Fig. 63. Tubos de gas corrientes empleados en sustitución de tubos protectores.

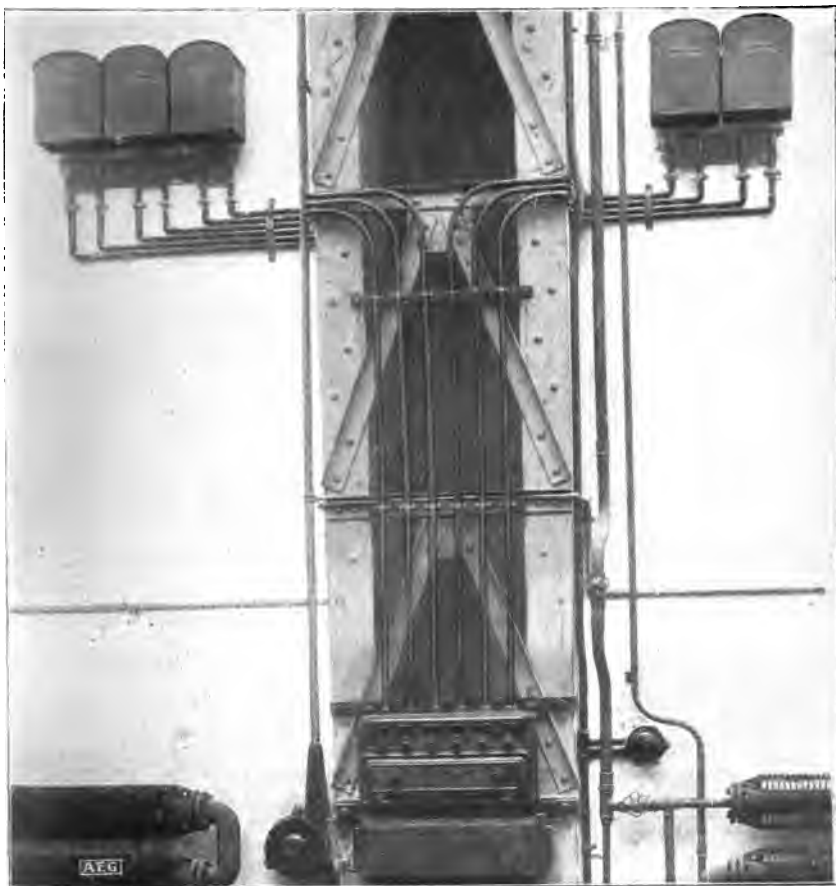


Fig. 65.

Instalaciones al descubierto para lámparas de arco empleando tubos protectores de acero.



Fig. 66. Cruce de dos tubos sobre la capa de hormigón.

valerse de los tubos de gas corrientes, con los correspondientes codos y piezas de curvar, que se colocan como lo demuestra la figura 63.

Para la instalación al descubierto se efectúan el trazado de las canales, la colocación de las espigas y medios de sujeción de igual manera que para los tubos aislantes con cubierta metálica. La sujeción de las grapas en maquinarias se hace taladrando agujeros roscados en el cuerpo de la máquina. Al colocar los tubos debajo del techo se puede hacer uso de su rigidez, suspendiéndolos á manera de las cañerías de gas y de agua, por medio de soportes de fleje de hierro, no empleando la sujeción rígida mas que en las cajas de derivación.

En cuanto á la colocación debajo del enlucido hay que distinguir entre el montaje dentro de paredes, donde el tubo de acero sirve como un sustituto del de ebonita ó de latón pero invulnerable á los clavos, y la colocación dentro del techo. En el primer caso se ejecuta la preparación del montaje, el trazado de las canales y vaciarlas de igual manera que para los tubos aislantes ordinarios. La colocación exacta de las cajas de derivación y la de las llaves al nivel del tendido ofrece á veces bastante dificultad. Para que se puedan igualar las pequeñas diferencias que hubiese, es conveniente hacer tender inmediatamente despues de terminar la colocación de las cajas una capa circular alrededor, que permite buscar poco á poco el plano del enlucido.

En cuanto á la colocación de los tubos en el techo, ó sea debajo del suelo del piso superior, se trata primeramente del paso sencillo de la derivación de una lámpara, ó sea del tubo que une el orificio hecho para la lámpara á la pared proxima. Este recorrido se compone por regla general de un tubo recto provisto de un codo rectangular en cada extremo. Como en todas las instalaciones con tubos empotrados, y especialmente en los colocados en el techo, hay que tapar las juntas de los manguitos con minio, para que no pueda penetrar el agua.

Donde la colocación de los tubos en el techo se hace en mayor



Fig. 64. Instalación terminada con su llave y caja de derivación.



Fig. 67. Marcando con cuerdas el sitio del sitio del techo donde debe perforarse.

escala, es decir en instalaciones donde no se puede disponer de las paredes, se aprovechan los orificios de las lámparas para hacer las derivaciones. Este sistema se adapta en bazares, oficinas y edificios análogos. Primero se marcan los sitios donde han de suspenderse los aparatos de alumbrado, para hacer los orificios en el techo. Se marca generalmente por medio de cuerdas, guiándose por la distribución del techo, fig. 67. Después de perforar el techo desde abajo se puede



Fig. 68. Colocando los tubos en el suelo superior al techo.

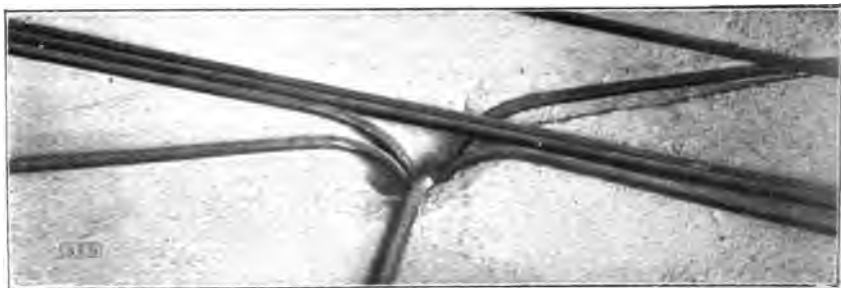


Fig. 69. Tubos entrando en una perforación del techo.

empezar con la colocación de los tubos. De lámpara en lámpara se cortan los tubos y se presentan sueltos encima del techo, fig. 68. En los cruces hay que acodar ligeramente uno de los tubos hacia abajo, para que no desmienta del nivel de los tubos, fig. 68. Encima de los orificios para las lámparas convergen de esa modo varios tubos. Por fin se reunen todos en el sitio de distribución, fig. 72, pero como el

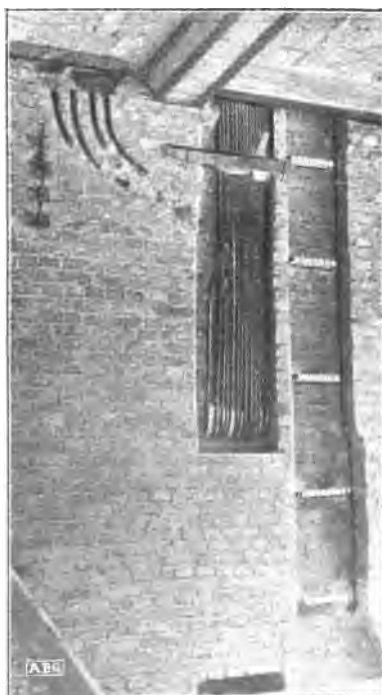


Fig. 70. Los tubos son conducidos hacia abajo á la central de distribución estando empotrados en el muro.

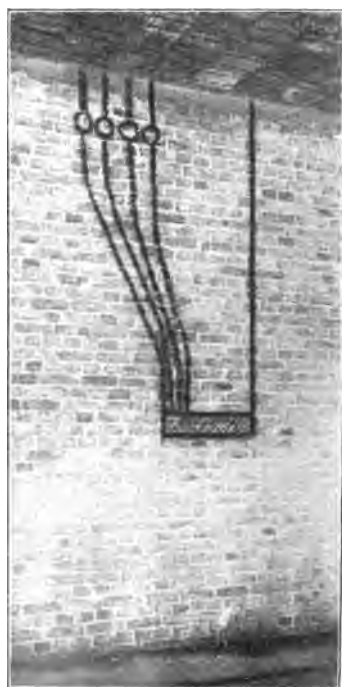


Fig. 71. Marca del curso de las canales y del nicho.

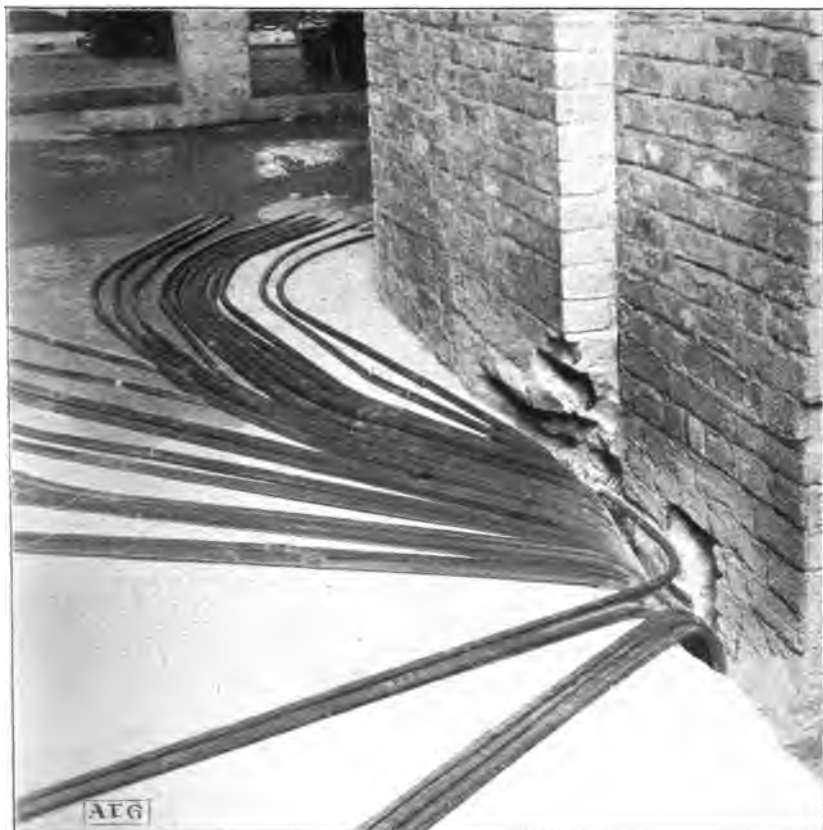


Fig. 72. Los tubos se reúnen para ser conducidos á la central de distribución que se encuentra inferiormente.

cuadro de distribución tiene que estar en el mismo piso que se ilumina por las lámparas en cuestión, hay que llevar los tubos hacia abajo, fig. 70. El sitio del cuadro suele estar en la pared de la caja de la escalera, que es la única disponible. Se une con el techo por medio de un nicho practicado en la pared para los tubos; si el hueco no se ha hecho ya al hacer la obra, se marca, fig. 71, y se vacía después.

Colocación de los cables subterrneos.

Fuera de los edificios los cables se colocan directamente en el suelo. Para este efecto se cavan zanjas, fig. 73, con la profundidad aproximada de 70 cm. y el ancho de la pala, si no se colocan mas de tres cables para baja tensión.

Si es posible deben colocarse los cables dentro de arena. Siendo mayor el número de cables, se pueden superponer dos ó á lo sumo tres capas de cables. Es conveniente echar una capa de arena encima de cada serie de cables. Encima de los cables se pone muchas veces una capa de ladrillos, para que no se hieran de improviso al hacer excavaciones posteriores.

Dentro de los edificios se construyen muchas veces para los cables de recorrido horizontal canales de obra de albañilería, generalmente en el suelo del sótano ó cueva, tapados con placas de hierro ó de hormigón, figuras 78 y 79. Para estas canales basta por regla general la profundidad de 30 cm. El ancho depende del número y diametro de los cables, pero con respecto á las cajas de empalme y derivación no debía ser menos de 30 cm.

Si los cables se colocan en paredes y techos se necesitan soportes de hierro. Los cables colocados horizontalmente en la pared se montan mas sencillamente en soportes de fleje de hierro en forma de gancho, puestos con la distancia de 80 cm. como máximo. Esta manera de colocarlos, fig. 74, sirve casi exclusivamente para las paredes de tuneles etc. puesto que el cruce de puertas con muchos cables ofrece generalmente dificultades.

Para los recorridos horizontales debajo de los techos se usan soportes de hierro cuya construcción y empleo demuestran las figuras 80 y 81. Esta construcción permite levantar y colocar cada cable separadamente en el soporte ya montado, y el manejo comodo de cada cable. Para colocar de uno á tres cables se pueden adoptar formas mas sencillas que no necesitan mas que una sujeción y tienen grapas análogas.



Fig. 73.
Colocando un cable subteraneo de alta tensión en una zanja.



Fig. 74 Cables en el muro de un tunel sujetos con sopores de fleje de hierro en forma de gancho.

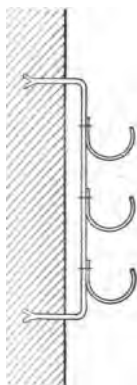


Fig. 75.
Soporte en forma
de gancho para
varios cables.

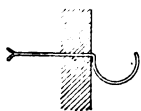


Fig. 76.
Soporte sencillo.

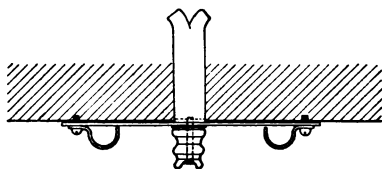


Fig. 77. Soporte para corriente continua in-
stalación de tres conductores para sostener
dos cables sencillos y un conductor neu-
tro sobre polea de porcelana.

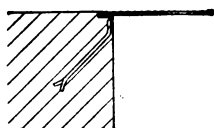


Fig. 78.
Tapa de un canal para cable.

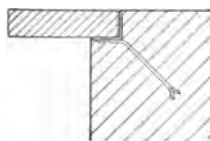


Fig. 79. Tapa de placa de hor-
migón de un canal de cable.

Todos los cables colocados en construcciones de hierro deben enderezarse con el mazo despues de montados.

Los trayectos verticales en las paredes, como líneas ascendentes, etc. tienen que sujetarse con grapas en todos los puntos de apoyo, fig. 82. Las grapas para los cables armados de hierro pueden ser de hierro, si se amoldan bien, pero hay que tener cuidado que se adapten bien á la superficie y no tiendan á romper la cubierta de plomo. Por este motivo se emplean mucho las grapas de madera ó revisten interiormente de madera las de hierro.

En los pasos de los muros y de los techos, y por consiguiente á la entrada de un cable en un edificio, los cables deben colocarse dentro de tubos, para que no toquen el muro y que se puedan sacar con mas facilidad. Para atravesar tabiques y especialmente techos es mas sencillo hacer un orificio para que pase el cable al descubierto. Si es necesario

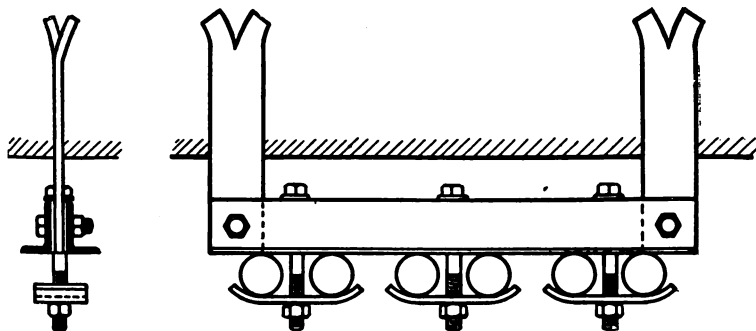


Fig. 80. Soporte de hierro para varios cables; instalación comoda de cada uno de los cabl.s; cada uno de los soportes es corredizo.

hacer un cierre perfecto entre dos estancias, se llena el intersticio entre el cable y el tubo con estopa, cuerda embreada, etc.

Al colocar los cables hay que procurar primeramente que estos no estén demasiado frios. No debe colocarse á una temperatura inferior á 7 centigrados sobre cero, especialmente no en tiempo de hielos. En el interior de los edificios es fácil lograr una temperatura del ambiente adecuada. Fuera de los edificios la colocación en tiempo muy frio generalmente no seria factible por razón á los trabajos de excavación. En cambio se ve á menudo que cables son almacenados á la intemperie, (lo que en si no les perjudica) y despues enseguida son colocados en el interior de edificios sin calentarlos. Esto es inadmisibile, porque se expone el aislamiento á resquearse. El cable debe dejarse en un sitio caliente 12 horas antes de ser colocado.

El cable se suministra generalmente enrollado en un carrete. Nunca debe enrollarse con diametro mas pequeno que el de la capa inferior del carrete. Al manejarlo como en su colocación definitiva debe llevarse en curvas poco pronunciadas. Curvas con un radio que sea menos de 15 veces el diametro del cable son inadmisibles, fig. 83. Para desenrollar

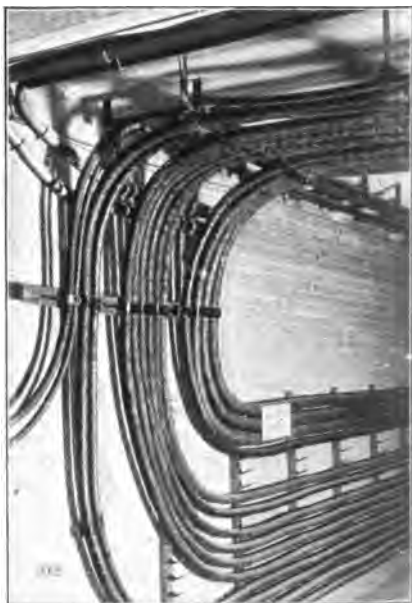


Fig. 81. Paso del cable de la pared al techo.

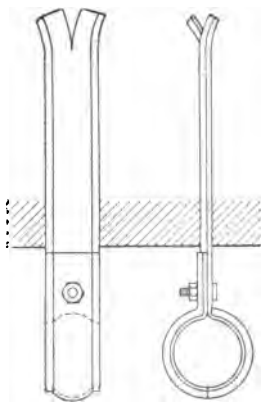


Fig. 82.

Cincha para sujetar los cables.

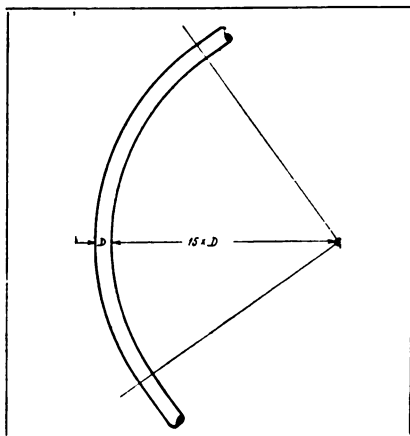


Fig. 83.

Curvatura menor admisible de un cable.



Fig. 84.
Abrazadera indicando la polaridad del cable.

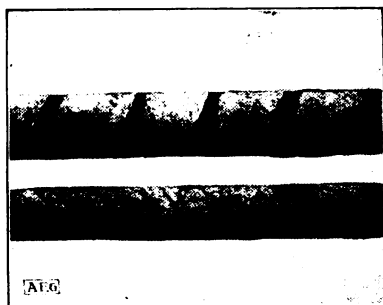


Fig. 85. Cable de alta tensión arriba y
cable de baja tensión debaja.

el cable hay que emplear un eje y dos caballetes para elevar el carrete. Trozos de cable mas cortos, que se suministran en rollos, se extienden primero en el suelo para que no formen nudos. Al extender el cable no debe ejercerse sobre él tiro ninguno, hay que llevarlo sin arrastrarlo.

Para la reparación y el cambio de los cables instalados es importante poderlos distinguir. Con este objeto se proveen los cables subterranos, que contrarios á los colocados en edificios no se pueden vigilar en su recorrido, con unas abrazaderas para señalar su polaridad y corriente, fig. 84. Para poder distinguir en todo caso los de alta tensión, se fabrican estos con un hilo de yute que pasa en forma de espiral por el cable, fig. 85.

La preparación de los extremos y las derivaciones requieren un especial esmero. Al cortar el cable con el serrucho ya hay que evitar de doblarlo demasiado, fig. 87. Antes de hacer el corte hay que atar la cubierta de yute con alambre á los dos lados del corte. Si uno de los extremos cortados, por no colocarse enseguida el cable, no se cierra con un terminal, etc. hay que ponerle un casquillo de chapa de plomo, que generalmente se tiene á disposición de los empalmes, etc. anteriormente hechos, para que no penetre la humedad en el cable. Este casquillo tiene que cerrar hermeticamente. Si el cable no ha de guardarse mucho tiempo es suficiente cerrarlo cuidadosamente con Chatterton enrollando encima una cinta de caucho y por último una cinta aislante. La envoltura de cinta aislante solo no seria suficiente.

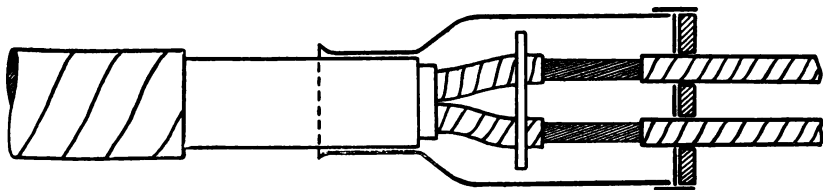


Fig. 86.

Separación de las diversas capas aislantes para la colocación de un terminal de palastro.



Fig. 87. Cortando el cable procurar no doblarlo demasiado los dos lados del corte se atan previamente.



Fig. 88. Separando la parte exterior de yute.

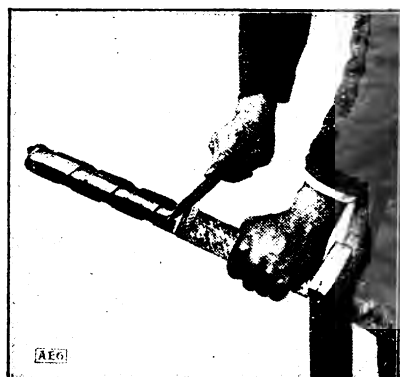


Fig. 89. Limando la cubierta de hierro.



Fig. 90. Cortando el revestimiento de yute interior, cortar hacia afuera



Fig. 91. Limpiando el tubo de plomo con bencina.



Fig. 92. Cortando el tubo de plomo con un cuchillo tangencialmente al aislamiento interior.



Fig. 93.
Arrancando el tubo de plomo.



Fig. 94. Arranque del aislamiento de papel
sujeto previamente por un bramante en el
borde del tubo de plomo.



Fig. 95. Cortando el relleno de yute sin
apoyarse en el aislamiento interior.



Fig. 96. El extremo del cable despues de
separado el aislamiento.



Fig. 97.
Colocando la tapa de la caja.



Fig. 98. Ajuste del embudo de la caja terminal
al tubo de plomo fijandola con cinta aislante.

Para preparar el extremo de un cable para la colocación en un terminal de palastro, se ata la capa exterior de yute con alambre á una distancia relacionada á la longitud del embudo de terminación. Este extremo tiene que ser mas largo que el embudo, para que este pueda entrar mas en el cable, cuyo objeto explicaremos mas adelante, fig. 86. Ademas hay que tener en cuenta el largo de los terminales de contacto



Fig. 99. Calentando la masa aislante en una estufa de palastro colocada en una caja de arena para evitar el peligro de incendio. Vertiendo la masa en el terminal de palastro.

formados por los conductores del cable. Las cintas del yute se desenrollan y se cortan, fig. 88. Directamente al lado de la atadura se cortan las bandas de hierro con la lima triangulo por toda la circunferencia, fig. 89. Despues se corta el yute interior hasta el borde de la armadura, fig. 90, dejando desnuda la cubierta de plomo. Hay que tener mucho cuidado de no cortar en dirección al plomo, para que este no se lesione

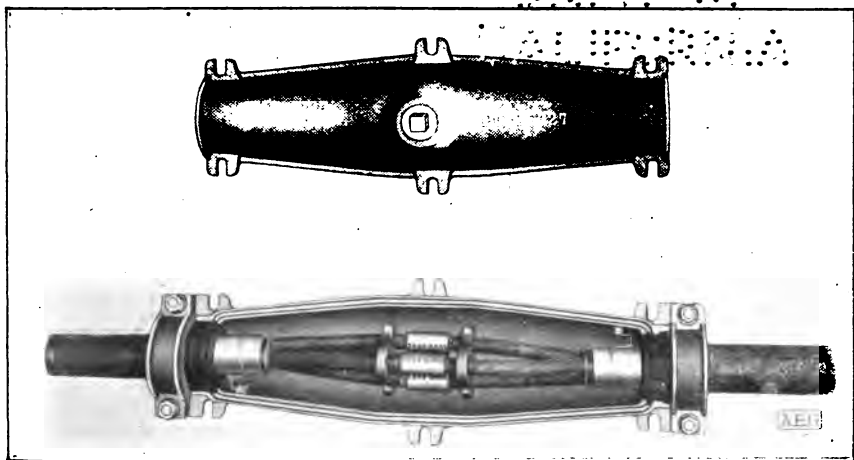


Fig. 100. Caja de empalme preparada para verter la masa aislante fundida.

ó corte. Con un trapo mojado en bencina se limpia el plomo, fig. 91. Ahora hay que quitar una parte de la envoltura de plomo, cuya longitud se desprende de la figura 86. Despues de hacer un corte cicular, sin tocar el alma del cable, se lleva la navaja tangencialmente á la circunferencia, á lo largo del trozo cortandolo sin deteriorar el interior del cable, fig. 92. Ahora se quita el trozo de plomo con la mano, fig. 93. Poco antes del borde de la cubierta de plomo se ata el aislamiento interior con un bramante, y los hilos de algodón y el aislamiento de papel se quitan con la mano, fig. 94. Ahora se corta el relleno de yute lo que tampoco debe hacerse cortando hacia los conductores, fig. 95.

Para terminar la preparación hay que desnudar los conductores 40 mm., despues de atar el aislamiento con bramante, fig. 96. Se coloca el embudo de terminación, se pone el puente de separación ó luneta y se pasan los conductores por la tapa de la caja, fig. 97. Antes de llenarla con la materia aislante, se envuelve la cubierta de plomo con cinta de caucho en el sitio donde ajuste el cuello del embudo, se pone en su sitio este último, y junto con la cubierta de plomo se envuelve con la cinta hasta que esté sujeto, fig. 98. La materia aislante se calienta en una caldera (pero no en la lata en que se vende), hasta que esté bien liquida, se levanta algo la tapa y se llena el embudo bien colmado, sin que se formen burbujas de aire, fig. 99. Despues de enfriarse poco á poco la masa, se cierra el embudo. Para proteger los conductores entre el embudo y las bornas contra la humedad, se envuelven con cinta Celon.

Ademas de las cajas de terminación de palastro hay solamente para los cables de baja tensión las de caucho para cables unifilares hasta de 25 mm² de sección, y las cajas de terminación Tenacita, para dar el paso de los conductores del cable á los tubos aislantes. Estas se colocan de

manera análoga. Lo principal es procurar de cortar las diferentes capas del cable en conveniente graduación, dando especialmente á la cubierta de plomo una distancia suficiente de los conductores de corriente.

Quedan por tratar las cajas de empalme y de derivación, construidas siempre de fundición de hierro y compuestas de dos partes iguales, unidas con tornillos, fig. 100. La preparación de los cables se hace como para los terminales, teniendo en cuenta el largo de la caja. Para ajustar los cuellos de la caja se suministra junto con ella una tela especial. Antes de verter la masa aislante hay que calentar las piezas de fundición por igual con la lámpara de soldar. Se llena la caja en varias veces para que pueda salir el aire. El orificio de entrada no se cierra hasta que no se enfrie la masa.

Montaje de los aparatos protegidos.

Los interruptores y cortacircuitos encerrados en cajas de fundición tienen su aplicación en todos los talleres, fábricas, establecimientos de agricultura, cuevas y canalizaciones, en una palabra, en todos los sitios donde sea cuestión de un tratamiento rudo y de un personal inexperto. Para los conductores que conducen á estos aparatos por consiguiente no es cuestión mas que de los cables subterráneos y de los tubos de acero, porque todos los demas sistemas no tendrian bastante resistencia aun con esta protección.

Especialmente para los aparatos de mayor intensidad, las cajas de interruptores, se emplean casi exclusivamente los cables para hacer la conexión. La preparación de los cables se diferencia de tal manera de la de las terminaciones normales, que es necesario indicar las propiedades mas especiales de ella. La caja de interruptor sencilla, no contiene mas que un interruptor de palanca con ó sin cortacircuito, ó un disyuntor automatico, tiene 4 bornas, si es para corriente continua, y 6 si es para trifásica, destinadas la mitad para la entrada y la otra mitad para la salida de la corriente. Por consiguiente hay que conectar dos cables al aparato, para lo que se necesita una caja de terminación doble. Primero se ponen en los cables no preparados aun las tuercas de los manguitos de ajuste, despues la caja del terminal, fig. 101, y solamente ahora se

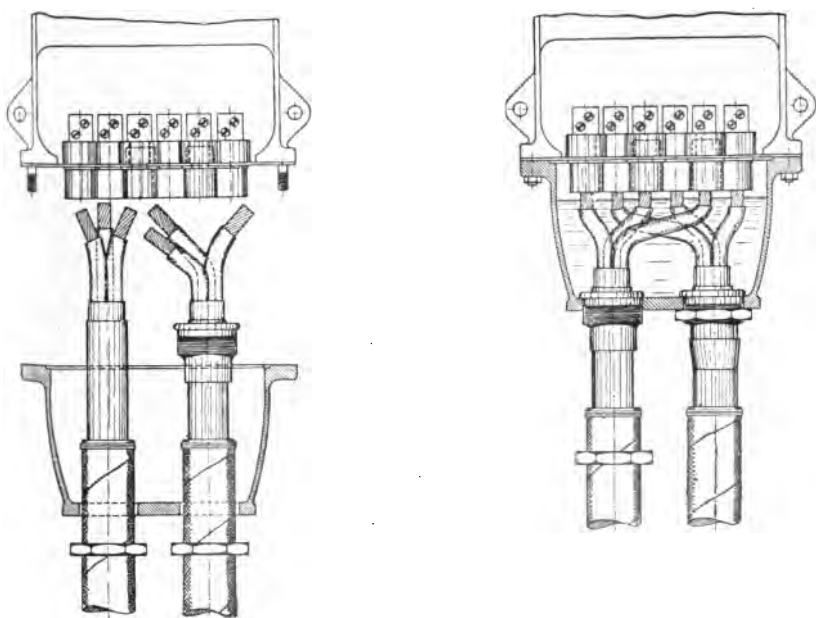


Fig. 101. Sección de un terminal de una caja de interruptores dobles antes de la unión de los cables (izquierdo) y despues de verter la masa fundida (derecho).

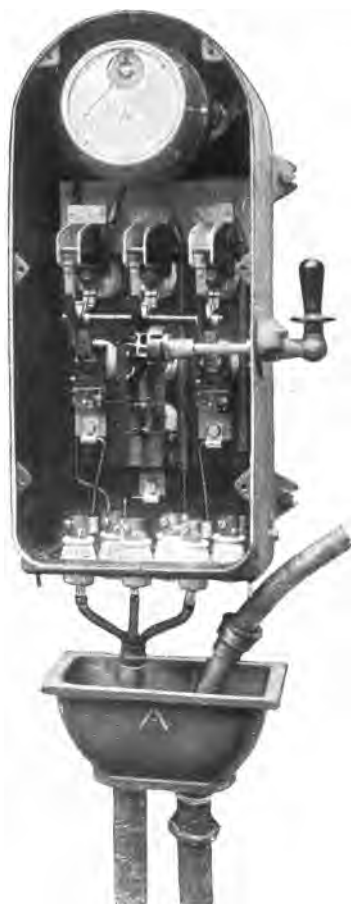


Fig. 102. Caja de interruptor con interruptor tripo ar automatico durante el montaje de una caja terminal.



Fig. 103. Conexión del cable terminada con el tubo de plomo al descubierto.

pueden preparar los extremos. Como en la colocación de terminales normales se ata y corta el yute exterior, se prepara la armadura y el yute interior, descubriendo la cubierta de plomo. Antes de seguir el trabajo se meten los manguitos de ajuste, porque es mejor hacerlo antes de desnudar los conductores, fig. 102. Ahora se quita la cubierta de plomo, se les da la forma adecuada á los conductores y se desnudan los extremos. En esta última operación hay que procurar de cortar tanto del aislamiento, que al verter la materia aislante se queden cubiertos los bordes del aislamiento de los conductores, y que entre la pared inferior de la pieza de porcelana que contiene las bornas y la superficie de la masa quede un trozo adecuado de conductor de cobre desnudo. Al unir los conductores con las bornas hay que fijarse de no alterar el curso de la corriente que es diferente

según la clase del aparato (entrada de las bornas anteriores ó posteriores). Después de fijar las bornas de los cables, la caja de terminación se coloca en su sitio, los manguitos de ajuste se colocan en los orificios inferiores, y después de atornillar la caja del aparato, se atornillan las tuercas de los manguitos. Para hacer impermeable la unión entre el manguito y la cubierta de plomo, y para poner esta última en contacto con la caja comunicada con tierra, hay que soldar el manguito á la cubierta. Para esto sirve una tira del trozo del plomo que se ha quitado al cable, esta se suelda alrededor por una parte con el manguito y por la otra con la cubierta de plomo, fig. 103. Ahora se puede envolver esta última con cinta aislante, fig. 108, y verterse la masa aislante. En el fondo de la

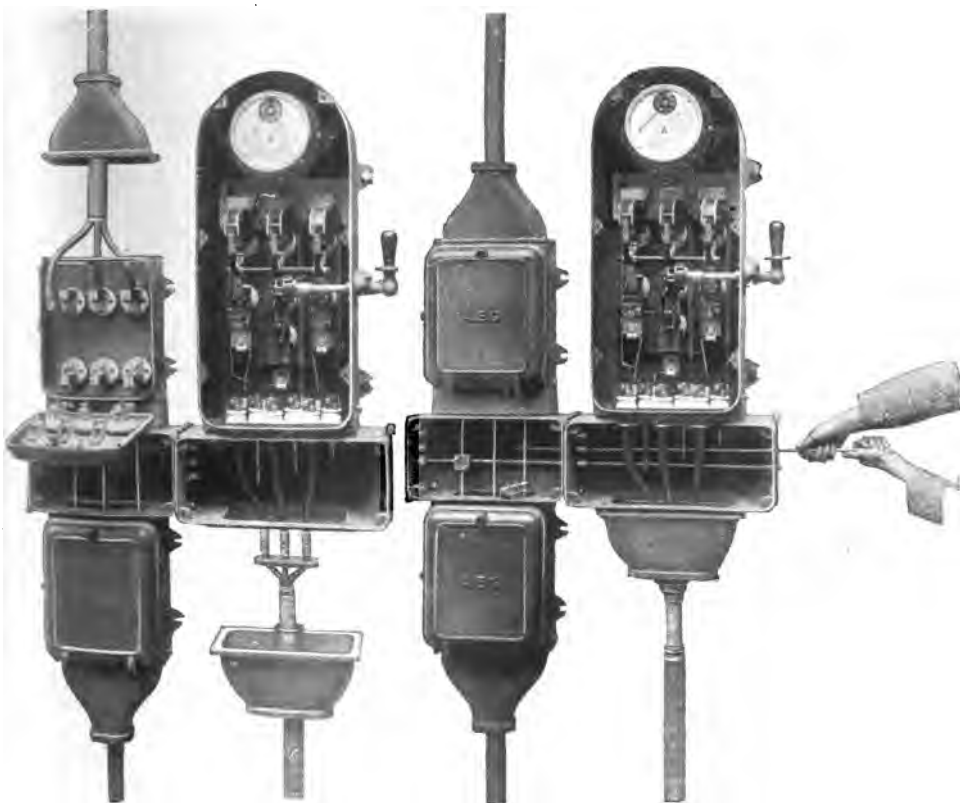


Fig. 104.

Fig. 105.

Distribución que compone de interruptor principal automatico y de dos cortacircuitos tripolares en derivación.

El terminal de la toma de corriente ya montado pero sin la masa aislante. Encima á la izquierda la unión del tubo.

Conjunto de las barras colectoras y piezas en derivación.



Fig. 106. Instalación terminada de aparatos protegidos para distribución de energía.

caja del interruptor que tiene las bornas, hay dos orificios con tapones de madera. Por uno se vierte la materia aislante, valiéndose de un embudo ó una canal de molde, saliendo el aire por el otro orificio. Después de enfriarse la masa aislante se vuelven á poner los tapones.

Si no se trata de un caja de interruptor sencilla sino de la reunión de varios aparatos por medio de barras, por regla general no han de emplearse cajas de terminación dobles. La línea de entrada terminando en un embudo sencillo tiene que cruzar las barras antes de llegar al interruptor principal, fig. 104. Pero los conductores de la línea de entrada

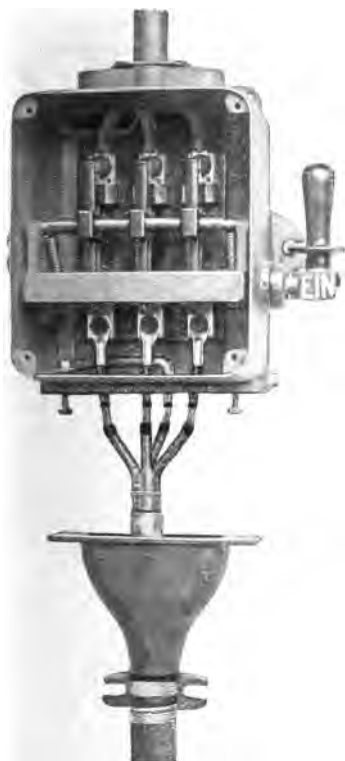


Fig. 107.

Interruptor de palanca para corriente trifásica, conductor neutro conectado á tierra, el cable antes de levantar la caja terminal.



Fig. 108.

Caja terminal sujeta con abrazadera. El tubo de plomo del cable esta rodeado de cinta aislante.



Fig. 109. Pequeña caja de interruptor con cortacircuitos; á los dos lados el tubo de unión esta montada.



Fig. 110.

Caja de enchufe con enclavamiento eléctrico por medio de controler.


Fig. 111.

Caja de derivación de fundición para unir tubo de dos pulgadas y 3 conductores GA de 95 mm².

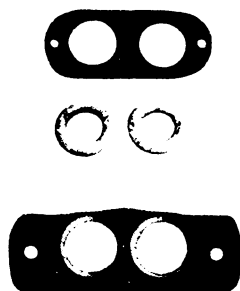


Fig. 112. Partes de la armadura de unión para dos tubos aislados (corriente continua).

tienen que estar aislados de ellas hay que dejarles el aislamiento original en un trozo suficiente para llevarlos á las bornas de la caja del interruptor. El montaje se hace por consiguiente igual al de una terminación de cable ordinaria. Los conductores se introducen en las bornas del interruptor, y despues de colocada la caja de terminación se llena con la materia aislante por los orificios en el fondo del aparato.

Las cajas de las barras que hasta ahora estaban vacias se montan de modo que primero se introducen los hilos cortos de las derivaciones de los aparatos conectados, fig. 104, y por último las barras redondas colectores, cuyos extremos están fijos por tubitos de porcelana insertados en las paredes de palastro de las cajas. La unión de las barras á los hilos derivados se efectua por medio de grapas de derivación abiertas, que se atornillan delante. Para asegurar los tornillos sirven chapas rectangulares de palastro que por detras cojen el tornillo y por delante la tuerca, de modo que la posición de la tuerca referente á la grapa es inalterable, fig. 105.

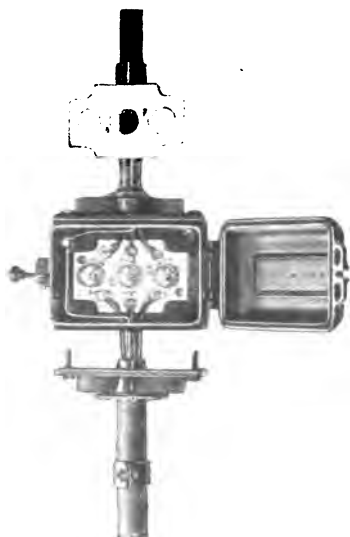


Fig. 114. Cortacircuitos tripolar con conductor á tierra y á los dos lados tubos de unión.

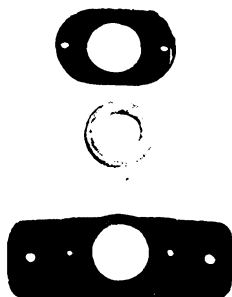


Fig. 113. Partes de la armadura de unión para un tubo común corriente continua y trifásica.

Esta figura demuestra tambien la unión de un tubo de acero común para tres hilos á la caja de cortacircuitos que se ve arriba á la izquierda. El tubo termina poco mas abajo de su entrada en la caja de terminación, de modo que deja bastante sitio para distribuir los conductores en forma de abanico. Las bornas de los cables se introducen desde fuera en las del cortacircuitos y se atornillan desde dentro. La figura 106 representa un cuadro de distribución protegido, montado, cuya disposición clara junto con los rotulos adecuados se comprende en el acto.

Para las cajas de interruptor pequeñas, especialmente para interruptores sin cortacircuitos, cortacircuitos solos y enchufes protegidos, lo mismo las cajas de terminación de los cables asi como las guarniciones para conectar los tubos son de diferente construcción. La caja de terminación de cable no tiene manguito de ajuste, que es reemplazado por dos abrazaderas atornilladas, fig. 107. La preparación del cable es la misma que para las terminaciones de cable corrientes.

La figura 107 representa un cable de cuatro conductores, cuyo hilo neutro comunicado con tierra se ha conectado con la borna del hilo de tierra de la caja del interruptor. Despues de unir los conductores de corriente á las bornas del interruptor se cierra la entrada del cable en el embudo por las abrazaderas y despues de atornillar el embudo á la caja, este se llena con la materia aislante por el fondo de la caja.



Fig. 115.

Tabla de distribución de energia para corriente trifásica con neutro conectado á tierra. Antes de poner la tabla de cortacircuitos (izquierda) y la conducción de distribución (derecha). La caja de fundición sirve al mismo tiempo para distribuir los conductores á tierra de los diversos circuitos.

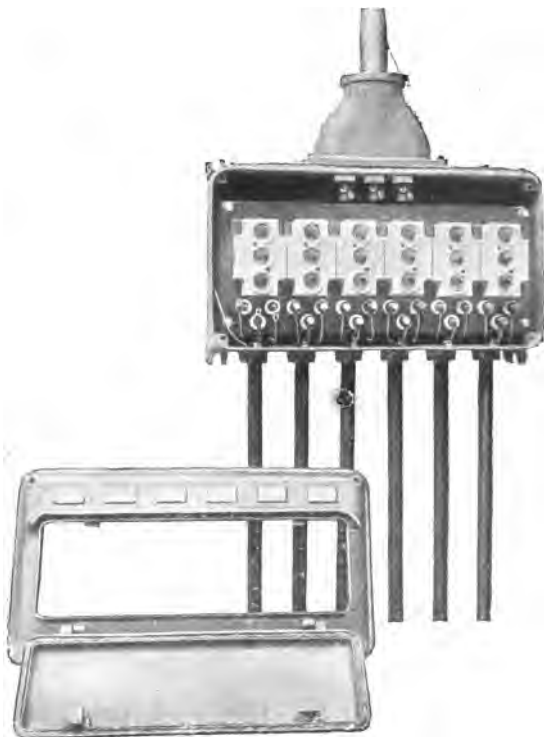


Fig. 116.

Para la conexión de los tubos hay varias construcciones, porque puede haber tubos separados ó uno común para todos los conductores. Para la corriente trifásica hay que contar casi siempre con este último caso. Mientras la guarnición se ajusta á la caja por medio de estopa de cañamo, se hace el cierre contra el tubo por un ovalillo de goma, sujeto por una chapa de palastro atornillada, que lo apriete contra el tubo á manera de una empaquetadura, fig. 112. Al montar la guarnición se pone primero la chapa, despues el ovalillo y por fin la guarnición de hierro fundido, fig. 113.

Si no se trata de un cortacircuito y si de un cuadro de distribución completo, se unen los tubos para las derivaciones á la caja del cuadro sin armadura especial. Los tubos se introducen en las boquillas de la caja, y un manguito de reducción atornillado por dentro á guisa de tuerca sujeta el tubo, fig. 115.



Fig. 117.

Enchufe protegido bipolar con conductor conectado á tierra y armadura de tubo unida a él (sin tapa).

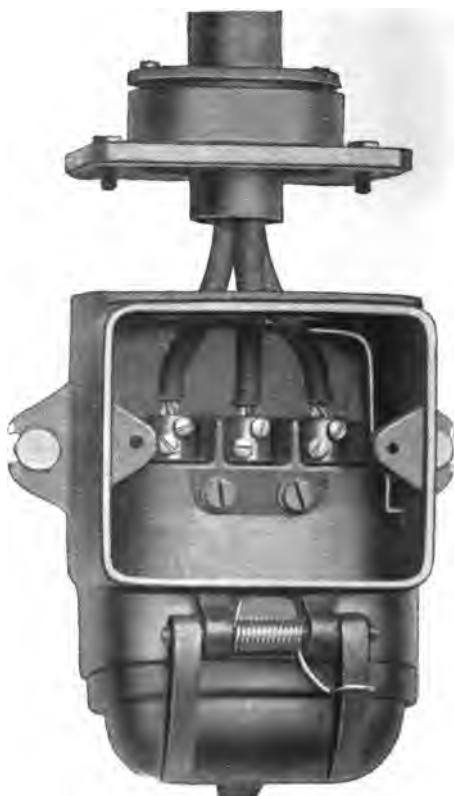


Fig. 118.

Enchufe protegido tripolar de gran tamaño, con conductor conectado á tierra. Terminado antes de atornillar la armadura del tubo (sin tapa).



Fig. 122.
Enchufe protegido provisto de
trenzado de hilo de cobre para
la comunicación con tierra.



Fig. 121.
Enchufe protegido durante
el montaje del cable flexible.



Fig. 123.
Enchufe protegido bi-
polar con un tercer hilo
para la conexión a tierra.



Fig. 119.
Cable flexible provisto de tren-
zado de hilo de cobre estañado
para la comunicación con tierra



Fig. 120.
Cable flexible prepa-
rado para unir á los
enchufes.

Los hilos de las líneas derivadas están cortados al largo conveniente, y antes de colocar la placa en las bornas, etc. se curvan hacia adelante. Mientras los hilos de tierra ó los conductores neutros comunicados con tierra se atornillan á la caja, se doblan los extremos de los hilos de corriente en forma de anillas y se sujetan con las bornas del cuadro. Después de atornillar los casquillos aisladores se coloca la tapa grande que tiene otra mas pequeña, cerrada con pestillo, para poder manejar los cortacircuitos.

Los enchufes protegidos merecen una atención especial. Mientras la parte fija está unida casi siempre á un tubo, raras veces á un cable y siempre de manera análoga que los demas aparatos, el montaje del macho es diferente según la indole de la toma. Generalmente se emplea el cable flexible, que para lámparas portátiles es bifilar y sin hilo de tierra, para la conexión de motores es bi — ó trifilar y provisto de un trenzado de hilos de cobre estañado para la comunicación con tierra, fig. 119. En el interior del marco de las clavijas se ve primero una grapa que sirve para sujetar el cable y proteger el conductor de cobre contra esfuerzos de tiro. Al lado de las bornas cónicas para los hilos de corriente hay una borna para el conductor de tierra. El trenzado metálico para la tierra se deshace hasta cerca del tejido de hilo de cañamo, se dirige hacia un lado y se retuerce para formar un cabo y se suelda, fig. 120. La caja de fundición se corre hacia arriba para conectar con comodidad los conductores á las bornas aisladas, fig. 121. Ahora se coloca la caja en su sito y se atornillan el conductor de tierra y la grapa de retención del cable, fig. 122 y 123.

Colocación al descubierto de los conductores.

La colocación de los hilos aislados en poleitas, grapas y campanas de porcelana (aisladores) en el interior de edificios se emplea hoy día solamente en locales secundarios, sótanos, almacenes, etc., ó donde la humedad ó vapores corrosivos excluyen el empleo de otros sistemas. Como esta manera de colocar los conductores es la mas antigua y sencilla, se pueden deducir casi todas las manipulaciones de los capitulos precedentes.

La colocación de los hilos delgados (hasta 6 mm² prox.) en grapas y aisladores corrientes de porcelana en locales secos, poleas de carrete y poleas con superficie grande (poleas de alta tensión) en locales húmedos siempre se hace de igual manera. En todos estos casos se empieza por marcar los puntos de sujeción. La distancia entre estos puede ser hasta de 80 cm. en la paredes, etc. y hasta de 2 m. debajo de los techos. Ahora se colocan las espigas y se reciben con yeso; para grapas de porcelana suelen ser espigas de doble espiral. Las poleas estan montadas

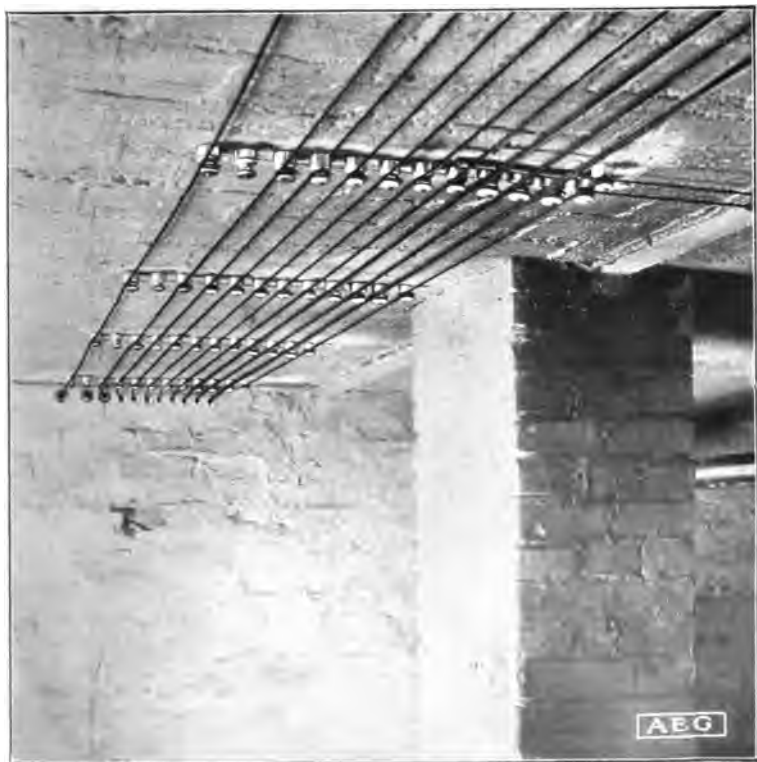


Fig. 124. Instalación al descubierto de alambres delgados sobre aisladores de porcelana en forma de puela.

de dos á tres en una espiga de hierro hecha, pero tambien se emplean montados en mayor número en soportes de modo que para cada 4 ó 6 poleas se necesitan dos puntos de sujeción en la pared ó techo.

Ahora se suben los hilos con la mayor longitud posible, se atan definitivamente por un extremo, y se conducen por los demas apoyos sin fijarlos. Para que los hilos esten en tensión despues de colocados hay que tenderlos tirando del otro extremo. También para los hilos delgados se acostumbra hacerlo de la misma manera que mas adelante se explicará para los de mayor sección. No hay que darle sin embargo igual importancia, porque al atar los hilos delgados á las poleas se adaptan estos á la cura del aislador, lo que les da una tensión mas fuerte. También para la colocación en grapas es conveniente emplear modelos autotensivos que obran en igual sentido. La sujeción á las poleas se hace lo mejor con hilo de atar aislado asi no es necesario envolver el hilo con cinta aislante y hay la garantia de no herir el aislamiento de caucho.

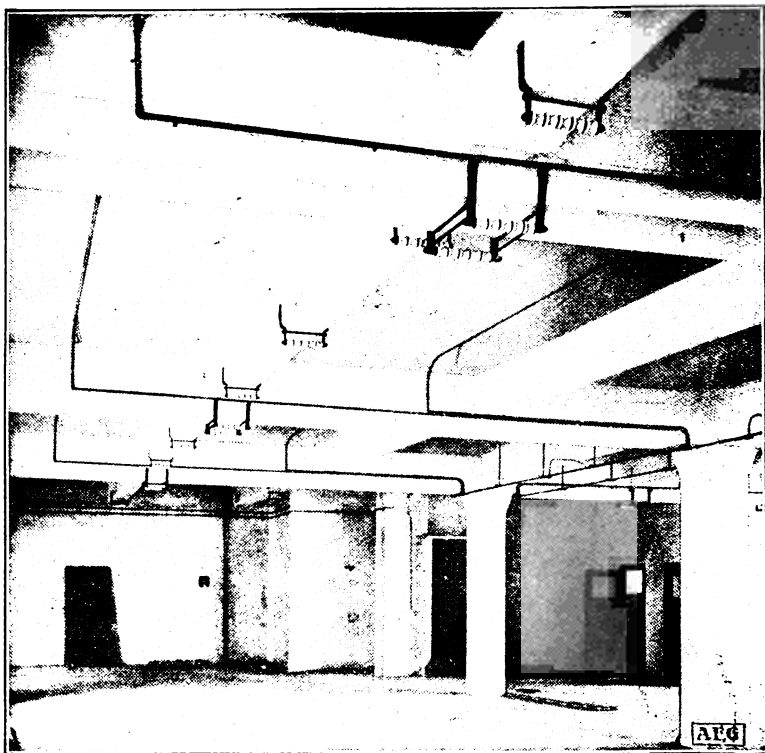


Fig. 125.

Poleas de aislamiento ensartadas en barras de hierro para hilos de sección grande las cuales estan clavadas en las vigas de hormigón (curso de los hilos la dirección de las vigas).



Fig. 126.

Soporte de poleas ensartada como la figura 125 para hilos transversales á las vigas.

La colocación de los hilos de mayores secciones en poleas tiene una importancia ante todo donde en almacenes ó talleres secos la conducción de los hilos es difícil por las irregularidades de la construcción del techo. Trantandose solo de una linea general que consta de dos ó tres hilos, se emplean las espigas de hierro como para los conductores de menor sección. Si en cambio es cuestión de mas hilos, es mejor emplear las poleas ensartadas en barras de hierro, de diferentes construcciones según la del edificio. Como ejemplo explicaremos la sujeción en vigas de hormigón, como se encuentra mucho en construcciones modernas. Los soportes, fig. 125, están contruidos de manera que abrazan la viga,



Fig. 127. Los hilos y al principio que estaban sueltos sobre las poleas se atirantan aprovechando un punto de fijación provisional.

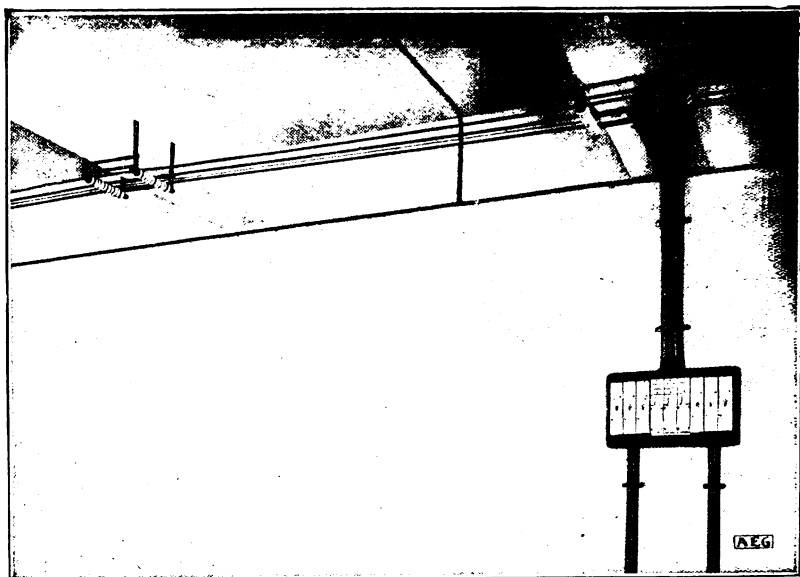


Fig. 128. Los hilos tendidos y sujetos. De ivación en tubos de aislamiento y distribución con cortacircuito de láminas para dos circuitos de energía.

solamente los extremos de las tiras son doblados y penetran 2 cm. proxivamente en el hormigón. Este es el único trabajo de perforación. El soporte es asegurado principalmente por la presión ejercida por tirantes. También los soportes correspondientes á las vigas transversales están sujetos por presión. La construcción de los soportes es diferente según pase la línea á lo largo de las vidas, fig. 125, ó perpendicular á estas, fig. 126.

Despues de fijar los hilos por un extremo y de colocarlos sin atarlos hay que darlos la tensión. Con este objeto se practica un punto de apoyo provisional para la trócola (aparejo), p. e. apoyando un palo de andamio contra la viga. Los hilos se sujetan con una mordacilla de rana, fig. 154, y se les dá tensión suficiente para que conserven su posición recta. Anudando las cuerdas de la trócola se mantiene la tensión, fig. 127. Asi se pueden poner en tensión todos los hilos, y atarlos despues á los aisladores. Terminada esta operación se aloja la trócola para que la tracción se reparta entre todos los soportes, fig. 128.

Instalación de las líneas aéreas de bajo voltaje.

Los conductores de las líneas aéreas se colocan exclusivamente en aisladores de campana montados en postes, etc. Por razón á la duración de los postes han de emplearse los de madera impregnada, porque la impregnación impide una destrucción prematura de la madera por la putrefacción.

Para el aislamiento de los conductores se emplean aisladores de porcelana, fig. 129, con soportes rectos ó curvos. Los soportes rectos están provistos de una rosca de hierro corta ó larga, arandela y tuerca, fig. 130. Para los trayectos de alineación rectas se emplean los soportes normales; donde la línea describe un ángulo, los reforzados según la figura 130a. Los soportes curvados tienen una rosca de madera, fig. 131. Los soportes también pueden ser recibidos en muros, etc. con yeso ó cemento. Los aisladores se venden también montados en los soportes.



Fig. 129.

Aislador de porcelana para baja tensión.

Si se compran sueldos hay que sujetar los soportes en los aisladores, con estopa ó mastic en el sitio de trabajo. Si se fijan con estopa se unta esta con barniz de aceite de linaza, se envuelve la parte superior del soporte y se asegura el aislador dándole vueltas. Para hacerlo con mastic hay que emplear una composición acreditada que no crece con el calor rompiendo los aisladores.

Antes de empezar el trabajo de una línea hay que trazar el camino que debe tomar. El sitio de los postes se marca con estacas. En estos puntos se cavan, taladran ó se abren con explosivos los agujeros para los postes.

La profundidad de las excavaciones varía según las condiciones del terreno y la longitud del poste. En un terreno natural, raso y seco debe ser $\frac{1}{8}$ proximamente del largo del poste. Es conveniente dar á los hoyos excavados con azada, pala pico ó palanca, la disposición escalonada y las dimensiones indicadas en la figura 132, tales que en el sitio mas profundo no excedan mucho del diametro del poste.

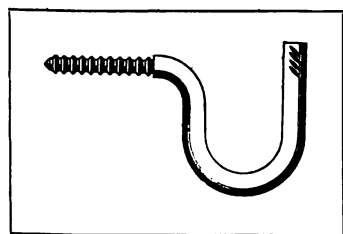


Fig. 131.

Soporte de aislador curvado.

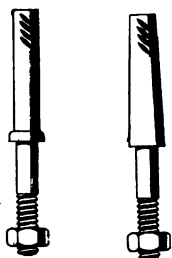


Fig. 130. Fig. 130a.

Soporte de aislador recto normal y reforzado.

En terrenos naturales, libres de piedras y no demasiado secos es preferible hacer los agujeros con una barrena de perforación según la figura 133, porque dan al poste mas estabilidad puesto que se planta en el suelo natural.

Para hacer las excavaciones con ayuda de explosivos hay cartuchos y capsulas fabricados para este objeto. Este trabajo debe hacerse por un personal debidamente instruido, y observando las prescripciones para evitar accidentes.

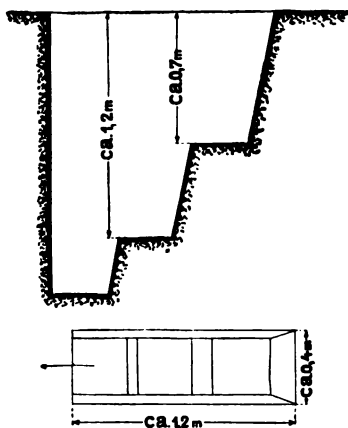


Fig. 132.

Hoyo para instalar un poste de madera.

(La superficie vertical debe soportar el empuje del poste.)



Fig. 133.

Empleo de la barrena para postes.

Es conveniente cavar cada día tantos agujeros como postes se pueden colocar; en caso contrario hay que cubrir al anochecer los hoyos libres con tablas, conforme á las prescripciones de la policia.

Despues de determinados los sitios de los postes, se pueden acarrear los postes, puntales, material para hacer los vientos, etc., y distribuirse entre los sitios donde han de colocarse. Antes de plantar los postes se proveen con el número necesario de aisladores. Para este objeto se coloca la cabeza del poste en un pequeño caballete. Los agujeros para los soportes se taladran con una barrena de carpintero, proximamente á la profundidad de $\frac{3}{4}$ partes del largo de la rosca. El diametro de la barrena tiene que elegirse algo menor que el de la rosca del aislador. Al taladrar hay que tener cuidado de poner la barrena perpendicular al eje del poste, para que despues el aislador esté exactamente paralelo á él.



Fig. 134. Atornillando los aisladores al poste tendido.

Los soportes se introducen de modo que la rosca este completamente dentro del poste. El último aislador se atornilla á la distancia de 10 á 15 cm. del extremo del poste. La separación vertical entre los soportes no debe ser menos de 25 cm., la usual es de 30 á 40 cm.

Si el poste ha de colocarse en un hoyo cavado, se coloca una tabla entre la pared vertical del agujero, para facilitar la plantación del poste.



Fig. 135. Levantando el poste.



Fig. 136. Colocando el poste con la plomada.

Este se tiende encima del hoyo con la base contra la tabla, tal que al levantar la parte superior del poste este resbale al fondo del hoyo. El deslizamiento se facilita mucho, si un obrero desde el lado de la tabla se apoya con un palo contra la base del poste. Para seguir levantándolo se hace uso de dos palos atados en forma de horquillo, empujando al mismo tiempo con una pertiga cerca del extremo superior, fig. 135. Levantado el poste se quita la tabla y haciendo girar el poste se da la posición adecuada á los aisladores. Se comprueba con la plomada la disposición vertical del poste en el sentido de la línea y el normal á esta, fig. 136, sujetándolo con per

tigas provistas de una horquilla de hierro.

El relleno de la excavación con la tierra que se ha sacado se hace en lechos que se apisonan (con un pisón), fig. 138. Las piedras que hubiesen salido valdrán para rellenar el agujero, la tierra que sobre se amontona alrededor del poste.

Si el poste ha de ser colocado en un agujero hecho con la barrena, se le levanta al lado del agujero perpendicularmente, se eleva y se baja con precaución al fondo del agujero. Si el poste no baja bien, se enrolla en el poste el cabo de una sogá, fig. 137, de modo que forme un lazo, en que se introduce un



Fig. 137. Introduciendo el poste en un agujero barrenado.

palo, se retuerce el lazo y dandole vueltas al poste se introduce hasta el fondo del agujero. La comprobación de la verticalidad y el relleno del agujero se hacen de la manera indicada anteriormente.

En los trayectos de alineación recta los postes no llevan mas que el peso de los conductores, que representa un esfuerzo insignificante. En el vertice de un angulo y en el término de la linea sin embargo los postes sufren un esfuerzo de tracción considerable, imposible de ser soportado por el poste solo. En estos sitios el poste se apuntala, figuras 139 y 140, se ventea, fig. 141, ó se refuerza con otro poste, formando los dos un poste en A, fig. 142, ó un poste doble, fig. 143.

Los vientos deben colocarse de manera que contrarresten per completo los esfuerzos de tracción, colocandose en la prolongación exacta de la resultante del esfuerzo de tracción.

Los puntales, fig. 139, deben tener en lo posible igual diametro que el poste que ha de reforzar. La longitud se elige según las condiciones del terreno para fijarlo. El puntal se fija en el poste por medio de pernos.



Fig 138. Apisonando el suelo.

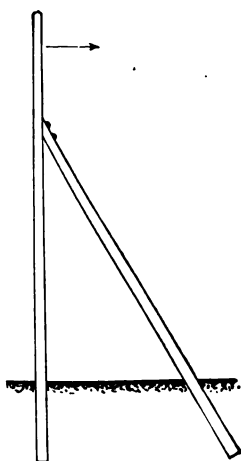


Fig. 139.
Puntal normal.

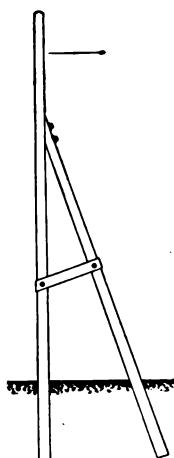


Fig. 140.
Puntal acortado con travesaño.

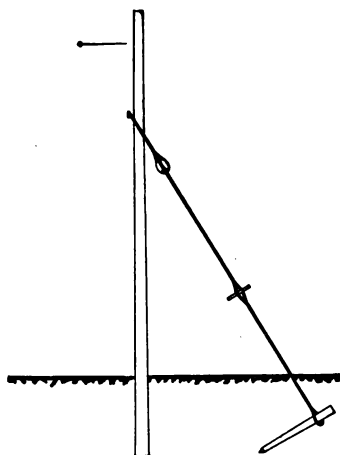


Fig. 141.
Poste con viento.

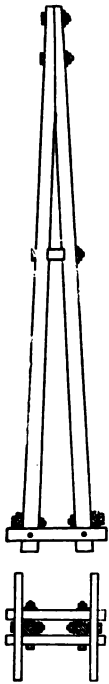


Fig. 142. Poste forma A para resistir tracciones fuertes.

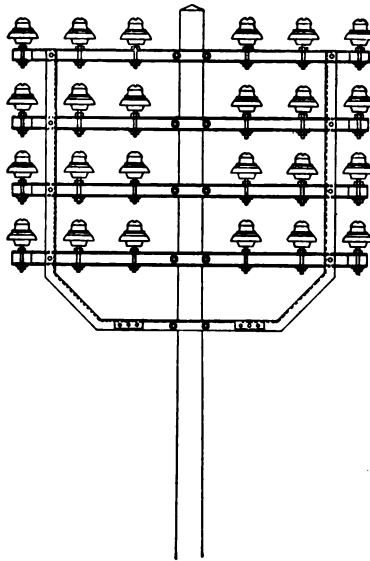


Fig. 141. Soporte de hierro en U para los aisladores.



Fig. 143. Poste doble.



Fig. 145. Soporte para aisladores de tejados (ninguno de los hilos puede alcanzarse desde el techo).

Para que en un terreno poco duro el poste que está en la dirección del esfuerzo de tracción (ó el puntal) no se hunda, conviene colocar una piedra plana debajo de la base del poste ó puntal en cuestión.

Si á un puntal por causa de circunstancias locales no se le puede dar mas que una proyección reducida, hay que asegurarle al poste además con un travesaño, fig. 140.

Los vientos, fig. 141, se forman según la resistencia necesaria con 2, 3 ó 4 alambres de hierro galvanizado de un diametro aproximado de 4 mm.

Los hilos del viento se sujetan en el poste por medio de un gancho. El anclaje en el suelo se hace con un pilote 1,5 m. de largo y 15 cm. de grueso aproximadamente, clavado en el suelo. Para aumentar la tensión del viento, los hilos se retuercen en forma de cuerda por medio de una vara colocada en el centro. Un viento flojo no produce efecto ninguno. Siempre que la tensión sea superior á 250 voltios, los vientos de los postes de madera deben comunicarse con tierra, ó estar provistos de un aislador que ponga fuera de contacto la parte del viento que está al alcance de la mano.

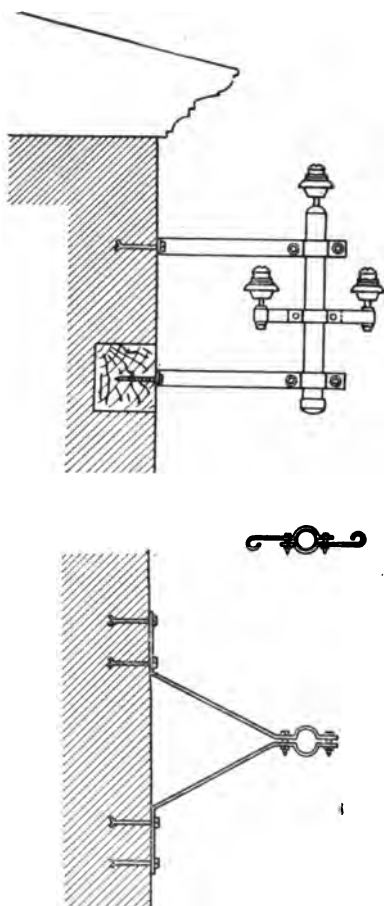


Fig. 146. Soporte en forma de palomilla para tres aisladores.

Para hacer un poste en A, fig. 142, se unen de la cabeza dos postes y se atornillan con pernos de $\frac{3}{4}$ de pulgada de grueso. Si en un punto que sufre una tracción no hay sitio para colocar un poste en A, se puede emplear un poste doble. Para este fin se aplanan los dos postes un poco por un lado y se atornillan con pernos de $\frac{3}{4}$ de pulgada, como demuestra la figura 143.

Si hay que colocar mayor número de aisladores en un poste, estos se emplean con soportes rectos colocados en travesaños de hierro en U, fig. 144, que se fijan en el poste con tirafondos.

Para conducir la línea á lo largo de edificios ó por encima de los tejados, se emplean los soportes tubulares y palomillas, que se atornillan á los muros de los edificios. Las figuras 146 y 147 demuestran

las construcciones adecuadas. En cuanto á la colocación de las palomillas y soportes tubulares hay que procurar que no puedan alcanzarse sin ayudas especiales desde los tejados, partes salientes, ventanas ú otros lugares donde entren personas.

No se empieza con la distribución y colocación del material conductor hasta que estan colocados los postes, palomillas y soportes tubulares con los correspondientes resfuerzos y vientos. Diariamente se desenrolla solamente tanto material como pueda colocarse, para no dar ocasión á robos.

Los conductores se suministran en bobinas, y los de pequeña sección en rollos. Al transportar las bobinas á un terreno pedregoso hay que tener cuidado de no deteriorar el hilo. Para desenrollar los conductores se pasa una barra por los agujeros de la bobina colocando sus extremos en dos caballetes para hacerlo girar, fig. 149.

Para evitar que la bobina gire con demasiada velocidad, hay que proveerla de un freno. Para desenrollar el hilo suministrado en rollos es conveniente un carrete de devanar, fig. 148.

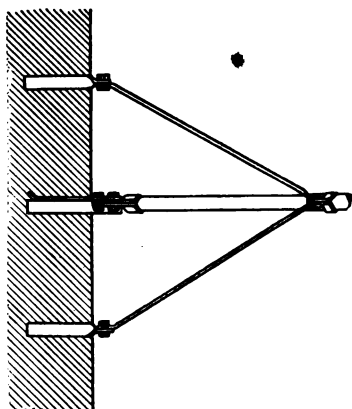
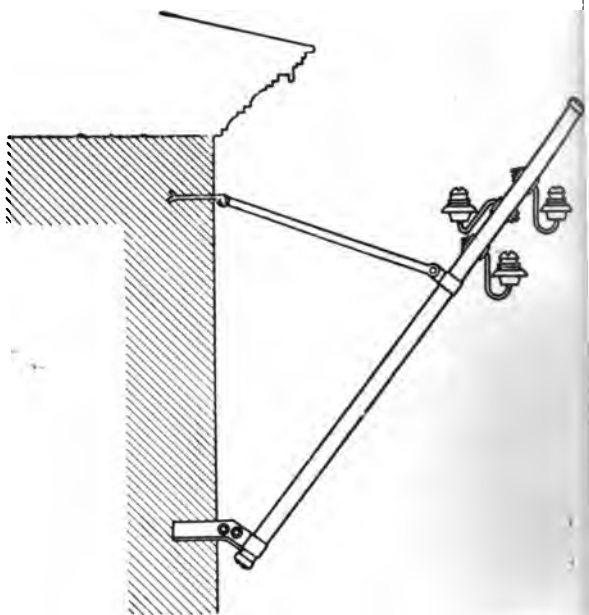


Fig. 147.

Soporte oblicuo de pared para tres aisladores.

Al desenrollar el hilo hay que tener mucho cuidado que no se formen nudos, puesto que perjudicarian la resistencia del hilo y darian ocasion á roturas posteriores.

Para que los conductores no sean arrastrados por un terreno pedregoso, especialmente para ex-



Fig. 148.
Carrete de devanar.

tender los de aluminio, se emplean unas poleas guías, que giran en cojinetes de bolas, fig. 150. Estas se cuelgan convenientemente de un soporte ó travesaño, y el conductor se pasa por encima de ellas al extenderse.

Al desenrollar los conductores para trayectos cortos, se pueden extender en el suelo sin necesidad de estas poleas guías. En este caso hay que procurar que el hilo no se arrastre, y que en los cruces de caminos, no pase ningun vehiculo por encima de ellos. Siempre conviene colocar los hilos en los soportes inmediatamente despues de desenrollarlos.

Despues de extendidos todos los conductores sobre los soportes se empiezan á sujetarlos á los aisladores. Primero se fija un



Fig. 149.
Bobina de alambre colocada en forma de torno sobre dos caballetes; á la izquierda se ve un pedal de madera que sirve de freno.

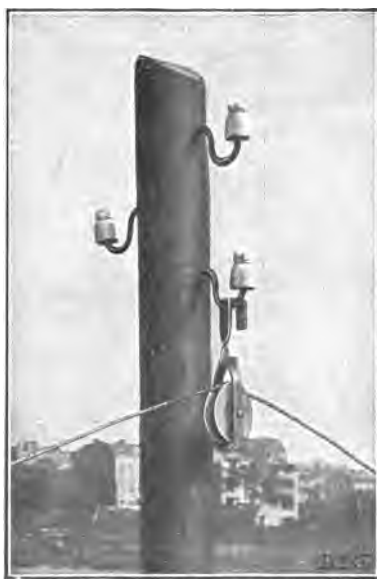


Fig. 150.
Polea guía para conductores de aluminio.

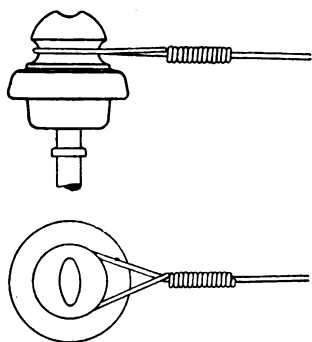


Fig. 151.

Bucle terminal de conductor liso, sencillo.

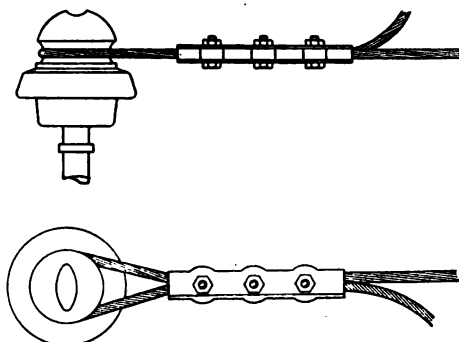


Fig. 152.

Bucle terminal para cables o conductores trenzados sujeto con roblones ó tornillos.



Fig. 153.

Atirantando el conductor con ayuda de una trócola y mordaza.

extremo por medio de un bucle (final) terminal. Tratandose de hilos macizos de cobre se enlazan con la garganta del aislador, retorciendo el extremo según demuestra la figura 151. Para los cables, especialmente los de aluminio se hace el bucle con ayuda de una pieza de sujeción, fig. 152, que se fija con tres roblones ó tornillos.

Después de fijados terminales se les da la tensión á los conductores con ayuda de una trócola y mordaza, fig. 153. Para hilos de cobre se pueden emplear las mordacillas de presión (ranas), fig. 154. Para los cables trenzados de aluminio se emplean las mordazas cónicas con cuña bastante larga, mordazas de madera revestidas de aluminio ó plomo, que no puedan herir el cable.

Al dar la tensión á las líneas es de importancia la flecha adecuada. Esta varía según la distancia entre postes, la resistencia mecánica del metal de los conductores y de la temperatura á la que se da la tensión. Su valor se encuentra con ayuda de la tabla de la página 58. Para comprobar la flecha, se marca en los postes el valor encontrado en la tabla. Ahora se sigue dando tensión al conductor hasta que el punto mas bajo de la curva caiga en la línea visual entre las marcas de los dos postes en cuestión.

Si se colocan en los postes, etc. varios conductores de igual sección, se comprueba la flecha del hilo superior de la manera indicada. Con alguna práctica se pueden extender los demás conductores paralelos á este, sin necesidad de comprobación. Si se colocan conductores de diferentes secciones, hay que procurar de dar la misma flecha á todos, aunque la flecha prescrita es diferente para diferentes secciones á igual distancia entre postes. Esto se consigue eligiendo por razón á la temperatura y distancia entre los apoyos en cuestión la flecha mayor, y aplicandola á todos los conductores.

Los conductores se sujetan atandolos á la garganta de los aisladores, fig. 156. En general no es conveniente la atadura á la cabeza del aislador, porque carga el peso del conductor en él. El alambre de atar debe ser del mismo metal que el conductor, ó equivalente, si se trata de un metal ligero. Para los conductores hasta de 50 mm² de sección se emplea el alambre de atar de 6 mm², que se enrolla tres veces en el aislador, si la sección del conductor es hasta de 35 mm², y 4 veces si es de 50 mm². Para las secciones (de conductores) de 70 á 120 mm² hay que emplear el alambre de 10 mm² que se enrolla tres veces, si el conductor es de 70 mm², 4 veces si es de 95 á 120 mm². Las figuras 157a—f demuestran la manera de hacer el atado normal. Si hay que dar tres vueltas, se empieza según la figura 157a, si se enrolla 4 veces, según la figura 157f. En los puntos de angulo hay que tener cuidado de que el aislador se encuentre en el interior del angulo que forma el conductor, para que retenga el esfuerzo de tracción.

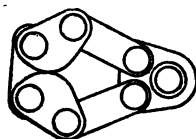


Fig. 154.
Mordaza de presión.

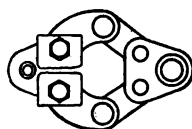


Fig. 155.
Mordaza conica
de cuña.

Montaje de los conductores en los aisladores intermedios.

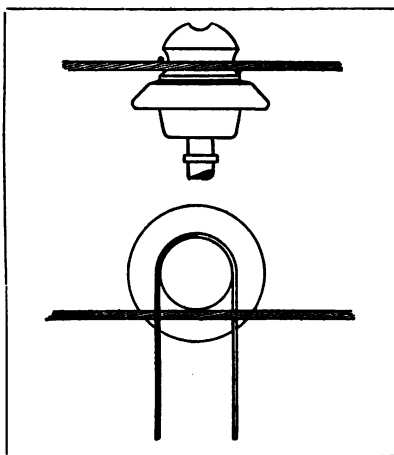


Fig. 157 a.

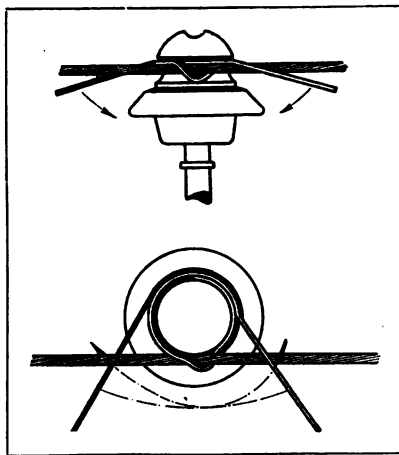


Fig. 157 c.

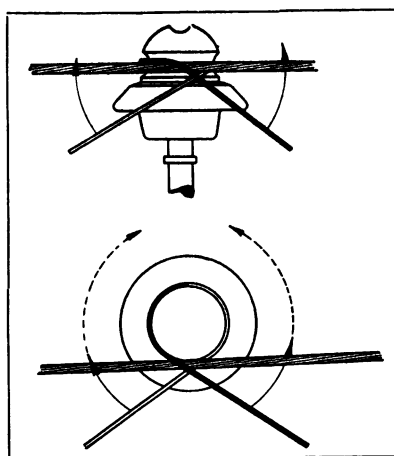


Fig. 157 b.

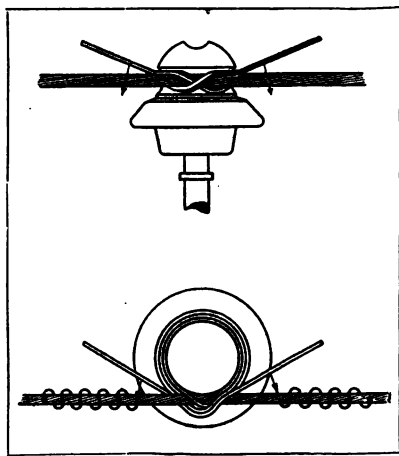


Fig. 157 d.

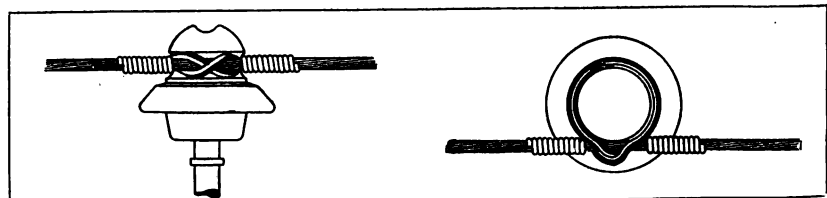


Fig. 157 e.

El montador que sube al poste por medio de trepadores (arpeos), tiene que estar provisto de un cinturón de salvamento, y asegurarse debidamente en la parte superior del poste contra el peligro de caer, fig. 158.

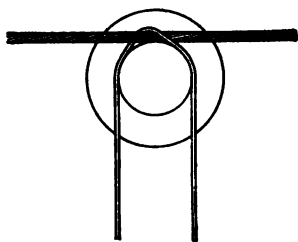


Fig. 157 f.

Comienzo del trabajo cuando el alambre debe de enlazarse cuatro veces alrededor del aislador.

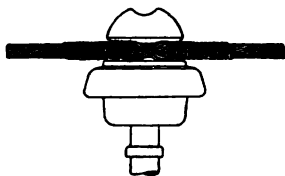


Fig. 156.

Sujeción del conductor en el cuello del aislador.

Los empalmes de los conductores desnudos de cobre macizo, recocho se pueden hacer retorciendo y soldando los conductores según la figura 159. Para hilo macizo de cobre recrudo ó cable trenzado son inadmisibles las soldaduras. Para hacer estos empalmes son á proposito las piezas de unión fijadas con roblones ó tornillos (vease la figura 152).

Los empalmes de los cables de cobre trenzados se pueden hacer tambien entrelazando los hilos de los cables, ó se emplean los conos de empalme, fig. 160. Las derivaciones con conductores de cobre se efectuan convenientemente en los aisladores por medio de garras, descargando el tiro por un bucle de retención, fig. 161.

Al hacer la derivación de un conductor de aluminio, lo que solo se puede hacer con seguridad valiendose de construcciones especiales, hay que evitar por medio de un barniz permanente, que la humedad penetre en los sitios de derivación. Tambien al derivar hilos de cobre de un conductor de aluminio es conveniente emplear construcciones especiales y proteger los contactos con una capa de barniz.

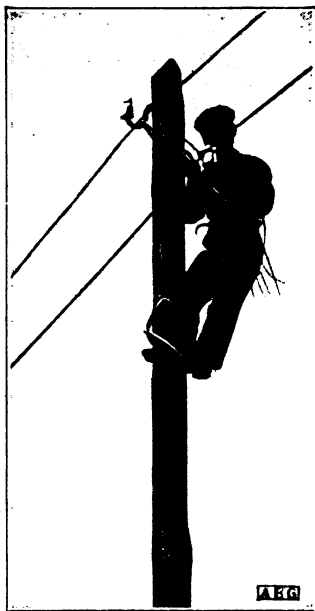


Fig. 158.

Atando el conductor despues de haber subido con ganchos trepadores.

En cuanto los derivaciones con disminución de sección se proveen de cortacircuitos fusibles, deben de practicarse como lo indica la figura 162, si se trata de corrientes hasta de 60 amperios.



Fig. 159

Empalme retorcido y soldado.

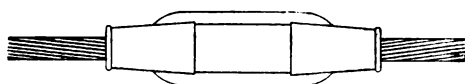


Fig. 160.

Cono de empalme.

Al pasar de la linea aerea á conductores fijos, hay que poner los conductores aislados con trayecto vertical en tubos. El extremo superior de los tubos ha de protegerse por medio de una caperuza para impedir la introducción del agua de lluvia. La figura 163 demuestra la disposición conveniente de caperuza doble en

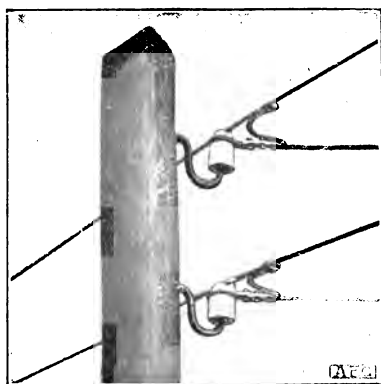
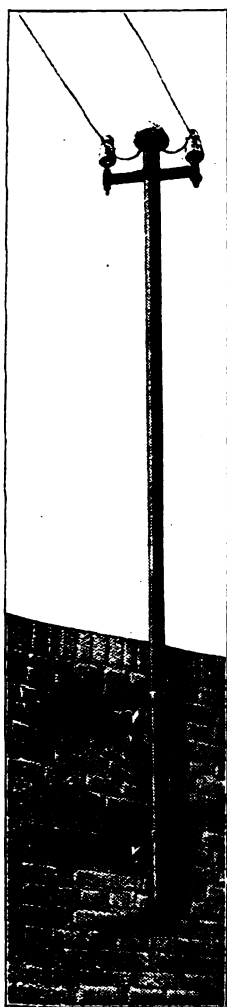


Fig. 161.

Derivación sin cortacircuito.



Fig. 163. Soporte tubular para bajar el conductor á la caja de enchufe.



un poste. La figura 164 demuestra la entrada en un edificio de una línea colocada en un soporte tubular. Estos soportes deben de instalarse de manera que sea imposible tocar los conductores desnudos desde los edificios sin recursos especiales. Especialmente los soportes montados en tejados tienen que ser

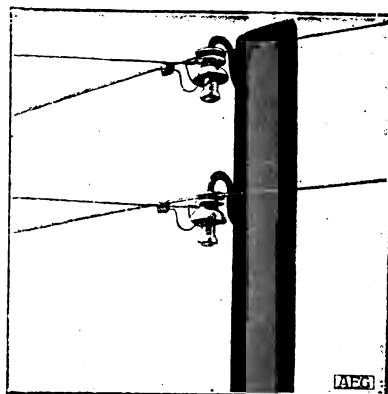


Fig. 162.

Derivación al aire libre provista de cortacircuito.

tan altos, que una persona que esté de pie encima del tejado, no pueda tocar los conductores, lo que podría ser peligroso para los trabajos en el tejado. Esto implica á veces unos soportes muy largos para los tejados, etc. y es necesario reforzarlos con vientos. La figura 145 representa una construcción adecuada.

Fig. 164.
Soporte tubular de bajada de corriente de un edificio.

Comprobaciones y medidas del aislamiento.

I. Indicaciones generales.

Aunque se emplee el mejor material aislante y con el mayor cuidado posible, un aislamiento eléctrico perfecto de los conductores de la corriente no se puede lograr. Siempre habra una pequeña pérdida. Si esta no pasa de $\frac{1}{1000}$ de amperio = 1 miliamperio, no puede causar perjuicio. En este caso el aislamiento satisface las prescripciones de seguridad y se puede considerar como suficiente.

En la practica no se mide la misma pérdida sino la resistencia que el aislamiento opone al paso de la corriente (**resistencia de aislamiento**). Por medio de ella y la tensión de trabajo se calcula la pérdida en la red según la ley de Ohm.

$$\text{Pérdida en amperios} = \frac{\text{Tensión de trabajo en voltios}}{\text{Resistencia del aislamiento en óhmios.}}$$

La pérdida no debe pasar del valor máximo admitido de 1 miliamperio, por consiguiente es satisfactorio el estado del aislamiento si la resistencia del aislamiento es mayor de

110 000	óhmios á la tensión de servicio de 110 voltios
220 000	" " " " " " " 220 "
380 000	" " " " " " " 380 "
500 000	" " " " " " " 500 "

En la medida de las resistencias de aislamiento por lo tanto siempre es cuestión de valores grandes, y para mayor comodidad se ha introducido como unidad de medida el megóhmio igual á un millón de óhmios.

110 000	óhmios = 0.11 megóhmio.
220 000	" = 0.22 "
380 000	" = 0.38 "
500 000	" = 0.50 "
1 000 000	" = 1.00 "
3 000 000	" = 3.00 "

La escala de los aparatos de medida lleva generalmente esta graduación.

Las prescripciones fijadas no exigen que la instalación completa tenga esta resistencia total de aislamiento. Es suficiente que cada parte de un circuito comprendida entre dos cortacircuitos ó entre el último cortacircuito y cada aparato de consumo eléctrico tenga la resistencia de aislamiento requerida.

El estado de aislamiento de una instalación compuesta de varias líneas derivadas ó varios aparatos de consumo puede ser por consecuencia sensiblemente mas bajo, puesto que para cada circuito parcial se tolera una pérdida de 1 miliamperio, en una instalación que comprenda 3 partes separadas por cortacircuitos será admisible una pérdida de 3 miliamperios. El aislamiento de la instalación completa no depende por consiguiente solo de la calidad del material de aislamiento, sino tambien de la extensión de la instalación. Redes muy ramificadas demuestran una pérdida mucho mayor que 1 miliamperio, sin que por esto se puedan calificar de defectuosas ó propensas á incendios.

La resistencia de aislamiento de una instalación no es constante. Se altera por los efectos del calor, humedad é influencias semejantes. Las líneas aéreas p. e. tienen en tiempo seco un estado de aislamiento excelente, que desmerece durante la lluvia. Líneas instaladas en cuadras y establos tienen generalmente inmediatamente después de su terminación un aislamiento suficiente, sin embargo pueden empeorarse fácilmente sus condiciones por causa de las evaporaciones del establo, etc. si no están hechas conforme á las exigencias de la experiencia. Las líneas instaladas en casas recién construidas en cambio tendrán al principio un estado de aislamiento mediano por causa de la humedad, y mejoran al secarse la obra.

Las prescripciones fijadas exigen que el estado de aislamiento se compruebe en lo posible con la tensión de trabajo pero por lo menos con 100 voltios. En las medidas de aislamiento á tierra empleando corriente continua debe de unirse, si es posible el polo negativo de la generatriz á la línea que se quiere comprobar.

En todas las comprobaciones de aislamiento no se debe ensayar solo entre cada conductor y la tierra, sino también el aislamiento de los conductores entre si. Para estas pruebas se deben separar todas las lámparas de incandescencia ó de arco, motores y otros aparatos de consumo de energía de sus conductores, pero dejando puestos los aparatos de alumbrado y los cortacircuitos, y cerrados los interruptores. Con esto se consigue que todas las partes de la instalación á comprobar estén comprendidos en la prueba y en la medida. Por consiguiente es indispensable hacer proceder á cualquier comprobación de aislamiento una comprobación de la continuidad **de las líneas**.

En las pruebas de aislamiento se distinguen

1. **Comprobación de aislamiento**, donde solo se quiere determinar si la línea, máquina, aparato, etc. tienen por lo menos la resistencia de aislamiento prescrita.
2. **Medida de aislamiento**, por la cual se quiere averiguar el valor de la resistencia de aislamiento con la mayor exactitud posible.
3. **Localización de una avería**, para averiguar el sitio de un defecto de aislamiento.

Las comprobaciones y medidas de aislamiento y la localización de un defecto se pueden efectuar lo mismo en las instalaciones en servicio como en las líneas y máquinas que no lo estén. Se puede utilizar la tensión de la red ó de una generatriz extraña, sea batería ó magneto de manivela.

II. Aparatos y procedimientos para comprobar el aislamiento.

1. Instalación en servicio.

En las instalaciones en servicio hay necesidad de tener en cualquier momento un conocimiento aproximado del estado de aislamiento de la instalación. Para este objeto sirve la misma tensión de la red y se emplean los voltímetros electromagnéticos ó de precisión, contrastados expresamente para la medida de aislamiento; Pl. No. 7901—09, 79201—19, 79221—39, 7911—19, que se conectan con las barras colectoras del modo señalado por las figuras 1 y 2. (**Indicadores de tierra**.)

En las instalaciones de bajo voltaje los aparatos se montan desconectables y se intercalan solo en el instante de comprobar el aislamiento.

En las instalaciones en servicio por lo general es suficiente si se puede determinar la existencia de un defecto de aislamiento que pueda causar una perturbación. La existencia de tal defecto se conoce por la deri-

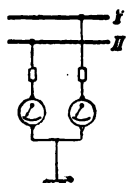


Fig. 1.

Conexiones de los voltímetros como indicadores de tierra
en instalaciones bifilares

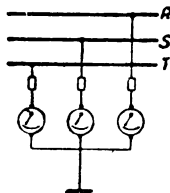


Fig. 2.

en instalaciones de corriente
trifásica.

vación de la aguja de los voltímetros acoplados. La avería existe en el conductor conectado con el voltímetro que marque menos voltios.

En las instalaciones que no funcionan todavía se procede de un modo esencialmente distinto.

2. Instalación muerta.

a) Indicaciones generales.

Para comprobar el estado de aislamiento de líneas ó aparatos de consumo eléctrico fuera de servicio, se emplean los **galvanoscopios**, que representan los indicadores de aislamiento, que por su construcción sencilla y comoda son de uso universal y sirven para comprobar en cualquier clase de instalación defectos graves de aislamiento é interrupciones de los circuitos. Se fabrican dos clases:

Para el ensayo con corriente de batería Pl. No. 79714 á 79716 con las conexiones interiores según la fig. 3.

Para la medida con corriente de batería ó de la red hasta 220 voltios: Pl. No. 79717 á 79719 con las conexiones interiores según la figura 4.

El galvanoscopio se coloca de manera que la aguja marque cero. No debe haber imanes ni grandes masas de hierro proximos á él. Desde

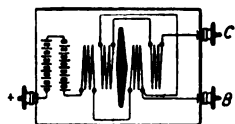


Fig. 3.

Conexiones interiores de los galvanoscopios para las pruebas y medidas de aislamiento
con corriente de batería

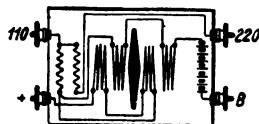


Fig. 4.

con corriente de batería ó con la tensión
de la red hasta 220 voltios

el sitio de la prueba se eleva un hilo á una cañería de agua ó de gas, tubería de pozo, construcción de hierro ú objetos análogos para establecer una buena comunicación con tierra. Ahora se puede empezar con la comprobación que comprende una serie de observaciones y no solo un a.

En la figura 5 se indica que á las pérdidas de corriente por falta de aislamiento del conductor I con tierra (x) hay que añadir las del conductor II (y), siendo preciso tener tambien en cuenta la de los conductores entre si por insuficiencia de la envoltura aislante, (z). Antes de empezar las operaciones habrá que asegurarse que todas las partes de la instalación están comprendidas en las pruebas.

Si p. e. el conductor II hubiese sufrido un interrupción como lo representa la fig. 5, y la medida se efectuase en el principio de la línea, ni las pérdidas „z“ ni la „y“ cerca del término del conductor II se podrian

observar. Antes de cada medida hay que establecer por lo tanto una conexión auxiliar H entre los extremos de la línea en cuestión y asegurarse de su integridad por medio de los aparatos de medida. Despues de esta comprobación de la continuidad de la línea se quita la conexión auxiliar H, y la medida de aislamiento puede comenzar.

El curso de los ensayos está representado por las figuras siguientes, y para mayor sencillez se indica solo una vez la instalación completa en la figura 6, comprobación de línea. La figura 7 y las siguientes no representan mas que los conductores que conducen á la instalación. Los conductores están señalados con I y II, los defectos de aislamiento, están trazados con puntos. Las demas indicaciones corresponden á los signos que se encuentran en los aparatos de nuestra fabricación.

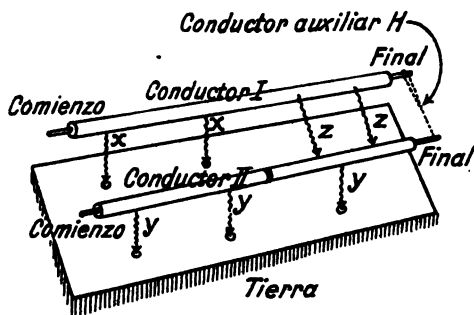


Fig. 5.
Esquema de las faltas posibles de aislamiento.

b) Comprobación con corriente de batería.

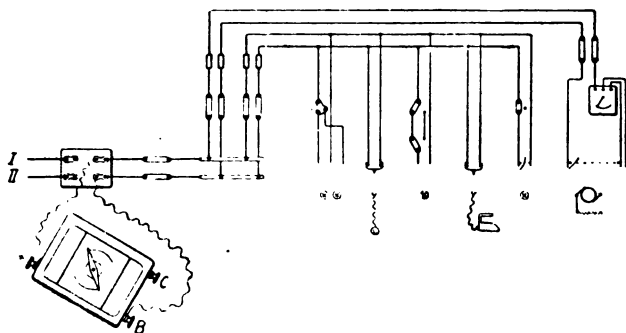


Fig. 6. Comprobación de la continuidad de la línea.

Al pasar la corriente por la red ó línea entera que se quiere examinar, la aguja del galvanoscopio tiene que recorrer toda la amplitud de su escala. Debe volver á marcar cero al quitar la conexión H.

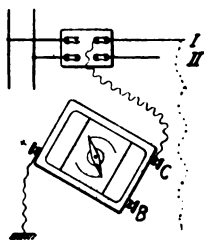


Fig. 7.

Comprobación de aislamiento entre tierra y el conductor I.

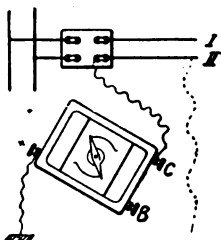


Fig. 8.

Comprobación de aislamiento entre tierra y el conductor II.

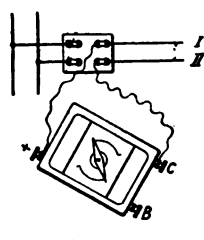


Fig. 9.

Comprobación del aislamiento del conductor I respecto al II.

En cada caso se lee el ángulo de desviación de la aguja. En las tablas del aparato se encuentran los valores aproximados de las resistencias de aislamiento correspondientes á las lecturas efectuadas

c) Con la tensión de la red.

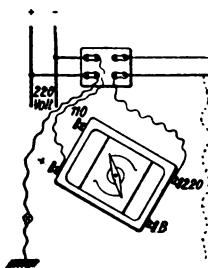


Fig. 10.

Comprobación de aislamiento del conductor positivo á tierra.

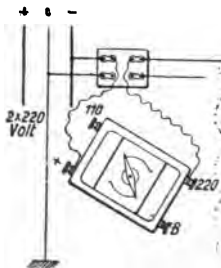


Fig. 11.

Comprobación de aislamiento del conductor negativo á tierra.

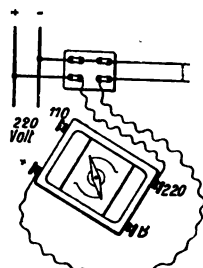


Fig. 12.

Comprobación de aislamiento entre los conductores negativo y positivo.

En las instalaciones trifilares con hilo neutro comunicado con tierra no hace falta establecer comunicación auxiliar con tierra. Véase la fig. 11.

En las instalaciones sin conductor á tierra se establece la comunicación con tierra del conductor positivo intercalando una lámpara incandescente. Esta sirve solo como protección contra un cortacircuito y no debe encenderse. Véase la fig. 10.

Las líneas en las cuales la poca desviación de la aguja del galvanoscopio indica una resistencia de aislamiento suficiente, pueden ponerse en servicio sin peligro alguno. Véase la fig. 12.

III. Aparatos y procedimientos de medidas de aislamiento.

1. Instalación en servicio.

Verificador de aislamiento á tierra. Para medir exactamente el valor de aislamiento de las instalaciones en servicio, se emplean en las instalaciones de corriente continua los voltímetros de precisión PI No 79201 á 79219. Conforme demuestra la figura 13 se conecta con un conmutador bipolar de 3 contactos. En las tres posiciones del conmutador la lectura del voltímetro indica:

En la posición I la tensión entre el conductor positivo y la tierra = V_p ;
 " " " III " " " " " negativo y la tierra = V_m ;
 " " " II " " " " " de la red entre
 los conductores positivo y negativo = E .

Con ayuda de la resistencia (R) marcada en el aparato la resistencia de aislamiento de la instalación completa se puede calcular según la formula:

$$x = R \left(\frac{E - V_p - V_m}{V_p + V_m} \right)$$

Ejemplo: Resistencia del aparato . . . $R = 26000$ óhmios.

Tensión de la red $E = 220$ voltios.

Las indicaciones del voltímetro $V_p = 54$ voltios.

$V_m = 11$ voltios.

Entonces es $x = 26000 \left(\frac{220 - 54 - 11}{54 + 11} \right) = 62000$ óhmios.

Para medir la resistencia á tierra de las instalaciones de corriente alterna en servicio se pueden emplear los mismos aparatos de medida pero en combinación con una batería de medida y una bobina de auto-inducción. Las conexiones estan representadas en la fig. 14. En las instalaciones de corriente trifásica con conductor neutro á tierra, la medida á tierra no es realizable, mientras la instalación este en servicio.

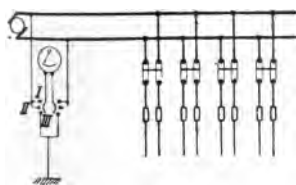


Fig. 13.

Medida de aislamiento á tierra de una instalación de corriente continua en servicio.

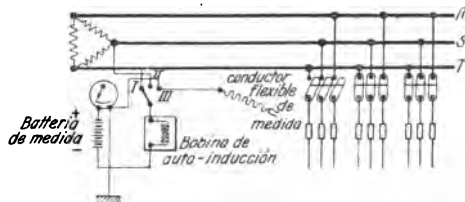


Fig. 14.

Medida de aislamiento á tierra de una instalación de corriente alterna en servicio.

El conmutador del voltímetro permite en la posición I la indicación del valor de aislamiento de la instalación completa, y en la posición III, de aquella parte que este conectada con el conductor flexible de medida. Los aparatos se pueden graduar de modo que indiquen inmediatamente el valor de aislamiento de la instalación tal, que sea innecesario el calculo. En la posición II se comprueba el aparato. Los inductores magnéticos de manivela de los que trataremos mas adelante, se pueden emplear tambien para estas medidas, en cuanto la tensión de la instalación no sea mas alta que la que está indicada en el inductor.

2. Red muerta.

a) Medida con la tensión de una red de corriente continua.

Los voltímetros de precisión para corriente continua, por su exactitud sirven sin excepción para las medidas de aislamiento, con ayuda de la tensión de la red, de líneas y aparatos de consumo de energía eléctrica que estén fuera de servicio. Se emplean para esto los aparatos (de bobina giratoria) portátiles Pl. No. 77221 á 77231. Estos se pueden graduar con una escala en óhmios tal que permitan la lectura directa de la resistencia de aislamiento de la línea en cuestión según la desviación de la aguja. Estas indicaciones sin embargo solo son exactas si la tensión de la red es igual á la tensión indicada en el aparato para la que esta graduada la escala de óhmios. Pero como la tensión no es igual en todas partes de la red y ademas fluctua en si, el voltímetro de precisión con escala en óhmios no siempre da una lectura exacta de la resistencia de aislamiento. Para obtener una medida exacta es mejor emplear un voltímetro de precisión con graduación sencilla en voltios y calcular la resistencia de aislamiento conforme al procedimiento siguiente.

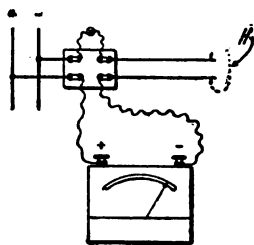


Fig. 15.
Comprobación de línea con
la tensión de la red.

A la medida de aislamiento tambien aqui debe de preceder un ensayo de la línea, para averiguar que la instalación completa está comprendida en la medida. Al mismo tiempo se pueden determinar la tensión de la red „E“ y la resistencia „R“ del aparato de medida. Los dos datos son indispensables para llevar á cabo la medida. Asi-mismo hay que establecer una buena comunicación con tierra, como se ha indicado al explicar el empleo del galvanoscopio.

Despues de efectuada la comprobación de línea se quita la conexión auxiliar H, y se sigue procediendo como indican las figuras á continuación.

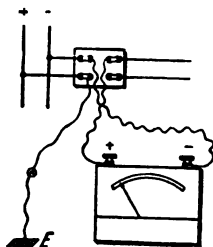


Fig. 16.
Medida á tierra del con-
ductor negativo. Se ob-
tiene la lectura VI.

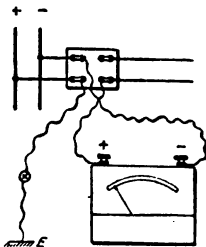


Fig. 17.
Medida á tierra del con-
ductor positivo. Se ob-
tiene la lectura VII.

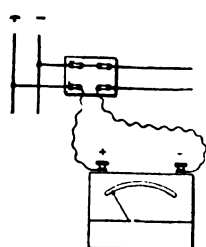


Fig. 18.
Medida entre los conductores
positivo y negativo. Se ob-
tiene la lectura VI—II.

Por medio de estas lecturas se calcula la resistencia de aislamiento en cuestión en óhmios = Resistencia del aparato

$$\frac{\times \text{tensión de red} - \text{lectura}}{\text{lectura}} \quad \text{ó sea } X = R \times \frac{E - V}{V}$$

Ejemplo: Se haya encontrado:

1. Resistencia del aparato R (marcado en el aparato) . . . 40000 óhmios
2. Tensión de la red E (determinada al comprobar la línea) . . . 224 volts
3. Lectura V_1 (obtenida al medir entre el conductor negativo y tierra) . . . 18 "
4. " V_2 (obtenida al medir positivo y tierra) . . . 26 "
5. " V_{1-2} (obtenida al medir los conductores positivo y negativo) . . . 35 "

Entonces es la resistencia de aislamiento del conductor negativo á tierra $X_1 = 40000 \times \frac{224 - 18}{18} = 458000$ óhmios.

Entonces es la resistencia de aislamiento del conductor positivo á tierra $X_2 = 40000 \times \frac{224 - 26}{26} = 304000$ óhmios.

Entonces es la resistencia de aislamiento del conductor negativo al positivo $X_{1-2} = 40000 \times \frac{224 - 35}{35} = 216000$ óhmios.

La resistencia á tierra de la instalación es completamente satisfactoria; la que existe entre los dos conductores no corresponde bien á las prescripciones y podría calificarse como imperfecta.

b) Medida con la tensión de una red de corriente alterna.

Para efectuar las medidas de aislamiento en las instalaciones de corriente alterna con la tensión de la red no se pueden emplear mas que los aparatos Pl. No. 79351 á 79355. Estan graduados en voltios y en óhmios y pueden utilizarse como voltímetros ó indicadores de aislamiento (óhmímetros). Las figuras 19 y 20 representan sus conexiones interiores.

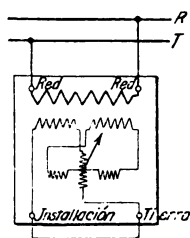


Fig. 19.

Empleo del óhmímetro como voltímetro para corriente alterna.



Exterior del óhmímetro para corriente alterna.

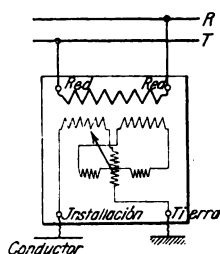


Fig. 20.

Medida de las resistencias de aislamiento con el óhmímetro para corriente alterna.

Al emplear estos aparatos hay que tener cuidado que la tensión de la red corresponda á la tensión para la que esta graduado el aparato, y que esta indicada en él. El empleo del aparato para las medidas de aislamiento esta demostrado por las figuras siguientes.

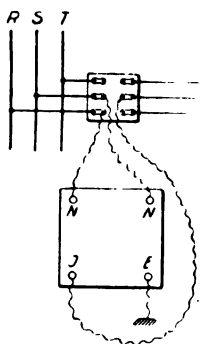


Fig. 21.

Medida de la resistencia
á tierra del conductor R.

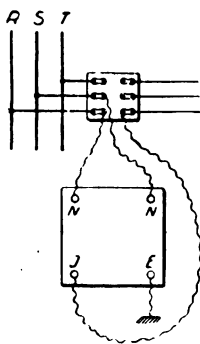


Fig. 22.

Medida á tierra
del conductor S

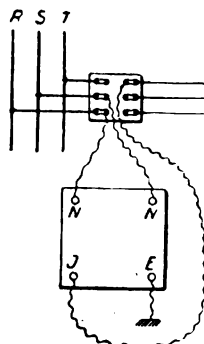


Fig. 23.

Medida á tierra
del conductor T.

En las instalaciones de corriente trifásica con ó sin hilo neutro comunicado con tierra hay que tener presente que cada una de las fases está en tensión con las otras dos. Por esta causa no basta con hacer una medida de aislamiento entre las fases, sino hay que hacer tres medidas. La comunicación con tierra no es necesaria. Se procede de la manera siguiente.

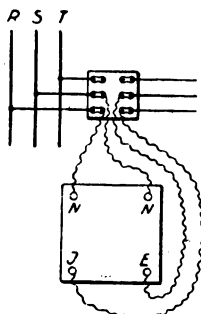


Fig. 24.

Medida de la resistencia
de aislamiento entre las
fases R. S.

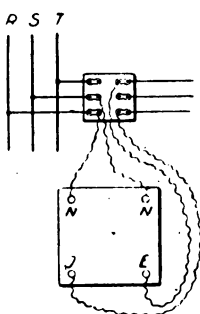


Fig. 25.

Medida de la resistencia
de aislamiento entre las
fases R y T.

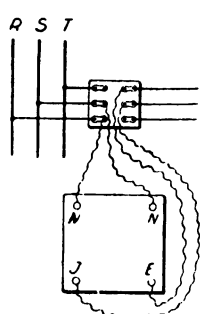


Fig. 26.

Medida de la resistencia
de aislamiento entre las
fases S y T.

Los valores de estas resistencias se obtienen por lectura directa en el aparato.

IV. Inductores magnéticos universales.

La multiplicidad de las medidas de aislamiento en las instalaciones de corriente continua y alterna con tensiones diferentes requeriría la disponibilidad de un número considerable de aparatos de medida, si se pidieran siempre medidas rigurosamente exactas. Las medidas de aislamiento prescritas generalmente para instalaciones de alto voltaje, no

requieren este grado elevado de precisión. Esto permite complacer el deseo de los practicos de poder llevar á cabo medidas diferentes con un mismo aparato portatil. Para este objeto sirven los óhmímetros con inductor magnético de manivela que son unos aparatos universales para hacer cualquier clase de medidas de aislamiento.

Los inductores magnéticos de manivela se pueden emplearlo lo mismo para medidas de aislamiento como para medidas de tensiones. Su aplicación es por consiguiente muy variada; sirven para medir

1. La tensión de las redes de corriente alterna por medio de un voltímetro electromagnético.
2. La tensión de las redes de corriente continua por medio del voltímetro de precisión para corriente continua.
3. El aislamiento de instalaciones de corriente alterna en servicio por medio del voltímetro electromagnético, ó del voltímetro de precisión para corriente continua y del inductor de magneto de manivela.
4. El aislamiento de las instalaciones de corriente continua en servicio por medio del voltímetro de precisión para corriente continua utilizando la corriente de la red.
5. El aislamiento de la red muerta en instalaciones de corriente continua y alterna por medio del voltímetro de precisión para corriente continua y del magneto de manivela.

Este aparato universal por lo tanto permite efectuar todas las medidas aqui enumeradas y averiguar los valores de las resistencias de aislamiento por lectura directa de la escala representada en la figura 27. „MQ“ significa megohmio 1000000 ohmios. Las figuras siguientes indican el empleo del aparato como voltímetro.

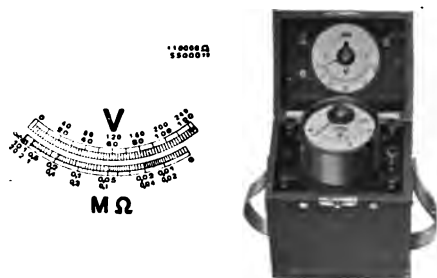


Fig. 27. Escala y vista exterior del magneto de manivela con voltímetro.

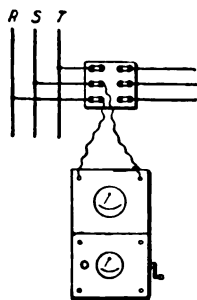


Fig. 28.

Medida de tensiones de corriente alterna. (No se usa mas que el aparato superior.)

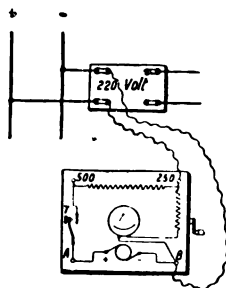


Fig. 29.

Medidas de tensiones de corriente continua hasta 250 voltios.

(El aparato superior se ha omitido en las figuras. En estas medidas no se debe accionar la manivela. Ante todo no se empuje el botón T.)

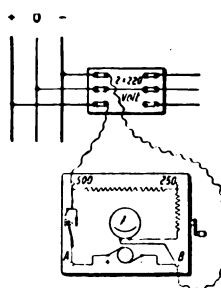


Fig. 30.

Medida de tensiones de corriente continua hasta 500 voltios.

El inductor magnético de manivela puede emplearse también para la medida de la resistencia de aislamiento de las instalaciones de corriente alterna en servicio. Pero solo se pueden comprobar las redes cuya tensión sea igual ó menor que la amplitud del aparato. La medida se efectúa conectando el aparato según la figura 31; se empuja el botón T se acciona la manivela á una velocidad uniforme hasta que la aguja marque cero óhmios. Entonces se suelta el botón siguiendo con la misma velocidad la manivela. El aparato marcará la resistencia total de aislamiento de la instalación en megóhmios.

Al medir la resistencia de aislamiento de las instalaciones de corriente continua según la figura 32 solo se emplea el voltímetro del inductor. Por consiguiente no se debe tocar ni el botón T ni la manivela. El

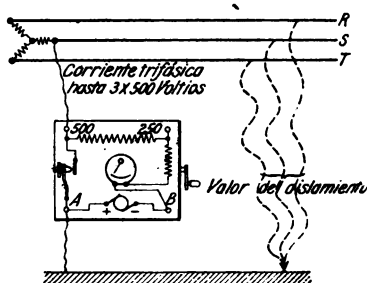


Fig. 31.

Empleo del inductor para la medida de la resistencia de aislamiento de una instalación de corriente trifásica en servicio.

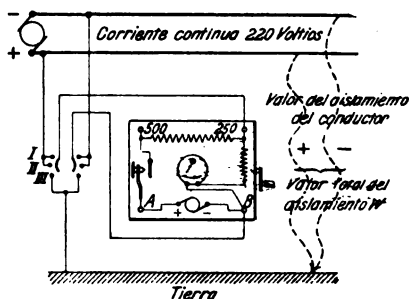


Fig. 32.

Empleo del inductor para medir la resistencia de aislamiento de una instalación de corriente continua en servicio.

valor de la resistencia de aislamiento de la instalación completa se calcula del mismo modo que se ha explicado en el capítulo III 1 pag. 137.

El empleo de los inductores magnéticos para medir la resistencia de aislamiento de una línea sin carga es análogo al de los galvanoscopios, explicado anteriormente. La única diferencia consiste en que la corriente continua de medida no es producida por una batería contenida en el aparato sino por una dinamo accionada con la mano. Las figuras 33 á 36 demuestran el modo de conectar los aparatos.

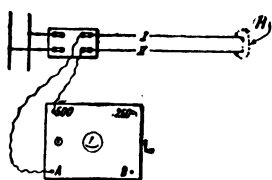


Fig. 33.
Comprobación de línea.

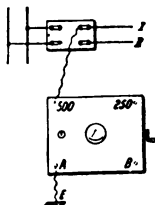


Fig. 34.
Medida de la resistencia de aislamiento del conductor I á tierra.

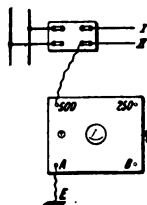


Fig. 35.
Medida á tierra del conductor II.

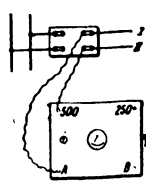


Fig. 36.
Medida entre los conductores I y II.

Estas mediciones se efectuan independientemente de la tensión de la red. Primero se empuja el botón T despues de accionar la manivela con la suficiente velocidad uniforme hasta que la aguja marque cero ohmio. Se deja libre el botón mientras si sigue haciendo girar la manivela con la misma velocidad. Al hacer la comprobación de linea según la fig. 33, el aparato seguira marcando la tensión normal, siempre que la preparación esté bien hecha; en las medidas según las figuras 34, 35 y 36 marcará la resistencia efectiva directamente en óhmios.

V. Aparatos para fijar el sitio del defecto.

La determinación del sitio en que exista un defecto de aislamiento es uno de los trabajos mas importantes de la construcción y mantenimiento de instalaciones eléctricas. La fijación del sitio de las averias es de tanta importancia, porque es el único medio de encontrar y corregir los defectos. Hay que distinguir bien entre la localización de una averia dentro de una instalación ramificada y en una linea sencilla sin derivaciones como la que representa un cable. Mientras en una instalación complicada el defecto se encuentra por una investigación bien reflexionada, en cables y otros trayectos de sección invariable el sitio del defecto se puede averiguar con precisión por una medida sencilla. Distinguimos por lo tanto entre la investigación de los defectos de aislamiento en instalaciones y la localización de defectos en cables.

1. Investigación de los defectos de aislamiento en instalaciones.

Para buscar un defecto de aislamiento en una instalación ramificada, se separan las derivaciones una despues de otra del conductor principal, observando al mismo tiempo el aparato de medida que acusa la perdida de corriente. En el momento en que la aguja se desvie sensiblemente, se ha separado una derivación en la cual existe un defecto de importancia. Por medio de una subdivisión de esta derivación y siguiendo observando el aparato de medida se comprueba por fin el sitio del defecto. Muchas veces se encuentran estos defectos en aparatos de alumbrado, interruptores, enchufes, locales humedos y pasos de pared por lo que se deben examinar primero estos sitios. Aristas vivas que hieran el aislamiento, tornillos de contacto demasiado largos, hilos, etc. cuyos extremos pasen de su sitio y esten en comunicación con la pared, humedad ó cuerpos extraños, etc. que ofrecen á la corriente una conducción imprevista, tambien pueden ser las causas de los defectos de aislamiento.

Para que sea mas facil la investigación de un defecto de aislamiento en una instalación, hay que accionar al principio todos los interruptores y conmutadores, para que asi todas las partes del circuito se incluyan en la observación. Al seguir la localización del defecto se separan los aparatos de luz de sus conductores y estos á su vez de las cajas de derivación. Si en una linea defectuosa hay un paso de pared, conviene mover el hilo en cuanto lo permita su sujeción. Si la aguja se desvia al mover el hilo hay que contar con un defecto de aislamiento en este paso.

2. Fijación del sitio defectuoso de un cable.

Hay varios procedimientos para la localización de un defecto. Unos son adecuados al uso en el laboratorio y sirven para toda clase de defectos; otros están destinados mas bien á la practica. Estos últimos no sirven para averiguar todos los defectos que pueden ocurrir pero se pueden aplicar á la mayor parte de los casos. A estos procedimientos pertenece la localización de defectos de aislamiento por la caída de tensión. Este procedimiento requiere solamente:

1. Conocimiento de la longitud total de la línea en cuestión.
2. Igual sección de los conductores, en todas las partes de la línea.
3. Tres conductores, uno de los cuales se puede reemplazar por tierra.
4. Comunicación con tierra ó con la cubierta de plomo, de una resistencia menor de 5000 óhmios.

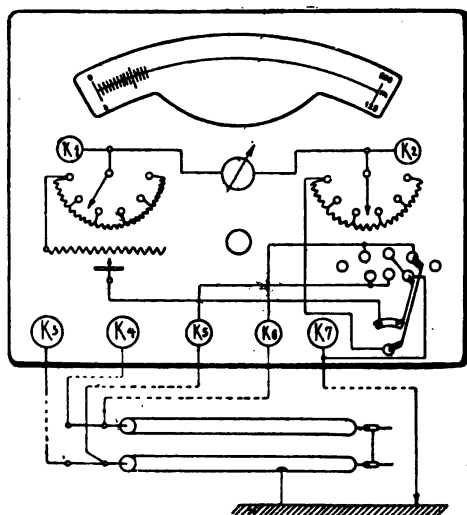


Fig. 37.

La figura 37 indica la aplicación del aparato. Dos hilos fuertes que parten de las bornas K3 y K4 envían la corriente de medida á los extremos libres de los cables á examinar. Los extremos opuestos de los cables han de ser puestos en perfecta comunicación. Dos hilos de cualquier sección comunican los extremos de los cables con las bornas K5 y K6. Con la borna K7 se establece una buena comunicación con tierra, generalmente con la cubierta de plomo del cable.

El empleo del aparato es sencillo. Apretando la borna K3 se envía al cable la corriente de un elemento de acumulador contenido en el aparato. Con ayuda de las manivelas de regulación se hace coincidir la aguja con el número de la escala que indica la longitud del conductor. Si el cable p. e. tiene 300 m de largo, se regula la corriente tal que la aguja marque 3000. Ahora se pone el conmutador que se ve en el grabado á la derecha, en „Tierra y cable negativo“, y al instante marcará la aguja la distancia entre el sitio del defecto y el termino negativo del cable. Si la aguja p. e. se mantiene en 40, significa que el sitio del defecto dista 40 m del extremo negativo del cable.

El aparato de medida es al mismo tiempo un galvanómetro de alta sensibilidad para las medidas de las corrientes continuas mas debiles; ademas es un amperimetro para medir grandes intensidades en cualquier graduación y un voltimetro para cualquier tensión; ademas sirve para la determinación de la longitud desconocida en metros de un cable.

Fuentes de luz eléctrica.

De las diferentes clases de lámparas eléctricas las de filamento metálico de Wolfram son hoy día las que casi exclusivamente se emplean para el alumbrado normal. Para intensidades luminosas superiores á 100 bujías son las mas indicadas las de filamento metálico con atmosfera de gas. Estos contienen un alambre de wolfram arrollado en espiral que se pone á la incandescencia en una ampolla llena de nitrógeno ó de gases nobles. Para las intensidades de unas 300 bujías para arriba, su consumo de energia por bujía es aproximadamente la mitad del de las lámparas de filamento metálico al vacio, que necesitan aproximadamente un vatio por bujía. Por este motivo estas lámparas recibieron el nombre de „Lámparas de medio vatio“, en cuanto no se habian denominado lámparas Nitra ú Osram Azo. Hoy se las conoce principalmente con el nombre de „Lámparas con atmosfera de gas“.

Los tipos normales se construyen hasta un consumo de 2000 vatios por lámpara, los tipos con intensidades luminica mas baja hasta el limite inferior de 25 vatios para 110 voltios y de 60 vatios para 220 voltios. En los tipos de intensidades luminosas bajas el rendimiento luminico no es tan favorable como en las de mayor potencia. Los tipos mas pequeños se distinguen de las lámparas de filamento metálico al vacio de igual consumo principalmente por su forma mas reducida, distribución de luz mas favorable y la blancura de su luz.

Al lado de las lámparas con atmosfera de gas predominan todavia para las intensidades hasta de 100 bujías las lámparas de filamento metálico al vacio con filamento recto tendido entre soportes. Se fabrican para 100 voltios hasta de 5 bujías, y para 220 voltios, hasta de 10 bujías como limite inferior, y han suplantado casi por completo las de filamento de carbón. Aun donde las lámparas sufren fuertes trepidaciones, como p. e. en las fábricas de tejidos y coches de tranvia se emplean construcciones especiales de las lámparas de filamento metálico.

Para bajas intensidades luminosas y de un consumo de 15 á 100 vatios para 110 voltios, y de 25 á 100 vatios para 220 voltios se fabrican ademas las lámparas de filamento metálico en espiral al vacio, conocidas por los nombres de „Lámpara de filamento en espiral“ ó „Lámpara Centra“. Comparadas con las lámparas de filamento metálico corrientes tienen la ventaja de un tamaño mas reducido y de una distribución mas favorable, mientras frente á las lámparas con atmosfera de gas de igual consumo se distinguen por la mayor resistencia á las sacudidas. Su rendimiento luminoso es casi identico al de las lámparas con filamento metálico al vacio de igual consumo. Tienen su empleo principalmente en aparatos portatiles pequeños y aparatos decorativos para alumbrado.

Todas las demas lámparas son para usos especiales. Las lámparas incandescentes de formas especiales como velas ó tubos, lámparas para iluminaciones, etc. se emplean poco ó solamente donde por razon á los aparatos ya existentes son absolutamente necesarios. De las lámparas de arco voltaico se han sostenido casi exclusivamente las aplicadas á efectos fotograficos y los reflectores, y aun en estos últimos á veces se sustituyen tambien por las lámparas con atmosfera de gas:

Cálculos sencillos de alumbrado para proyectar instalaciones de alumbrado.

Al hacer el proyecto de una instalación de alumbrado es indispensable hacer antes una evaluación aproximada del número y potencia necesarias de lámparas, si se quiere lograr que la instalación una vez terminada dé un alumbrado suficiente á un consumo adecuada de energia. El procedimiento que antes se empleaba de averiguar el número total de bujías necesarias para un local, con ayuda de tablas auxiliares que indicaban el número de bujías por m² según la clase de locales no es á propósito para los sistemas actuales, además de que en gran parte de las lámparas incandescentes no se indica ya el número de bujías si no su consumo normal en vatios.

También aquellas lámparas de filamento metálico al vacío que hasta ahora se han clasificado en bujías, van clasificándose según su consumo en vatios.

Mucho más positivo en sus resultados y apenas más complicado, es el método más empleado en la actualidad basado en el rendimiento luminoso. El rendimiento de una instalación de alumbrado es igual á la proporción entre la intensidad luminosa efectivamente utilizada y el gasto total de energia luminosa. Si un local con la superficie de suelo **F** ha de recibir un alumbrado medio de **E** unidades lux, se necesitan á un rendimiento luminoso del **w** % en conjunto **z** lámparas de una intensidad luminosa esférica media **J₀**. Según quiera averiguarse el número de lámparas **z**, ó la potencia luminosa de cada lámpara se pueden emplear las fórmulas siguientes:

$$z = \frac{8 \times E \times F}{w \times J_0} \quad \text{ó} \quad J_0 = \frac{8 \times E \times F}{w \times z}$$

El alumbrado medio **E** adecuado para los diferentes locales en el interior de las casas como asimismo para las calles y plazas se deduce del cuadro sinóptico de la página siguiente. Para comparar este sistema con el cálculo de bujías sirva de base, que el alumbrado medio es próximamente de cuatro á cinco veces el número de bujías por un m² de superficie de suelo.

El rendimiento luminoso de una instalación de alumbrado en el interior de los edificios depende en alto grado de las condiciones de las paredes y techos, y es tanto mayor cuanto más claros son los colores. Bases para los valores del rendimiento luminoso las dan las tablas 1, 2 y 3. La primera tiene validez lo mismo para el alumbrado directo — enviando las lámparas su luz hacia abajo — como también para el alumbrado semi-indirecto, empleado hoy día con frecuencia, en el cual gran parte de la luz es enviada al techo (pintado de un tono claro) y reflejada por él. En esta forma queda el rendimiento casi igual como en el alumbrado directo hacia abajo. Más bajo es el rendimiento del alumbrado indirecto, poco usado, en el cual toda la luz es enviada al techo y reflejada por él. Los valores correspondientes se encuentran en la tabla 2

5 6 8 10 15 20 25 30 35 40 50 60 80 100 lux

0.5 0.6 0.8 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 5.0 6.0 8.0 10 lux

0.5 0.6 0.8 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 5.0 6.0 8.0 10 lux

El rendimiento luminoso del alumbrado no sufre gran alteración por la altura de suspensión, si las paredes y el techo son de color claro. La mayor altura de la lámpara es compensada en gran parte por el aumento de la reflexión. Si las paredes y el techo son de color medio claro ú oscuro, el rendimiento del alumbrado ha de evaluarse en una cifra comprendida entre los límites indicados en las tablas, pero tanto mayor cuanto mas baja se suspende la lámpara. En las habitaciones generalmente se elige la altura de las lámparas fijas de 2.25 á 2,5 m proximamente desde el suelo, en los cafes, etc. y en los establecimientos comerciales hasta de 3 m proximamente.

En el alumbrado de calles y plazas y otros lugares exteriores el efecto del alumbrado depende principalmente de la dirección en que las lámparas ó reflector envían la luz. Según la intensidad máxima de la luz sea dirigida directamente hacia abajo, mas á los lados ú horizontalmente y hacia arriba se distinguen los reflectores de radiación profunda ó alta. Los correspondientes rendimientos del alumbrado se encuentran en la tabla 3. El rendimiento luminico depende ademas de la relación entre el ancho de la calle y la altura de la lámpara por lo que se tiene presente la influencia de la altura. La altura de suspensión de las lámparas para el alumbrado de las calles depende principalmente de la potencia luminica de las lámparas. Lámparas potentes se pueden suspender á mayor altura. Una base para el cálculo de la altura dá la fórmula

$$h = 3.5 + \frac{\sqrt{J}}{10}$$

que permite calcular la altura adecuada (**h**) en metros para una lámpara de **J** bujías.

En muchos casos se obtienen para el calculo aproximado de alumbrado valores medios proporcionales bastante precisos basandose en un rendimiento del 40%. Para este caso sirven de ayuda las tablas 4 y 5. La primera dá los valores para las lámparas de filamento metalico con atmosfera de gas de 60 á 2000 vatios, la otra para bombillas de filamento metalico al vacio de 5 á 100 bujías. Indican la superficie de suelo que corresponde á cada lámpara para producir un alumbrado medio de 100 lux. Si el alumbrado medio que se quiere obtener presenta menos de 2 lux, se busca el valor de la superficie que corresponde á un alumbrado 10 ó 100 veces mayor y se multiplica por 10 ó por 100. Los valores entre parentesis de las tablas no tienen aplicación práctica. En el lado izquierdo de las tablas estan indicados la intensidad luminosa y el consumo de energia de los tipos normales de las lámparas con atmosfera de gas y al vacio para 110 y 220 voltios. La tabla 4 esta calculada para lámparas de 220 voltios. Donde se trata de una tensión de 110 voltios es preciso calcular los valores correspondientes á razón de la proporción que existe entre las intensidades luminosas indicadas en las primeras dos columnas. La tabla 5 para lámparas de filamento metalico al vacio tiene validez para cualquier tensión.

Si las condiciones de una instalación de alumbrado son tales que el rendimiento luminoso difiera mucho del valor medio del 40%, se pueden utilizar no obstante las dos tablas, siempre que se reduzcan los valores obtenidos al rendimiento en cuestión.

Indicaciones para el rendimiento de alumbrado.

Tabla 1.

Rendimiento luminoso del alumbrado directo o semiindirecto en el interior de los edificios.

		Color del techo		
		claro	medio	oscuro
		%	%	%
Color de las paredes	claro	(55—45) 50	(50—40) 45	(45—35) 40
	medio	(50—40) 45	(45—35) 40	(40—30) 35
	oscuro	(45—35) 40	(40—30) 35	(35—20) 30

Tabla 2.

Rendimiento luminoso del alumbrado indirecto en el interior de los edificios.

		Color del techo		
		claro	medio	oscura
		%	%	%
Color de las paredes	claro	(40—30) 35	(30—20) 25	(20—10) 15
	medio	(35—25) 30	(25—15) 20	(15—5) 10
	oscuro	(30—20) 25	(20—10) 15	(10—0) 5

Tabla 3.

Rendimiento luminoso del alumbrado de calles.

		Distribución de la luz		
		hacia abajo	hacia los lados	hacia arriba
		%	%	%
ancho de calle	mas de 6 . .	(55—45) 50	(50—40) 45	(45—35) 40
	de 3 á 6 . .	(50—40) 45	(45—35) 40	(40—30) 35
	menos de 3 .	(45—35) 40	(40—30) 35	(35—20) 30

Ejemplos para el empleo de las tablas.

1. Un taller de cerrajería con la superficie de 1000 m² ha de alumbrarse por lámparas con atmósfera de gas de 300 vatios y 220 voltios. Del cuadro sinóptico de la página 147 resulta para talleres de maquinaria un alumbrado de 30 lux. De la tabla 4 resulta bajo estas condiciones una superficie de 66 m² por cada lámpara de 300 vatios. Se necesitan por consiguiente $1000 : 66 = 15$ lámparas.

Si en este caso la instalación se hace con reflectores Wiskott que dan un aprovechamiento especialmente bueno del alumbrado, se podría lograr un rendimiento aproximado del 60%. La superficie por lámpara sería

en este caso $66 \times \frac{60}{40} = 99$ m² y serían suficientes $1000 : 99 = 10$ lámparas.

2. Una calle de poco tránsito de 12 m. de ancho ha de recibir un alumbrado medio de un lux con lámparas de filamento metálico a vacío de 50 bujías Hefner. Se quiere averiguar la distancia adecuada entre las lámparas. De la tabla 5 resulta para 10 lux una superficie de 20 m² por lámpara de 50 bujías, para 1 lux por consiguiente una de 200 m². A cada $200 : 12 = 16.5$ m. longitudinales corresponde pues una lámpara y se podrán faroles distribuidos á los dos lados de la calle distanciados 33 m. en cada lado entre sí y 16.5 m. entre uno y otro lado.

El cálculo á base del rendimiento luminoso lo mismo que los procedimientos mas exactos para el cálculo de antemano del alumbrado llevan á la determinación del alumbrado medio horizontal de la superficie del local ó calle. Para darse idea exacta del carácter del alumbrado de una instalación interesa también el conocimiento del alumbrado horizontal máximo y mínimo. Estos valores se calculan por medio de la fórmula

$$E_{\text{hor}} = \frac{J \times h}{l \sqrt{a^2 + h^2}^3}$$

Esta ecuación permite el cálculo del alumbrado E horizontal de una superficie horizontal en cualquier sitio, procedente de una lámpara, si se conoce la intensidad luminosa **J** de la lámpara en la dirección de radiación correspondiente, la altura de suspensión **h** y la distancia **a** en metros del punto en cuestión desde el pie de la lámpara. La intensidad luminosa se desprende de la curva de intensidad luminosa de la lámpara empleada. El cálculo de E_{hor} se hace mas fácil empleando una tabla como la 6, calculado para una bujía Hefner y alturas y distancias de 1 a 10 m. Cooperando varias lámparas suspendidas en diferentes sitios en el alumbrado de un punto, hay que calcular el alumbrado horizontal de cada una de las lámparas á base de las intensidades luminosas, alturas de suspensión y distancias correspondientes, sumando los valores para obtener el alumbrado horizontal efectivo del punto en cuestión. La relación del alumbrado máximo y mínimo de un local ó calle determina la irregularidad de alumbrado.

Indicaciones para el cálculo aproximado de alumbrado
(á base de un rendimiento luminoso del 40%)

Tabla 4.

Superficie correspondiente por lámpara de filamento metálico con atmosfera de gas.

Intensidad luminosa para 110 volts bujías H	para 120 volts bujías H	Consumo por lámpara en vatios	Superficie en m ² para un alumbrado medio en lux													
			2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
62	45	60	112	45	22	15	11	9	7.5	5.5	4.5	3.7	3.2	2.8	2.5	2.2
82	68	75	170	68	34	22	17	13.5	11	8.5	6.8	5.5	4.8	4.2	3.8	3.0
120	100	100	250	100	50	33	25	20	16.5	12.5	10	8.5	7.1	6.3	5.6	5.0
200	170	150	425	170	85	56	42	34	28	21	17	14	12	10.5	9.5	8.5
275	250	200	625	250	125	83	62	50	41	31	25	21	18	15.5	14	12.5
450	400	300	1000	400	200	133	100	80	66	50	40	33	29	25	22	20
800	750	500	1870	750	375	250	187	150	125	93	75	62	54	47	42	37
1200	1150	750	(2870)	1150	575	383	287	230	192	143	115	96	82	72	64	57
1650	1550	1000	(3870)	1550	775	515	387	310	258	194	155	129	111	97	86	77
2600	2400	1500	(6000)	(2400)	1200	800	600	480	400	300	240	200	170	150	133	120
3200	3200	2000	(8000)	(3200)	1600	1065	800	640	530	400	320	266	228	200	175	160

Tabla 5.

Superficie correspondiente por lámpara de filamento metálico al vacío.

Consuma por lámpara para 110 volts en vatios	para 220 volts en vatios	Intensidad luminosa horizontal en bujías H	Superficie en m ² para un alumbrado medio en lux													
			2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
7	—	5	10	4.0	2.0	1.3	1.0	(0.8)	(0.66)	(0.5)	(0.4)	(0.33)	(0.28)	(0.25)	(0.22)	(0.2)
13	14	10	20	8.0	4.0	2.6	2.0	1.6	1.3	1.0	(0.8)	0.66	(0.57)	(0.5)	(0.45)	(0.4)
18	21	16	32	12.5	6.4	4.2	3.2	2.6	2.1	1.6	1.25	1.05	0.92	(0.8)	(0.7)	(0.64)
25	30	25	50	20	10	6.6	5.0	4.0	3.3	2.5	2.0	1.65	1.45	1.25	1.1	1.0
32	36	32	64	25	12.5	8.5	6.4	5.1	4.2	3.2	2.5	2.1	1.8	1.6	1.4	1.25
50	55	50	100	40	20	13	10	8.0	6.6	5.0	4.0	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0
100	105	100	200	80	40	26	20	16	13	10	8.0	6.6	5.7	5.0	4.5	4.0

Tabla 6.

Alumbra en lux

referido a una bujía Hefner a diferentes alturas y distancias horizontales.

Altura de suspensión (h) en m.	Distancia horizontal (a) desde el pié de lámpara en m.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0'356	0'09	0'0316	0'0142	0'0076	0'0045	0'0029	0'0020	0'0013	0'0009
2	0'1785	0'0855	0'0427	0'0223	0'0128	0'009	0'0052	0'0035	0'0025	0'0018
3	0'0945	0'0645	0'0391	0'0241	0'0152	0'0096	0'0068	0'0047	0'0035	0'0026
4	0'0571	0'0445	0'0320	0'0220	0'0151	0'0109	0'0069	0'0056	0'0041	0'0032
5	0'0378	0'0321	0'0254	0'0189	0'014	0'0105	0'0078	0'0059	0'0046	0'0036
6	0'0269	0'0238	0'0191	0'0164	0'0125	0'0098	0'0076	0'0060	0'0048	0'0038
7	0'0198	0'0181	0'0187	0'0119	0'0109	0'0089	0'0072	0'0058	0'0047	0'0037
8	0'0151	0'0141	0'0126	0'0110	0'0095	0'0080	0'0066	0'0056	0'0045	0'0037
9	0'0119	0'0112	0'0104	0'0090	0'0082	0'0073	0'0061	0'0050	0'0044	0'0036
10	0'0098	0'0094	0'0089	0'0081	0'0071	0'0063	0'0054	0'0048	0'0041	0'0035

Tabla 7.

Número admisible de lámparas **con atmosfera de gas** para un circuito.

Tensión en voltios	Con- sumo de energía en vatios	Intensi- dad de la corriente en amperios	Número admisible de lámparas por circuito.			
			Cortacircuitos para 6 amperios		Cortacircuitos para 10 amperios	
			Porta lámparas normal „Edison“		Porta lámparas „Goliath“	
110	25	0'23	Sección mínima del conductor de cobre 1 mm ²	26	Sección mínima del conductor de cobre 1'5 mm ²	Sección mínima del conductor de cobre 2'5 mm ²
	40	0'36		16		
	60	0'54		11		
	75	0'68		8		
	100	0'91		6		
	150	1'36		4		
	200	1'82		3		
	300	2'72		2		
	500	4'55		1		
	750	6'80		—		
	1000	9'1		—		
	1500	13'6		—		
220	60	0'27	Sección mínima del conductor de cobre 1 mm ²	22	Sección mínima del conductor de cobre 1'5 mm ²	Sección mínima del conductor de cobre 2'5 mm ²
	75	0'34		17		
	100	0'46		13		
	150	0'68		8		
	200	0'91		6		
	300	1'36		4		
	500	2'26		2		
	750	3'41		1		
	1000	4'55		1		
	1500	6'80		—		
	2000	9'10		—		

Reflectores Wiskott.

Mientras los reflectores usuales son de hierro esmaltado ó de cristal opalino, la superficie reflectora del Wiskott consta de una capa de plata pulida adherida á una masa resistente al calor y poco fragil. Una capa de barniz protege la superficie reflectora contra las influencias nocivas del aire humedo é impuro. Los diversos tipos de los reflectores estan proyectados de tal modo que cualquier clase de distribución luminosa se puede lograr con alta perfección y la menor pérdida posible. La pérdida de intensidad luminosa por reflexión no representa mas que del 10 á 15 % proximamente.

Entre los varios modelos de reflectores Wiskott, construidos hasta ahora, hay dos que principalmente se emplean para el alumbrado exterior é interior. El tipo HC tiene por objeto una fuerte concentración de la luz y un alumbrado intenso de las superficies situadas directamente debajo del reflector. Entre sus varias aplicaciones es la mas importante

la iluminación de escaparates.

El tipo E en cambio permite una variación de la distribución luminosa dentro de amplios límites, solamente subiendo y bajando la lámpara. Ocupando la lámpara el sitio mas alto dentro del reflector, se obtiene una concentración muy fuerte de la luz, análoga al tipo HC antes mencionado. El maximo de intensidad luminosa, directamente debajo del reflector, es en este caso proximamente de 10 á 20 veces

mayor que la intensidad de la lámpara sin reflector, mientras en sentido lateral la intensidad luminosa decrece rapidamente. Colocando la lámpara dentro del reflector algunos centímetros mas baja, se obtiene una distribución de luz dirigida en sentido mas lateral, formando el máximo de luz un angulo de 30° á 40° proximamente con la dirección vertical y es de 5 á 7 veces mayor que la intensidad de la lámpara sin reflector. Colocandose la lámpara tan baja que su cuerpo luminoso este un poco por encima del borde del reflector se obtiene un efecto pronunciado de radiación ancha con un máximo de intensidad luminosa de mas del triple de la lámpara sin reflector, con un angulo de 70° proximamente.

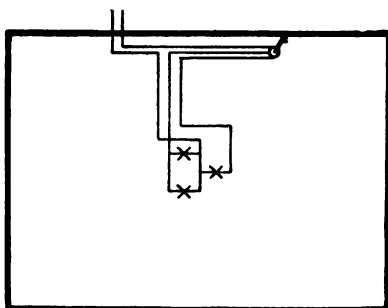
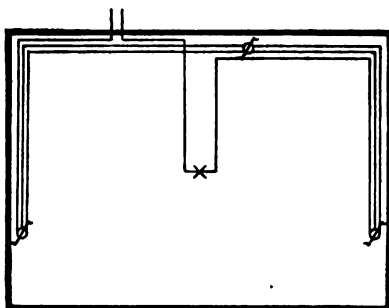
Para ser usadas con los reflectores Wiskott no es cuestión mas que de las lámparas de filamento metalico con atmosfera de gas porque el efecto se basa en el empleo de un cuerpo luminoso lo mas concentrado posible. Los reflectores se construyen con armaduras provistas de un globo de cristal transparente ú opalinos para emplearlos al exterior. A causa del buen aprovechamiento del alumbrado al usar los reflectores Wiskott se obtiene un aumento considerado de economia en las instalaciones de alumbrado.



Reflectores Wiskott
tipo HC
sin armadura.

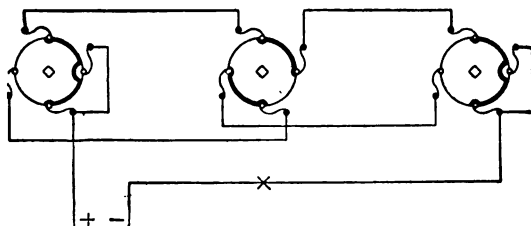


Reflectores Wiskott
tipo E
con armadura exterior.



Planta (arriba) y esquema (abajo)
de las conexiones de una lámpara para
encenderla y apagarla desde tres sitios

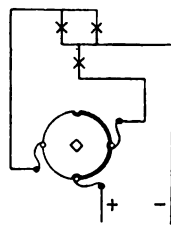
de las conexiones de un conmutador
de series para dos grupos de lámparas



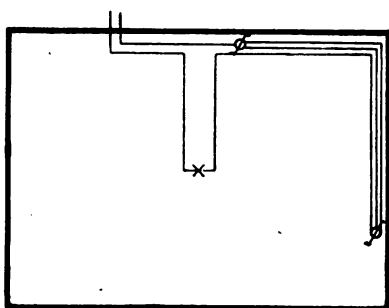
por interruptor
de dos puntos

por interruptor
en forma X

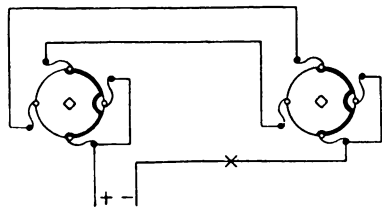
por interruptor
de dos puntos



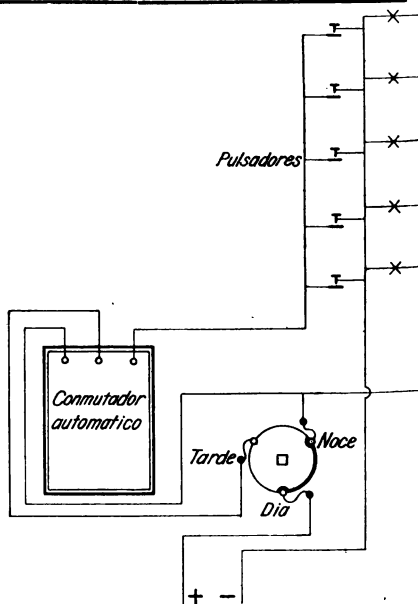
por interruptor
para grupos



Planta (arriba) y esquema (abajo)
de las conexiones de una lámpara para en-
cenderla y apagarla desde dos sitios



por interruptor de dos puntos



Conexiones de la instalación de un aluminado
de escalera de interrupción automática con
accionamiento por pulsadores

Motores.

Momento de torsión.

La potencia de un motor se manifiesta como fuerza de tracción en la superficie de la polea, ó en caso de acoplamiento, en el punto de ataque del acoplamiento. El valor de esta fuerza de tracción es diferente según la potencia, velocidad y diametro de la polea ó del acoplamiento, pero el producto de la fuerza de tracción por el radio tiene para cada máquina un valor determinado que recibe el nombre de momento de torsión; está representado graficamente por la fig. 1 P se mide en kilogramos, R en metros. Tenemos pues el momento de torsión $M = P \times R$ kilogrametros.

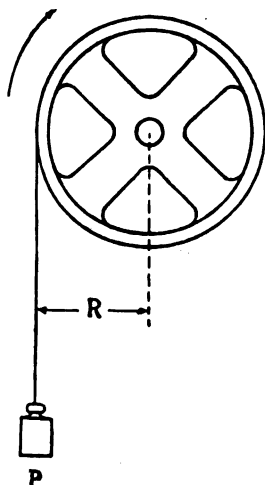


Fig. 1.

Momento de torsión = $P \times R$.

Se distingue el momento de torsión normal, que el motor desarrolla á su carga normal, el momento de torsión máximo que es el mas elevado que pueda desarrollar marchando con sobrecarga, y el momento de torsión de arranque que el motor puede desarrollar, en el periodo de arranque. El momento de torsión normal se calcula según la fórmula:

$$M = 716 \times \frac{N}{n}.$$

Designando con N = la potencia normal del motor en H. P. y con n = el número de revoluciones por minuto á esta potencia.

Momento de torsión normal de los motores.

A la velocidad en r. p. m.	A la potencia normal en H. P.									
	1 H. P. kgm.	2 H. P. kgm.	3 H. P. kgm.	4 H. P. kgm.	5 H. P. kgm.	6 H. P. kgm.	7 H. P. kgm.	8 H. P. kgm.	9 H. P. kgm.	10 H. P. kgm.
700	1·00	2·0	3·0	4·1	5·1	6·1	7·1	8·2	9·2	10·2
800	0·90	1·8	2·7	3·6	4·5	5·4	6·3	7·2	8·1	9·0
900	0·80	1·6	2·4	3·2	4·0	4·8	5·6	6·4	7·2	8·0
1000	0·70	1·4	2·2	2·9	3·6	4·3	5·0	5·8	6·5	7·2
1200	0·60	1·2	1·8	2·4	3·0	3·6	4·2	4·8	5·4	6·0
1400	0·50	1·0	1·5	2·0	2·6	3·1	3·6	4·1	4·6	5·1
1600	0·45	0·9	1·4	1·8	2·3	2·7	3·1	3·6	4·1	4·5
1800	0·40	0·8	1·2	1·6	2·0	2·4	2·8	3·2	3·6	4·0
2000	0·35	0·7	1·1	1·4	1·8	2·2	2·6	2·9	3·1	3·6
2500	0·30	0·6	0·9	1·2	1·5	1·7	2·0	2·3	2·6	2·9

El momento de torsión máximo y el momento de torsión de arranque se indican generalmente en tanto % del momento de torsión normal. (Indicaciones para los diferentes tipos de motores las contienen los catálogos.)

El momento de torsión de arranque necesario, es decir el momento de torsión que el motor tiene que desarrollar para poner en movimiento la máquina accionada por él, es en la práctica en ciertos casos menor que el momento de torsión normal (arranque en vacío p. e. de un motor con polea fija y loca); en otros casos igual al momento de torsión normal, (arranque con poca carga p. e. en el accionamiento de transmisiones); y en algunos casos es mayor que él, (arranque á plena carga p. e. accionamiento de una máquina-herramienta por un motor especial).

Corriente de arranque.

La toma de corriente de un motor que es puesto en movimiento por medio de un reostato de arranque, está en proporción aproximada con el momento de torsión de arranque necesario.

Para el arranque en vacío la toma de corriente es poco más ó menos igual á la del servicio normal. Para el arranque con poca carga la toma de corriente es aproximadamente igual al gasto normal multiplicado por 1.3.

Para el arranque á plena carga es necesaria una toma de corriente doble de la normal.

Los motores trifásicos con inducido en circuito corto tienen una corriente de arranque más elevada, aunque se empleen reostatos de arranque.

La corriente de arranque en general depende principalmente de la elección del aparato de arranque, y de la duración del periodo de arranque. Los motores pequeños hasta de 1 kilovatio pueden ser puestos en marcha en 5 segundos, los mayores necesitan más tiempo. Los motores de 100 kilovatios prox. necesitan un periodo de arranque de 30 segundos. Si hay que poner en movimiento masas grandes p. e. piedras de afilar ó máquinas centrífugas es preciso prolongar todavía más el periodo de arranque. Cuanto menos es el tiempo de ser puesto en movimiento el motor, tanto mayor es la corriente de arranque. Por la tanto hay que elegir los reostatos de arranque según las condiciones del servicio y manejarlos con precaución (Instrucciones se encuentran en el catálogo).

Los pequeños motores de corriente continua y los motores trifásicos con inducido en circuito corto que se conectan directamente por medio del interruptor y sin empleo de un reostato, toman en el momento de la inserción una intensidad de corriente mucho mayor, que puede ser de 5 á 7 veces la normal. La corriente de arranque de los motores trifásicos puede reducirse al valor de 2 á 2.5 veces la normal, empleando el conmutador de estrella-triángulo. La duración de la sobre-intensidad depende de la carga del motor durante el periodo de arranque. Por este motivo los motores con inducido en circuito corto generalmente se ponen en marcha sin ó con poca carga. Los motores con conmutador de estrella-triángulo se deben poner en movimiento con poca carga, porque con el acoplamiento en estrella para el arranque no desarrollan más que de $\frac{1}{2}$ á $\frac{3}{4}$ del momento de torsión normal.

Velocidad.

La velocidad angular de los motores de corriente continua depende de la construcción de la máquina y de la tensión. Al aumentar la tensión aumenta la velocidad; pero también á tensión constante se puede elevar la velocidad por medio de reostatos de regulación. En los motores de corriente continua por consiguiente se puede obtener casi cualquier velocidad, en cuanto no esté limitada por la construcción del motor.

La velocidad de los motores trifásicos en cambio tiene una regulación muy limitada. Está determinada por la construcción y la frecuencia aplicada; solo motores de construcciones especiales se pueden regular á manera de los de corriente continua. Los motores trifásicos con la frecuencia hoy día adoptada de 50 periodos desarrollan al marchar en vacío una velocidad de 3000, 1500, 1000, 750, 600, 500, etc. revoluciones por minuto, independiente del tamaño del motor y la tensión de trabajo. A plena carga la velocidad es menor y representa aproximadamente 2850, 1420, 960, 720, 560, 470, etc. revoluciones por minuto.

Sobrecarga.

La potencia de un motor se basa en la temperatura que adquiere durante su funcionamiento.

Los motores normales estan calculados para un servicio continuo, es decir que pueden desarrollar la potencia para la cual han sido contruidos durante cualquier tiempo sin que la temperatura en el interior de la máquina exceda del límite admisible.

Los motores se pueden calcular también para un servicio periodico de poca duración ó para un servicio intermitente. En este caso pueden desarrollar una potencia mayor que la normal, pero solo durante el tiempo indicado en la placa de constantes y características, p. e. 30 minutos, 60 minutos, etc. Dentro este tiempo la temperatura de la máquina no pasará del límite admisible pero tampoco está permitido hacer funcionar estos motores por mayor lapso de tiempo aun con carga menor.

También en el servicio normal de los motores se pueden admitir sobrecargas. Estas pueden representar:

- el 40 % de la potencia normal, si la sobrecarga no dura mas de tres minutos;

- el 25 % de la potencia normal, si la sobrecarga no dura mas de media hora.

Esto con la limitación de que la sobrecarga se verifique á una temperatura de la máquina tal que no se exceda de las temperaturas máximas admisibles. El aumento de temperatura de las máquinas se mide durante el funcionamiento á carga normal; si son para servicio continuo, cuando la temperatura haya alcanzado un valor aproximadamente constante, despues de un funcionamiento durante 10 horas como máximo; si son para servicio intermitente de poca duración, despues de transcurrido el tiempo ó periodo de servicio indicado en la placa, habiendose comenzado la carga en frío. (Temperatura del ambiente.)

Varias piezas de la máquina adquieren la temperatura máxima aun en el caso de marchar el motor en vacío ó con poca carga. Si por consiguiente en una máquina que marcha con poca carga se miden temperaturas que se aproximen mucho á las temperaturas máximas, no se pueden suponer por eso una construcción mal calculada ó un defecto de la máquina.

Las temperaturas de las bobinas inductoras excitadas por corriente continua, y de todos los arrollamientos fijos se determinan por el aumento de resistencia. También se pueden medir con el termómetro como las demás piezas integrantes de la máquina.

El termómetro ha de aplicarse á las piezas de la máquina que son susceptibles de adquirir las mayores temperaturas. Para obtener una medida exacta se envuelve el depósito del termómetro en papel de estaño para adaptarlo lo mas próximo á la pieza de la máquina, cuya temperatura se quiere averiguar. Para evitar la pérdida de calor, se cubren ambas cosas con un mal conductor de calor (hilas de limpiar secas, algodón en rama, etc.). Además se sujeta el termómetro de tal manera que durante el funcionamiento de la máquina no pueda salir de su sitio. En estas medidas pueden resultar los valores máximos siguientes:

Temperaturas máximas admisibles para las máquinas eléctricas.

Pieza de la máquina	Aumento máximo de temperatura centígrados	Temperatura máxima centígrados
a) Arrollamientos fijos de las máquinas de continua con aislamiento de algodón sin impregnar . .	50	85
con aislamiento de algodón impregnado en papel	60	95
con aislamiento de algodón impregnado y papel aceitado	70	105
con aislamiento de algodón esmalte, amianto, mica, etc.	80	115
b) Arrollamiento de rotor y arrollamientos de las máquinas de corriente alterna alojados en ranuras con aislamiento de algodón sin impregnar . .	40	75
con aislamiento de algodón impregnado . . .	50	85
con aislamiento con pasta de relleno dentro de las ranuras ó papel	60	95
con aislamiento de esmalte, amianto, mica . .	80	115
c) En los colectores	55	90
d) Piezas de hierro de los motores y generatrices en las cuales estan alojados los arrollamientos y anillos rozantes: según el aislamiento de los arrollamientos ó de los anillos, los correspondientes valores de a)		
e) En los cojinetes	45	80

Las temperaturas máximas admisibles se han establecido bajo la suposición, de que la temperatura del ambiente no pase de 35°. Como temperatura de ambiente se considera el valor medio de la temperatura del aire, á la altura del centro de la máquina, y á la distancia de 1 m. próximamente de ella.

Motores de corriente continua.

Cuando una máquina se desmonta para hacer una reparación, hay que tener cuidado de que se puedan restablecer las conexiones de los arrollamientos exactamente igual á su posición primitiva. Por esto se recomienda marcar con cuidado los extremos de los hilos.

Al volver á montar la máquina y al comprobar las conexiones hay que tener presente:

El curso de la corriente principal debe ser: red exterior—arrollamiento compound polos auxiliares—inducido—red.

La polaridad de los polos auxiliares debe ser tal que á un polo norte principal siga en el sentido de la rotación un polo norte auxiliar, si se trata de un motor, y un polo sur auxiliar, si es de una dinamo, fig. 2.

La comprobación de las conexiones se hace por medio de una brujula.

Antes de poner en marcha el motor hay que fijarse que el reostato de arranque marque "aus". Entonces se puede cerrar el interruptor principal. La corriente se inserta moviendo lentamente la palanca del reostato hasta que esté en su posición final. En cuanto á la duración del arranque vease la pág. 156. La parada se hace girando la manivela rápidamente á su posición inicial y abriendo el interruptor.

Ajuste del puente de escobillas en las máquinas de corriente continua, tipo NH 80—700.

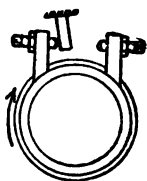


Fig. 3.

Para los motores en derivación que han de girar en un sentido. Las flechas indican el sentido de la rotación.

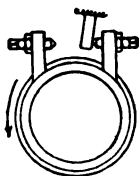


Fig. 4.

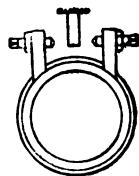


Fig. 5.

Para los motores en derivación que han de girar en ambos sentidos alternativamente; además para los motores en serie y compound y para dinamos.

Antes de usar escobillas nuevas hay que ajustarlas al colector con gran esmero, observando las instrucciones del folleto que acompaña al motor. El decalaje de las escobillas es asegurado por medio de topes en el soporte del cojinete y por tornillos de ajuste en el puente de escobillas. En los motores de los tipos HN 4—60 el decalaje de las escobillas es igual para la marcha á derecha ó á izquierda. No se debe cambiar nada

en la posición del puente. En los demás tipos HIN hay que darles el mayor decalaje posible en el sentido de la rotación, es decir, hasta que el tornillo se apoye en el tope (Véanse las figuras 3 y 4). Las flechas indican el sentido de la rotación. Para los motores que han de girar en ambos sentidos, y lo mismo para los motores compound y en serie y en las dinamos se ajustan los puentes según la figura 5 y no se modifica su posición.

La conservación de los cojinetes es de suma importancia para mantener la máquina en buen estado. Por lo tanto se seguirán rigurosamente las instrucciones de manejo que acompañan á las máquinas. La correa de transmisión no debe tener demasiada tensión porque esto aumentaría el desgaste de los cojinetes. El desgaste tolerable no representa mas que algunas decimas de milímetro. Si los cojinetes se desgastan demasiado, el inducido puede rozar las piezas polares y hacer peligrar los arrollamientos.

Por este motivo hay que examinar de tiempo en tiempo el desgaste de los cojinetes. Es mas razonable reponer los cojinetes desgastados á su debido tiempo, que de exponer los devanados al peligro de rozarse.

Motores trifásicos.

El sentido de rotación de un motor trifásico no se puede prever. Si no gira en la dirección requerida, se cambian en el bornes del interruptor dos fases cualquiera para invertir la marcha.

Si una máquina se desmonta para efectos de reparación ó revisión, hay que tener cuidado de que las conexiones de los arrollamientos se puedan establecer de igual manera que estaban antes de desmontar la máquina. Para este objeto es necesario señalar los hilos con las letras que llevan las bornas á las cuales estaban unidos.

Los motores trifásicos se insertan en la red siempre de manera que las fases se unan á las bornas del motor que están señaladas con U, V y W. Las otras tres bornas señaladas con X, Y y Z se pueden conectar de dos modos diferentes. Uniendo entre si las tres, se establece el montaje en estrella. Si al encargar el motor no se manifiestan deseos especiales, se suministra siempre con este montaje. Los motores se construyen para tensiones de 110, 190, 220, 380 y 500 voltios.

Si en cambio se conecta

	la borna X con la W,
" "	Y " " U,
" "	Z " " V,

se establece el montaje en triángulo. Esta conexión se emplea generalmente para los motores con rotor en corto que se ponen en marcha con ayuda de un conmutador de estrella-triángulo.

Los motores que con montaje en estrella necesitan una tensión de 190 voltios, se pueden emplear para 110 voltios, montados en triángulo. De manera análoga sirven los motores para 380 voltios, después de ponerlos en conexión en triángulo para la tensión de 220 voltios.

Si los motores para 190 ó 380 voltios han de ser puestos en movimiento por medio de un conmutador de estrella-triángulo tienen que ser contruidos para este efecto, es decir con montaje en triángulo para el servicio normal. Respecto á la elección de los conmutadores y reostatos de arranque consúltese el catálogo.

El arranque de los motores con inducido en corto se verifica por regla general directamente con el interruptor de palanca. En este caso hay que calcular los cortacircuitos tan fuertes que soporten la sobreintensidad de la corriente de arranque, pero entonces ya no sirven para proteger el motor. Por esta causa es conveniente emplear dispositivos de protección especiales, No. 39132—39, ó conectadores que durante el periodo de arranque ponen fuera de circuito los fusibles. Una disminución de la sobrecarga de intensidad durante el periodo de arranque se consigue empleando los de arranque primario de estator ó los conmutadores de estrella-triángulo. Los conmutadores de estrella-triángulo Pl. No. 36653 están provistos además de cortacircuitos fusibles que son puestos en corto durante el periodo de arranque.

En el arranque de los motores con anillos rozantes en rotor se agrega al manejo del interruptor el del aparato de arranque, y para los motores con anillos rozantes para arranque, también el manejo del levanta-escobillas, lo que se ejecuta por un orden determinado. Antes de insertar la corriente hay que asegurarse de que las escobillas estén puestas en los anillos y el reostato de arranque en su posición inicial. Después se accionan los aparatos por el orden siguiente:

1. cerrar el interruptor;
2. mover la palanca del reostato lentamente hasta su posición final. (Referente á la duración del arranque vease la página 156.)
3. levantar las escobillas.

Al parar el motor se procede por el orden contrario:

1. poner las escobillas;
2. mover la palanca rápidamente á su posición inicial;
3. abrir el interruptor principal.

En los controlers con interruptor de campo y con desconectador automatico de seguridad máxima y mínima, los interruptores de campo ó los conectadores de seguridad hacen las veces de los interruptores. Estos están conectados en serie forzosa y no hay mas que dos manipulaciones.

Arranque:

1. Accionar la palanca con lentitud,
2. levantar las escobillas.

Parada:

1. Poner las escobillas,
2. retroceder la palanca con rapidez.

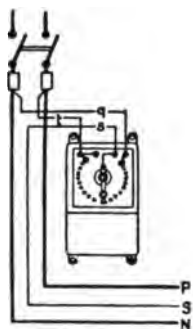
Las escobillas del motor deben manejarse con cuidado y estar bien rectificadas á la forma del colector antes de ser usadas. Obsérvense las instrucciones de manipulación que se acompañan á los motores.

Los motores trifásicos se pueden emplear también con aparato de arranque unido al motor. El manejo propio de estos motores está garantizado por la construcción. Una manipulación falsa es imposible.

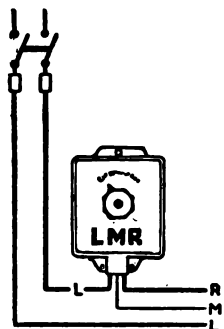
La conservación de los cojinetes es de suma importancia para mantener las máquinas en buen estado, debiéndose seguirse al pie de la letra las instrucciones de manejo que acompañan á las máquinas. Las correas no deben estar demasiado tirante, porque producirían el rápido desgaste de los cojinetes.

El desgaste de cojinetes admisible es solo algunas decimas de milímetro, caso de presentarse mayor desgaste hay el peligro de que el rotor tropiece con los poios, deteriorandose los arrollamientos. Por eso debe de comprobarse de vez en cuando el desgaste. Es mejor sustituir á tiempo los casquillos de los cojinetes que exponerse á los peligros mencionados.

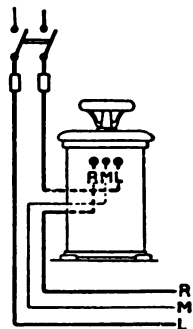
Conexiones de los motores de corriente



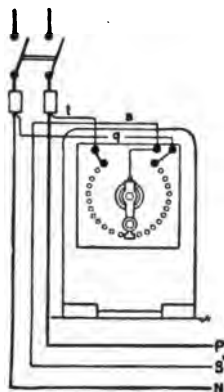
Regulador de campo para dinamos pequeñas



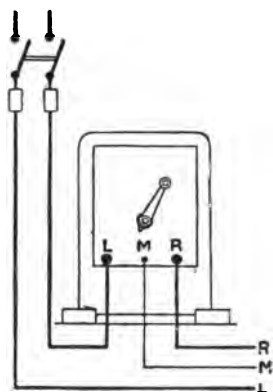
Reostato de arranque sencillo, modelo para colgar



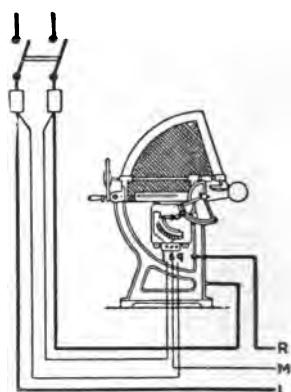
Reostato de arranque con aceite, modelo vertical



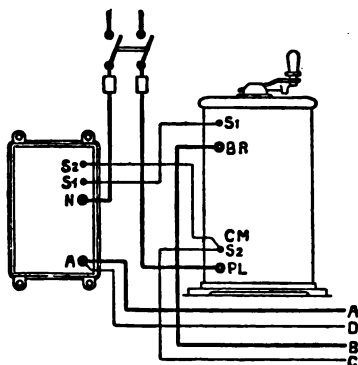
Regulador de campo para dinamos grandes



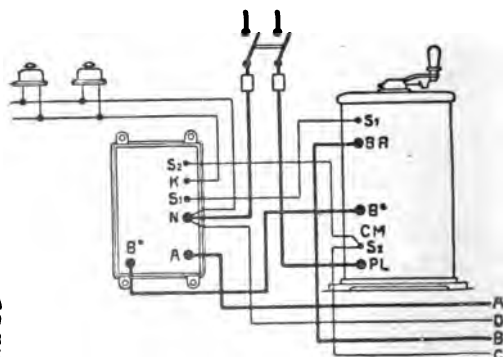
Reostato de arranque sencillo, modelo vertical



Reostato de arranque de resistencia liquida con interruptor de campo

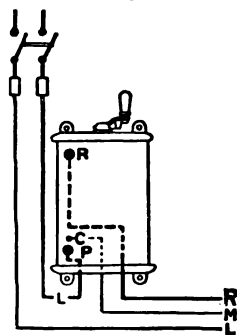


Controlers con desconectador automatico de seguridad, para sobrecarga y mínima



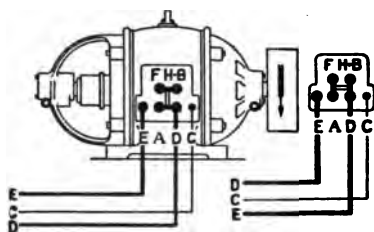
Controler con desconectador automatico de seguridad, para mínima, máxima y freno accionado á distancia.

continua y de los reostatos de arranque.

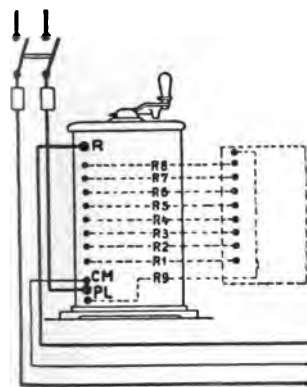


Controler sencillo, tipo H

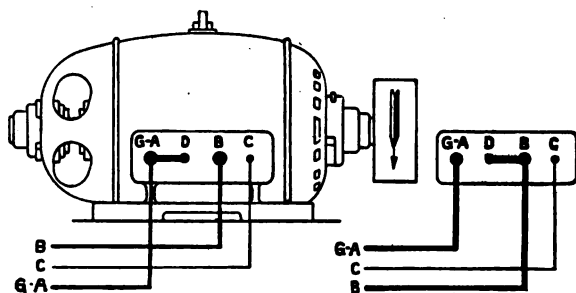
Usando la máquina como dinamo, se conectan entre si las bornas E y F



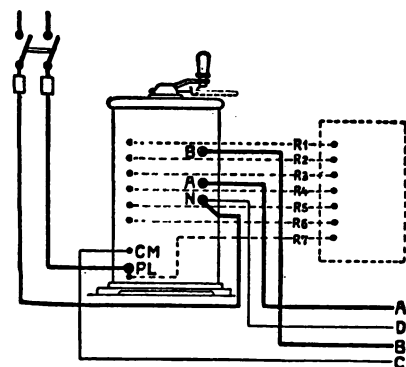
Motores de corriente continua, tipo HN 50—60
para marcha á izquierda para marcha á derecha



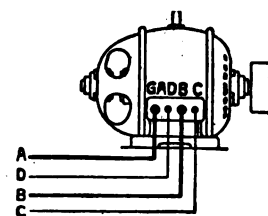
Controler, tipo S, con resistencias separadas para regulación de la velocidad



Motores de corriente continua, tipo HN 80—700
para marcha á izquierda para marcha á derecha

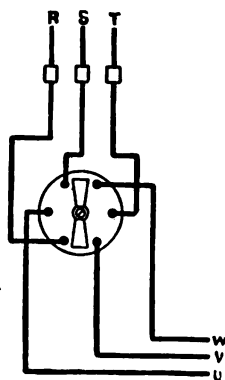


Controler con resistencias separadas para invertir la marcha

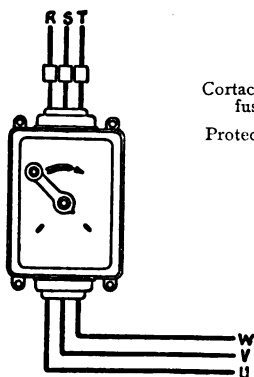


Motores de corriente continua
HN 80—700

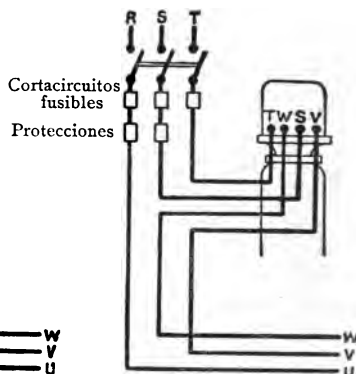
Conexiones de los motores trifásicos



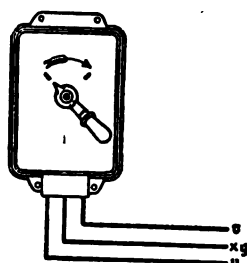
Desconectador tripolar



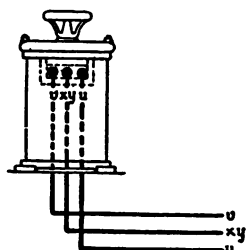
Reostato de arranque de estator



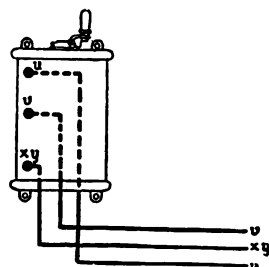
Regulador de presión automático



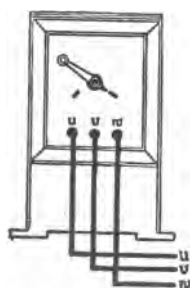
Reostato de arranque de rotor, modelo para colgar



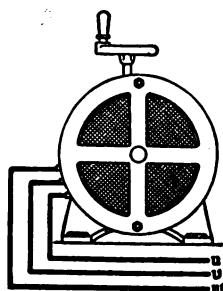
Reostato de arranque con aceite, modelo vertical



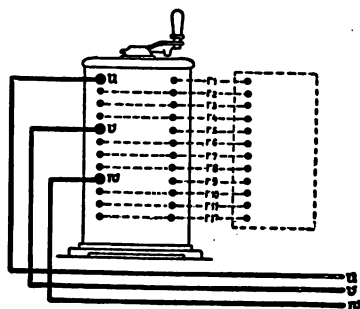
Controler, tipo H



Reostato de arranque, modelo vertical

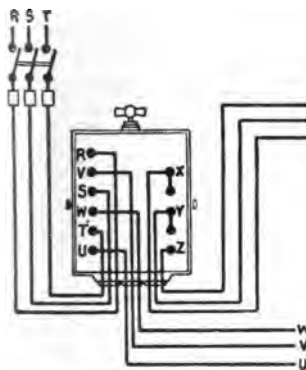


Reostato de arranque con resistencia líquida



Controler, tipo S para disminución de velocidad

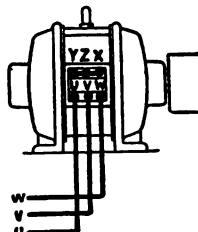
y de los aparatos de arranque.



Conmutador de estrella-triángulo

(Las conexiones X, Y y Z se omiten en los motores)

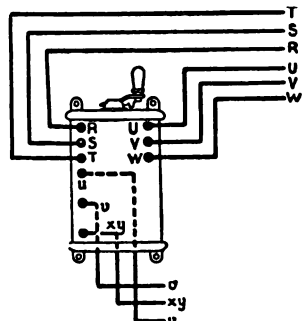
Montaje en estrella



Montaje en triángulo

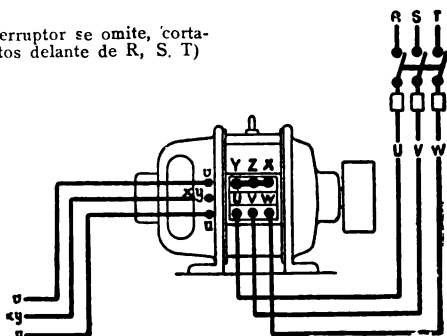


Motores trifásicos con inducido en corto

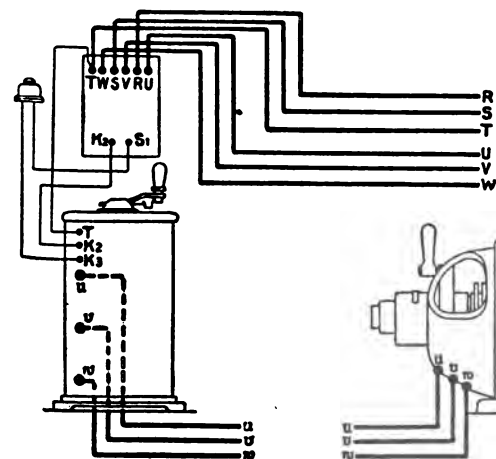


Controler con interruptor de estator

(El interruptor se omite, cortacircuitos delante de R, S, T)

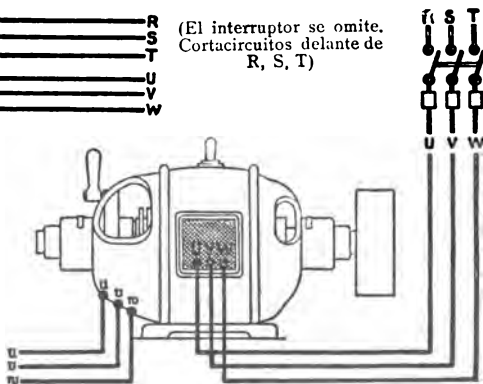


Motores trifásicos con inducido bifásico, con anillos rozantes



Controler con desconectador automatico de seguridad, de mínima, máxima y accionamiento á distancia

(El interruptor se omite. Cortacircuitos delante de R, S, T)



Motores trifásicos con inducido trifásico, con anillos rozantes

Instrucciones para poner en funcionamiento los electromotores, montados por primera vez ó despues de una reparación ó cambio de instalación.

Motores de corriente continua.

Se comprueba el aislamiento de los conductores que han de llevar la corriente al motor, á tierra y entre si. (Vease el capítulo „Medidas de aislamiento“.) Se conectan el motor y el aparato de arranque conforme al esquema de conexiones correspondiente (págs. 162, 163). Se eligen los cortáccircuitos en la intensidad nominal que corresponda á la sección de los conductores y á la corriente de trabajo que se prevea (Vease la placa de constantes y características del motor), según la tabla correspondiente de la pág. 47. Se examina el puente de escobillas referente al calaje. (Vease la pág. 159.)

Ahora se pone un pedazo de papel debajo de cada escobilla de modo que no tenga contacto con el colector, se cierran el interruptor y se ponen en corto las resistencias de arranque. Una lámpara de comprobación comunicada con dos portaescobillas consecutivas tiene que lucir bien. Un hierro p. e. una llave para tornillos debe ser atraída con rapidez por los electroimanes. Si no se presentan estas indicaciones hay que buscar y corregir el defecto que consistirá en una interrupción del conductor ó conexión falsa.

Si todo está en órden, se intercalan las resistencias y se abre el interruptor. Se quitan los papeles de las escobillas. El motor se pone en marcha según las indicaciones de la página 159. Ahora se pueden presentar las irregularidades siguientes:

I. Observación: Al arrancar el motor con carga, el aparato de arranque se calienta excesivamente. En los últimos contactos se nota gran sobrecarga ó se funden los cortáccircuitos.

Causa posible: El reostato de arranque es pequeño para la potencia de arranque del motor.

Corrección: Medir la corriente de arranque; disminuir la carga en el periodo de arranque. •

II. Observación: El motor presenta un calentamiento anormal.

Causa posible: Sobrecarga.

Corrección: Medir la carga con el amperímetro, disminuirla, instalar un motor de mayor potencia.

III. Observación: Los cojinetes se calientan anormalmente.

Causa posible: 1. La correa tiene demasiada tensión.

2. El motor está descentrado.

Corrección: 1. Disminuir la tensión de la correa, determinar si baja la temperatura.

2. Hacer marchar el motor en vacío y sin correa.

Si el recalentamiento continúa, aflojar los pernos de fundación, en caso necesario centrar los apoyos cojinetes interponiendo cuñas.

IV. Observación: El motor da chispas al ser cargado.

Causa posible: 1. Sobrecarga.

2. El puente de escobillas esta mal ajustado.

3. Falsa conexión de los polos auxiliares.

Corrección:

1. Comprobar la carga con el amperímetro, disminuirla, instalar un motor de mayor potencia.

2. En los motores sin polos auxiliares, si el puente de escobillas no es fijo, descalarlo en el sentido opuesto á la rotación. Los motores pequeños hasta 5 H. P. prox. con polos auxiliares tienen igual posición de escobillas para ambos sentidos de giro. En los motores mayores con polos auxiliares hay que decalar las escobillas en el sentido de la rotación.

3. Comprobar las conexiones de los polos auxiliares con la brújula, según la fig. 2, página 159, en caso necesario corregir las conexiones (Precaución).

V. Observación: El motor gira en dirección falsa.

Arreglo:

Cambiar una conexión, conforme al esquema correspondiente de la pág. 163, cambiar los conductores principales.

Motores trifásicos.

Se comprueba el aislamiento de los conductores que han de llevar la corriente al motor entre si y á tierra. (Vease el capítulo „Medidas de aislamiento“.) Se conectan el motor y el aparato de arranque conforme al esquema correspondiente de las páginas: 164—165. Se determina la corriente de arranque; para los motores con rotor en corto representa aproximadamente 6 veces la corriente de trabajo, indicada en la placa; para los motores con anillos rozantes es casi igual á ella. Se eligen los cortacircuitos con razon á la corriente de arranque, asegurandose que los conductores tengan la sección correspondiente á esta intensidad. Esto basandose en la tabla correspondiente de la página 47. Se examina si el motor está bien montado en la conexión deseada estrella ó triangulo. En los motores con anillos rozantes, las escobillas tienen que estar puestas en los anillos y el aparato de arranque en su posición inicial. Entonces se cierra el interruptor. El motor debe producir un ruido suave y uniforme. Con la lámpara de comprobación se averigua en las bornas U, V y W, si las tres fases estan con tensión. Al unir las lámparas con las bornas del aparato de arranque u, v, w ó u, x/y, v tiene que encenderse y lucir si está intercalada.

1. entre la borna izquierda y la media, con luz debil,

2. entre la borna derecha y la media, con luz debil,

3. entre la borna derecha y la izquierda luz mas fuerte.

Si no se presentan estas indicaciones, hay que buscar el defecto, que consistira en una interrupción del conductor ó conexión falsa, ó que las escobillas no hacen buen contacto con los anillos.

Si todo está en orden, el motor se pone en marcha según las indicaciones de la pág. 160. Ahora se pueden presentar las irregularidades siguientes:

- I. Observación: Al arrancar el motor con carga, el reostato de arranque se calienta excesivamente. En los últimos contactos se nota gran sobrecarga instantánea, ó se funden los cortacircuitos.
- Causa posible: El reostato de arranque es pequeño para la potencia de arranque ó no es á propósito para el motor ó el anillo central no está conectado con la borna central del aparato de arranque.
- Corrección: Medir la intensidad de la corriente de arranque, elegir un reostato de arranque adecuado, conectar bien el aparato de arranque, disminuir la carga durante el arranque.
-
- II. Observación: El motor acusa un recalentamiento anormal.
- Causa posible: Sobrecarga.
- Corrección: Medir la carga con el amperímetro, disminuirla, montar un motor de mas potencia.
-
- III. Observación: Los cojinetes se calientan anormalmente.
- Causa posible: 1. La correa tiene demasiada tensión.
2. El motor está descentrado.
- Corrección: 1. Aflojar la correa, determinar si baja la temperatura.
2. Hacer marchar el motor en vacío y sin correa. Si el recalentamiento continua, aflojar los pernos de fundación, en caso necesario centrar los apoyos cojinetes interponiendo cuñas.
-
- IV. Observación: El motor toma una corriente excesiva al marchar en vacío, el arrollamiento de estator se recalienta enseguida aún al marchar en vacío.
- Causa posible: El estator está acoplado en triángulo en vez de estar en estrella.
- Corrección: Medir la tensión entre los anillos rozantes. Caso de presentar 1·7 veces el valor que marca la placa, conectar bien el estator.
-
- V. Observación: El motor arranca con dificultad. Al cargarlo disminuye la velocidad.
- Causa posible: 1. El motor está destinado para conexión en triángulo, y se ha conectado en estrella el estator.
2. La tensión es demasiado baja.
- Corrección: 1. Conectar bien el estator. Medir la tensión en el motor, determinar si la caída de voltaje en la red es demasiado grande, avisar la central.
-
- VI. Observación: El motor gira en dirección falsa.
- Corrección: Se cambian de las bornas los conductores U y V, ó se cambian dos fases en el interruptor.

Instrucciones para corregir las averías de los motores que hasta la aparición de la avería estaban en servicio normal.

Motores de corriente continua.

- I. Observación: El motor no arranca.
Causa posible: 1. Interrupción en la línea, p. e. un cortacircuitos se ha fundido.
2. El reostato de arranque se ha quemado.
3. Las escobillas están agarradas á los portaescobillas por causa de suciedad y no se apoyan en el colector.
Corrección: 1. Revisar los cortacircuitos y reponer los tapones, etc. fundidos, quitar las escobillas del colector, insertar la corriente, comprobar con la lámpara, si las bornas del motor tienen la tensión normal, en caso necesario reparar el conductor defectuoso.
2. Comprobar los contactos del aparato de arranque con el galvanoscopio ó con la lámpara, reponer el aparato si tiene una rotura.
3. Limpiar el portaescobillas para que las escobillas se puedan mover con facilidad y apoyarse en el colector.
-
- II. Observación: El motor arranca con un choque después de girar la manivela hasta cierto punto, la placa de contacto está quemada en este sitio.
Causa posible: El reostato tiene una rotura en este sitio.
Corrección: Comprobar los contactos del reostato con el galvanoscopio ó con la lámpara; reponer el reostato ó poner en corto la parte rota.
-
- III. Observación: El motor arranca con dificultad; el reostato se recalienta, los cortacircuitos se funden.
Causa posible: 1. Los conductores entre el reostato de arranque y el motor están en corto circuito ó tienen pérdida á tierra.
2. El motor está en corto con la masa de hierro del motor.
3. El circuito magnético tiene interrupción.
4. El puente de escobillas tiene un decalaje falso.
Corrección: 1. Quitar los hilos de la placa de bornas del motor. Comprobar el aislamiento de los conductores entre sí y á tierra. (Vease „Medidas de aislamiento“.) Corregir el defecto.
2. Quitar los hilos de las placas de bornas del motor, levantar las escobillas del colector, comprobar con el galvanoscopio ó la lámpara el aislamiento de los electroimanes, inducido y las varillas de los portaescobillas respecto al hierro. Si hay un defecto de aislamiento hace falta una reparación.

3. Meter papeles entre las escobillas y el colector; insertar la corriente. Comprobar el magnetismo de los electroimanes con un pedazo de hierro. (Vease las instrucciones para poner en funcionamiento.)
4. Ajustar el puente de escobillas según la marca. Si no está señalado el decalaje propio, averiguarlo por tanteo. Si las conexiones del arrollamiento están descubiertas, el calaje de las escobillas (línea neutra) se encuentra de la manera siguiente:
Se sigue la conexión de una bobina que está entre dos polos principales y se pone la escobilla en la delga á la cual va soldada dicha conexión.

IV. Observación: El motor da grandes chispas al cargarlo. El colector se pone negro en toda la superficie.

- Causa posible:
1. El aislamiento sobresale del nivel de las delgas.
 2. El material de las escobillas no es adecuado.
 3. El colector no está perfectamente cilíndrico.
 4. Los cojinetes están desgastados.
 5. Algunos de los portaescobillas se han aflojado y rozan el colector en intervalos desiguales.
 6. El motor sufre fuertes trepidaciones.
 7. Una ó algunas bobinas tienen espiras en corto.

- Corrección:
1. Examinar el colector por si sobresale el aislamiento; lijarlo con tela de lija aspera (carburo), ó rasparlo con un rasquete.
 2. Las escobillas de carbón son demasiado duras ó blandas, pedir carbones de recambio á la casa constructora del motor.
 3. Darle una pasada en el torno al colector.
 4. Examinar los cojinetes, determinar si el árbol tiene juego en el sentido vertical ó en el de la tracción de la correa. En la cara del colector levantar el árbol con un hierro ó destornillador, para determinar si tiene juego; si es así, reponer los casquillos de los cojinetes.
 5. Determinar si las escobillas puestas en el colector lo dividen simétricamente en caso contrario ajustar bien los carbones.
 6. Examinar si los pernos de fundación están apretados; si el motor sin correa marcha sin trepidación. Examinar la unión de la correa por si no está bien empalmada.
 7. Descubrir las conexiones de las bobinas inductoras, insertar el inductor, medir la tensión de cada bobina: las diferencias no deben ser mas del 10%; la bobina defectuosa (la que acusa una tensión demasiado baja) se repone.

- V. Observación: Algunas de las escobillas dan grandes chispas y se recalientan, mientras otras permanecen frias.
 Causa posible: Se han puesto diferentes clases de carbones en los portaescobillas.
 Corrección: Examinar las escobillas, quitar las de diferente marca y sustituirlas con carbones de igual clase.
-
- VI. Observación: El motor da grandes chispas, y en algunas delgas se quema el aislamiento.
 Causa posible: Interrupción en el arrollamiento del inducido.
 Corrección: Averiguar si se han desoldado algunas de las conexiones, o si un hilo se ha roto detras de la lámina terminal. Antes de corregir el defecto hay que averiguar si las delgas cuyo aislamiento se ha quemado están en contacto. Si en el colector no se observa interrupción ninguna, está en el arrollamiento.
-
- VII. Observación: El motor da chispas y el colector se pone negro en partes.
 Causa posible: 1. Mal contacto entre el arrollamiento y las láminas terminales ó las delgas.
 2. Mal contacto entre las delgas y las láminas terminales.
 3. Si las conexiones están atornilladas al colector, se han aflojado algunos tornillos.
 Corrección: 1. Averiguar por medio de un hierro puntiagudo, si en los sitios en cuestión las conexiones se mueven en los terminales, soldarlas en este caso.
 2. Averiguar por medio de golpes ligeros si las láminas terminales están fijas en las delgas; si se mueven hace falta una reparación.
 3. Examinar los tornillos apretar los que se hayan aflojado.
-
- VIII. Observación: El motor toma una corriente excesiva; algunas bobinas del inducido se calientan en poco tiempo.
 Causa posible: Corto circuito entre algunas bobinas en el colector.
 Corrección: Averiguar si el contacto está en la superficie de las delgas. En caso contrario el aislamiento es defectuoso y hará falta una reparación.
-
- IX. Observación: El motor arranca á golpes, tomando mucha corriente.
 Causa posible: Algunas bobinas del inducido están en corto circuito reciproco.
 Corrección: Se levantan las escobillas, se inserta la corriente excitando bien los inductores. Se hace girar el inducido con la mano. Si existe un corto circuito en el arrollamiento, el inducido se moverá con dificultad en dos posiciones. Reparación indispensable.
-
- X. Observación: Todo el inducido se recalienta anormalmente.
 Causa posible: Sobrecarga.
 Corrección: Comprobar la carga con el amperimetro. Averiguar la causa de la sobrecarga en las máquinas impulsadas y corregirla.

Motores trifásicos.

I. Observación: El motor no arranca.

Causa posible: 1. Interrupción en la línea, p. e. uno ó mas cortacircuitos se han fundido.
2. Interrupción en el circuito del rotor.
3. Interrupción en el circuito del estator.

Corrección: 1. Revisar los cortacircuitos y reponer los tapones, etc. fundidos.
2. Medir las tensiones en la placa de bornas del motor y en el interruptor. (Vease „Instrucciones para poner en funcionamiento“.)
3. Comprobar el contacto de las escobillas, ajustarlas bien, comprobar los contactos entre el aparato de arranque y la placa de bornas del motor; averiguar si hacen buen contacto las escobillas colectoras del reostato; además, si hay rotura en alguna resistencia. Reparar la interrupción. Si la interrupción está dentro del rotor, hace falta una reparación.

II. Observación: El motor arranca con un choque, después de girar la manivela hasta cierto punto, la placa de contacto está quemada en este sitio.

Causa posible: El reostato tiene una rotura en este sitio.

Corrección: Comprobar los contactos del reostato con el galvanoscopio ó con la lámpara, reponer el reostato ó poner en corto la parte rota.

III. Observación: El motor arranca con dificultad, al cargarlo disminuye mucho la velocidad.

Causa posible: Interrupción en alguna fase del rotor.

Corrección: Comprobar por medio de la lámpara si los tres anillos rozantes tienen tensión; revisar y ajustar la presión de las escobillas; comprobar los contactos entre el reostato y la placa de bornas del motor; examinar si las escobillas colectoras del reostato hacen buen contacto, además si hay interrupción en alguna resistencia. Reparar la rotura ó reponer el aparato de arranque.

IV. Observación: El motor arranca con dificultad, produce un ruido fuerte durante el arranque y se recalienta pronto.

Causa posible: Los cojinetes están desgastados, el rotor roza contra el estator.

Corrección: Examinar los cojinetes, averiguar si el árbol tiene movimiento en el sentido vertical ó en el de la tracción de la correa. En la cara de los anillos rozantes levantar el eje con un hierro ó destornillador para determinar si tiene movimiento; si es así, reponer los casquillos de los cojinetes.

V. Observación: Al insertar la corriente se funden uno ó mas cortacircuitos.

- Causa posible:**
1. Los conductores entre el interruptor y el motor están en corto circuito.
 2. Los conductores entre el reostato y el motor ó dos portaescobillas están en corto circuito.
 3. Dos fases del arrollamiento del estator están en corto circuito entre si ó con hierro.
 4. Los anillos rozantes ó los arrollamientos del rotor están en corto circuito.

- Corrección:**
1. Quitar los conductores de la placa de bornas del motor. Comprobar el aislamiento de los conductores entre si. Corregir el defecto.
 2. Quitar de las bornas del aparato de arranque los hilos que van al motor. Separar las escobillas de los anillos rozantes, poniendo debajo papeles ó tablitass, ensayar el aislamiento de los conductores entre si. Corregir el defecto.
 3. Quitar los conductores de la placa de bornas del motor, quitar las conexiones. Ensayar las fases del estator entre si y al hierro. Un corto circuito en el arrollamiento hace indispensable una reparación.
 4. Levantar las escobillas de los anillos rozantes. Quitar la correa de la polea. Insertar el estator. El motor arranca ahora en vacío. Reparación indispensable casi siempre.

VI. Observación: El motor produce un ruido fuerte y toma una corriente excesiva.

Causa posible: Una fase del arrollamiento del estator tiene un corto circuito interior.

Corrección: Tocando el arrollamiento con la mano se determina si hay un calentamiento desigual del arrollamiento. Las espiras en corto se calientan mucho en poco tiempo. Hará falta una renovación del arrollamiento y una reparación.

VII. Observación: La aguja del amperímetro intercalada en la línea del motor oscila continuamente, siendo constante la carga.

Causa posible: Mal contacto en el circuito del rotor.

Corrección: Apretar los tornillos de las bornas. Examinar si hacen buen contacto las escobillas colectoras del aparato de arranque. Si el motor tiene levantaescobillas, se examina la comunicación entre la pieza de corto y el anillo de arranque y se restablece el contacto con cuidado.

VIII. Observación: El motor se calienta anormalmente.

Causa posible: Sobrecarga.

Corrección: Comprobar la carga con el amperímetro. En caso de sobrecarga examinar la máquina impulsada. Corregir la causa de la sobrecarga.

En los motores trifásicos con inducido en corto pueden presentarse además los defectos siguientes.

IX. Observación: Al poner en marcha el motor con el conmutador de estrella-triángulo, no arranca si está conectado en estrella.

Causa posible: Las uñetas de contacto del conmutador tienen partes quemadas.

Corrección: Se examina el conmutador y se reponen las uñetas quemadas.

X. Observación: El motor arranca, si con el conmutador de estrella-triángulo se conecta en triángulo para trabajo; al cargarlo disminuye mucho la velocidad.

Causa posible: 1. Se han desoldado algunas barras de la jaula.
2. Carga excesiva.

Corrección: 1. Examinando el motor se encuentran partículas de estaño. Reparación indispensable.
2. Comprobar la carga con el amperímetro, disminuirla, montar un motor de más potencia.

Consumo aproximado de corriente

en amperios de los motores, por cada H. P. a carga plena.

Corriente continua					
Potencia del motor	110 volts.	220 volts.	440 volts.	500 volts.	
de 1 á 5 H. P.	8·8—8·2	4·4—4	2·2—2	1·9—1·8	
de 6 á 25 H. P.	7·8—7·7	3·8	1·9	1·66	
de 26 á 50 H. P.	7·6	3·8	1·9	1·66	
de 51 á 75 H. P.	7·4	3·7	1·86	1·62	
de 76 á 100 H. P.	7·4	3·68	1·84	1·61	
termino medio	8	4	2	1·8	
Corriente trifásica					
Potencia del motor	110 volts.	190 volts.	220 volts.	380 volts.	500 volts.
de 1 á 5 H. P.	5·75—5	3·3—2·8	2·87—2·5	1·4	1·28—1·1
de 6 á 25 H. P.	4·8	2·8	2·5	1·4	1·06
de 26 á 50 H. P.	4·58	2·76	2·44	1·38	1·05
de 51 á 75 H. P.	4·5	2·7	2·4	1·35	1·03
de 76 á 100 H. P.	4·45	2·70	2·38	1·33	1·02
termino medio	5	3	2·5	1·4	1·1
A 3000 voltios de corriente trifásica, 0·2 amp. prox. por H. P. A 6000 voltios trifásica, 0·1 amp. prox. por H. P.					

Transmisiones por correas.

La elección de la velocidad angular de los electromotores para transmisión por correa ha de hacerse tal que la **relación de transmisión**, es decir la proporción entre la velocidad angular mayor y la menor no sea demasiado grande. El valor admisible depende de la distancia entre los ejes de las poleas, de la disposición de la transmisión (horizontal, vertical, etc.) y en menor grado del sentido de la rotación (tracción por la parte inferior ó superior de la correa). De la elección de relación de transmisión trataremos mas adelante. Si resulta una polea inadmisibile por pequeña, hay que elegir un electromotor con una velocidad adecuada ó intercalar una **contramarcha de correa**. La velocidad de esta última no debia ser superior á 350 revoluciones por minuto. Todas las poleas deben ser ligeramente abombadas y bien equilibradas.

El cálculo de los diámetros se hace según la fórmula:

$$D = \frac{d \times n}{1.03 \times N} \text{ designandose con}$$

D = el diametro de la polea mayor (la de menor velocidad).

N = la velocidad en r. p. m. de la polea mayor.

d = el diametro de la polea menor (la de mayor velocidad).

n = la velocidad en r. p. m. de la polea menor.

La cifra 1.03 tiene en cuenta el deslizamiento de la correa (3 %), pero este valor no es muy constante; para transmisiones por correas de buenas condiciones es menor (del 1 al 2 %).

Para la calidad de una transmisión por correa hay que tener presente: 1. El diametro de la polea menor; 2. el arco abrazado por la correa de la polea menor que depende, a) de la separación de los ejes, b) de la proporción de los diámetros y c) de la disposición de la transmisión; 3. la tensión de la correa; 4. el empleo de un rodillo tensor; 5. el ancho de la correa.

1. El diametro de la polea menor.

Cuanto mayor es el diametro, tanto mejor es el tiro. En una polea pequeña la superficie de rozamiento (arco abrazado por la correa) es exigua, especialmente cuando la rigidez de la correa impide una adaptación completa á la polea. Además hay que tener presente que la fuerza á transmitir por unidad de superficie es tanto menor, cuanto mayor es la polea.

Diametro máximo y mínimo de polea en mm.

Revoluciones p. m.	Para transmitir una fuerza en H.P.													
	1/2		1		2		5		10		15		20	
	no debe ser		no debe ser		no debe ser		no debe ser		no debe ser		no debe ser		no debe ser	
	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor	menor	mayor
	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de
200	90	1725	110	1925	140	2125	200	2350	265	2500	340	2700	380	2850
300	80	1150	100	1250	125	1425	185	1575	255	1675	320	1800	360	1900
400	75	855	95	960	115	1060	170	1075	240	1250	300	1350	340	1420
750	65	460	80	500	100	570	145	730	200	670	245	720	275	760
1000	60	345	75	385	90	425	130	470	180	500	215	540	240	570
1250	55	275	70	310	80	340	120	375	160	400	185	430	220	460
1500	50	230	60	250	75	285	110	315	150	335	170	360	200	380

En ningun caso debe de elegirse el diametro de la polea del electromotor mas pequeño que el valor marcado en el catálogo como minimo admisible.

2. Cálculo del arco abrazado por la correa.

a) Distancia entre los ejes.

**Separación mínima admisible de los ejes en m.,
con relación al diámetro de las poleas.**

Diámetro de la polea menor en mm.	Diámetro de la polea mayor en mm.										
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
50	5·0	0·75	1·0	1·25	1·5	1·75	1·9	2·2	2·4	2·75	2·90
100	—	0·5	0·75	1·0	1·25	1·5	1·75	2·0	2·25	2·50	2·75
150	—	—	0·6	0·8	1·1	1·30	1·6	1·9	2·1	2·4	2·6
200	—	—	0·5	0·75	1·0	1·25	1·5	1·75	2·0	2·25	2·50
250	—	—	—	0·6	0·9	1·10	1·3	1·6	1·9	2·1	2·4
300	—	—	—	0·5	0·75	1·0	1·25	1·5	1·75	2·0	2·25
350	—	—	—	—	0·70	0·9	1·1	1·4	1·6	1·9	2·1
400	—	—	—	—	0·6	0·8	1·0	1·25	1·5	1·75	2·0
450	—	—	—	—	—	0·75	0·9	1·1	1·4	1·6	1·9
500	—	—	—	—	—	0·7	0·9	1·0	1·25	1·5	1·75

Separación máxima admisible de los ejes

con relación al ancho de la correa.

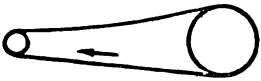

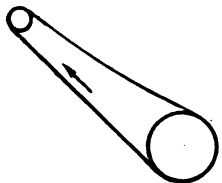
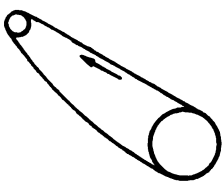
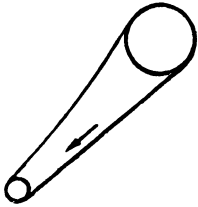
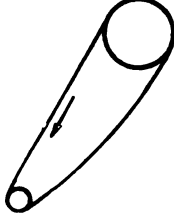


Para un ancho de correa en cm.	6	8	10	12	14	16	18	20
la separación de los ejes no debe ser mayor de m.	5·2	5·6	6·0	6·4	6·8	7·2	7·6	8·0

Separación normal de los ejes en m.

La separación normal de los ejes depende de los diámetros de las poleas y del ancho de la correa.

Diferencia entre los diámetros de las poleas en mm.	Ancho de la correa en cm.							
	6	8	10	12	14	16	18	20
400	3·1	3·3	3·5	3·7	3·9	4·1	4·3	4·5
500	3·2	3·4	3·6	3·8	4·0	4·2	4·4	4·6
600	3·4	3·6	3·8	4·0	4·2	4·4	4·6	4·8
700	3·5	3·7	3·9	4·1	4·3	4·5	4·7	4·9
800	3·6	3·8	4·0	4·2	4·4	4·6	4·8	5·0
900	3·7	3·9	4·1	4·3	4·5	4·7	4·9	5·1
1000	3·9	4·1	4·3	4·5	4·7	4·9	5·1	5·3
1100	4·0	4·2	4·4	4·6	4·8	5·0	5·2	5·4
1200	4·2	4·4	4·6	4·8	5·0	5·2	5·4	5·6
1400	4·4	4·6	4·8	5·0	5·2	5·4	5·6	5·8

b) Elección de la relación de transmisión.

Disposición de la transmisión	Relación de transmisión admisible					
	Distancia entre ejes			Distancia entre ejes		
	máxima ad-misible	normal	mínima ad-misible	máxima ad-misible	normal	mínima ad-misible
aproximada-mente horizontal						
	Tiro por la parte inferior de la correa			Tiro por la parte superior de la correa		
	10 : 1	8 : 1	6 : 1	7 : 1	6 : 1	5 : 1
inclinada hacia abajo						
	Tiro por la parte inferior de la correa			Tiro por la parte superior de la correa		
	8 : 1	6,5 : 1	5 : 1	5 : 1	4,5 : 1	4 : 1
inclinada hacia arriba						
	Tiro por la parte inferior de la correa			Tiro por la parte superior de la correa		
	7 : 1	6 : 1	5 : 1	5 : 1	4,5 : 1	4 : 1
vertical hacia arriba ó abajo						
	Tiro por la parte inferior de la correa			Tiro por la parte superior de la correa		
	6 : 1	5 : 1	4 : 1	5 : 1	4 : 1	3 : 1

c) Disposición de la transmisión.

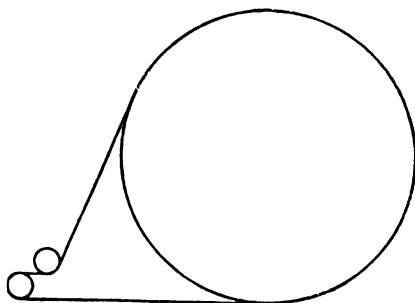
Regla fundamental: En lo posible se dé igual altura á los dos árboles. haciendo accionar el tramo inferior de la correa. Si la correa transmite la fuerza oblicuamente hacia abajo, es de suma importancia que accione el tramo inferior de la correa. La disposición vertical de las poleas debe evitarse donde sea posible, ante todo, si la polea pequeña, motriz, se encuentra debajo de la mayor, accionada por ella. Donde por circunstancias locales una disposición desfavorable no se puede evitar, es posible mejorar las condiciones de la transmisión por el empleo de rodillos tensores.

3. Cálculo de la tensión de la correa.

Cuanto menor sea la tensión, tanto mas favorable es la transmisión de potencia. Todas las correas deben tener cierta tensión, para que puedan hacer tiro. La tensión necesaria es sin embargo mucho mas pequeña que la que generalmente se supone. La correa que se adhiere bien con la menor tensión causará le menor perdida de energia, y al mismo tiempo desgastará menos los cojinetes. Por lo tanto es la mas favorable aquella disposición que necesite menos tensión para lograr el rozamiento necesario. Por este motivo hay que emplear aparatos tensores que permitan adaptar la transmisión mas favorable; estos son los carriles tensores y los tensores basculantes de palanca. Estos últimos se construyen en diferentes modelos para transmisión vertical y horizontal, para ser montados en el suelo ó en la pared. Un medio muy á proposito para lograr la adhesión de la correa con la menor tensión posible es el rodillo tensor.

4. Aplicación del rodillo tensor.

Cuando solo se pueden emplear poleas de diametros muy pequeños, cuando las distancias entre ejes ó la relación de transmisión determinan un arco de contacto demasiado reducido, cuando por circunstancias



Mejora de una transmisión por correa empleando un rodillo tensor.

locales no se puede evitar una disposición desfavorable de tracción casi en todos estos casos se pueden mejorar las condiciones de trabajo por la aplicación de un rodillo tensor. Los rodillos tensores permiten disminuir las distancias entre ejes hasta al diametro de la polea grande y aumentar la relación de transmisión hasta á la proporción de 20:1 proxicamente y conducen á una disminución de la tensión de correa, imposible de lograr con las correas abiertas.

5. Cálculo del ancho de la correa.

Diámetro de la polea menor		Número de H.P. transmisibles por cada cm. de ancho de correa.																		
		A la velocidad en r. p. m.																		
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
50	*	*	*	*	*	*	*	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	
75	*	*	*	*	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.22	0.24	0.26	
100	*	*	*	0.08	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.37	0.40	
125	*	*	0.09	0.12	0.16	0.19	0.21	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.41	0.45	0.48	0.51	0.54	0.58	
150	*	0.09	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.33	0.37	0.41	0.45	0.50	0.54	0.60	0.64	0.70	0.74	0.80	0.84	
175	0.08	0.12	0.16	0.20	0.26	0.32	0.38	0.44	0.50	0.56	0.62	0.68	0.74	0.81	0.88	0.95	1.03	1.10	1.18	
200	0.10	0.15	0.20	0.25	0.33	0.41	0.49	0.58	0.66	0.75	0.83	0.92	1.01	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	
225	0.12	0.18	0.24	0.31	0.40	0.50	0.60	0.70	0.81	0.92	1.03	1.14	1.27	1.40	1.55	1.70	1.85	2.00	**	
250	0.14	0.21	0.30	0.38	0.50	0.62	0.75	0.88	1.00	1.13	1.29	1.45	1.62	1.80	1.99	2.20	**	**	**	
275	0.16	0.26	0.36	0.46	0.60	0.75	0.92	1.09	1.26	1.44	1.62	1.80	2.00	2.20	2.41	**	**	**	**	
300	0.18	0.30	0.42	0.55	0.73	0.92	1.12	1.33	1.54	1.75	1.96	2.18	2.40	2.60	**	**	**	**	**	
325	0.21	0.36	0.50	0.65	0.85	1.06	1.28	1.53	1.78	2.03	2.28	2.53	2.78	**	**	**	**	**	**	
350	0.24	0.42	0.59	0.76	0.98	1.20	1.47	1.76	2.05	2.35	2.68	3.03	**	**	**	**	**	**	**	
375	0.28	0.47	0.67	0.87	1.12	1.37	1.67	2.00	2.32	2.67	3.02	**	**	**	**	**	**	**	**	
400	0.33	0.55	0.77	1.00	1.28	1.58	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	**	**	**	**	**	**	**	**	
425	0.38	0.61	0.86	1.13	1.40	1.73	2.07	2.48	2.91	3.25	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
450	0.42	0.68	0.95	1.25	1.55	1.89	2.30	2.73	3.20	3.78	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
475	0.46	0.75	1.05	1.37	1.70	2.08	2.52	3.00	3.58	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
500	0.50	0.83	1.15	1.50	1.86	2.30	2.75	3.30	3.93	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
525	0.53	0.89	1.24	1.63	2.03	2.50	3.00	3.63	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
550	0.56	0.95	1.32	1.73	2.20	2.68	3.25	3.95	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
575	0.60	1.00	1.42	1.86	2.35	2.90	3.55	4.25	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	
600	0.64	1.06	1.51	2.00	2.50	3.13	3.83	4.57	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	

* Diametros demasiado pequeños. — ** Velocidades demasiado altas.

* Diametros demasiado pequeños. — ** Velocidades demasiado altas.

Arboles de transmisión.

Potencia á transmitir en H. P.	Diametros de los arboles en mm. para la velocidad en r. p. m.													
	60	80	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	350	400
1	45	45	40	40	35	35	35	35	35	35	30	30	30	30
2	55	50	50	45	45	40	40	40	40	40	35	35	35	35
3	60	55	50	50	50	45	45	45	45	40	40	40	40	40
4	65	60	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45	40	40
5	65	60	60	55	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45
6	70	65	60	60	55	55	55	50	50	50	50	50	45	45
7	75	70	65	60	60	55	55	55	55	50	50	50	50	45
8	75	70	65	65	60	60	55	55	55	55	50	50	50	50
9	75	70	70	65	65	60	60	60	55	55	55	50	50	50
10	80	75	70	65	65	60	60	60	55	55	55	55	50	50
11	80	75	70	70	65	65	60	60	60	55	55	55	55	50
12	85	75	75	70	65	65	65	60	60	60	55	55	55	50
13	85	80	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55	55	55
14	85	80	75	75	70	70	65	65	60	60	60	60	55	55
15	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55	55
16	90	85	80	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60	55
17	90	85	80	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55
18	90	85	80	75	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60
19	90	85	80	80	75	75	70	70	65	65	65	65	60	60
20	95	85	85	80	75	75	70	70	70	65	65	65	60	60
25	100	90	85	85	80	80	75	75	70	70	70	65	65	60
30	105	95	90	85	85	80	80	75	75	70	70	70	65	65
35	105	100	95	90	85	85	80	80	80	75	75	75	70	70
40	110	105	100	95	90	85	85	85	80	80	75	75	70	70
45	115	105	100	95	95	90	85	85	85	80	80	75	75	70
50	115	110	105	100	95	90	90	85	85	85	80	80	75	75
55	120	110	105	100	95	95	90	90	85	85	85	80	80	75
60	120	115	110	105	100	95	95	90	90	85	85	85	80	75
65	125	115	110	105	100	100	95	95	90	90	85	85	80	80
70	125	120	110	105	105	100	95	95	90	90	90	85	85	80
75	130	120	115	110	105	100	100	95	95	90	90	85	85	80
80	130	120	115	110	105	105	100	100	95	95	90	90	85	85
85	135	125	120	115	110	105	100	100	95	95	90	90	85	85
90	135	125	120	115	110	105	105	100	100	95	95	90	90	85
95	135	130	120	115	110	110	105	100	100	95	95	90	90	85
100	140	130	120	115	115	110	105	105	100	100	95	95	90	85
105	140	130	125	120	115	110	105	105	100	100	95	95	90	90
110	140	130	125	120	115	110	110	105	105	100	100	95	90	90
115	145	135	125	120	115	115	110	105	105	100	100	95	95	90
120	145	135	130	120	120	115	110	110	105	100	100	100	95	90

Separación de los apoyos para árboles de transmisión normales.

(Medida de centro á centro.)

Para un diametro de arbol en mm.	30	40	50	60	70	80	90	100	110
La separación de los ejes no será mayor de m. .	1·7	1·8	1·9	2·0	2·1	2·2	2·3	2·4	2·5

Estos valores no representan mas que un punto de partida para la disposición de la transmisión. Las condiciones locales como la colocación de las máquinas herramientas, la disposición de las poleas respecto á los cojinetes y las dimensiones de las partes del edificio (distancias entre columnas, vigas y soportes) determinarán definitivamente la separación adecuada de los apoyos.

Accionamiento por cables.

Para transmitir potencias mayores de 100 H. P. y para accionar varios árboles colocados en diferentes locales desde el mismo árbol principal se emplean generalmente las transmisiones por cables. Las transmisiones de cables se emplean también donde la distancia entre los árboles es muy grande. **La relación de transmisión** no debe ser superior á 1:6 para separaciones pequeñas de ejes, pudiendo elegirse multiplicaciones mayores para grandes distancias de ejes.

El cálculo de los diámetros de las dos poleas se verifica de manera análoga al de las transmisiones de correas, solamente que el deslizamiento del cable es menor que el de las correas y se puede suponer el 2% prox. y en vez de 1·03 para correas figura el valor de 1·02 en la fórmula. La elección de las cables se hace conforme á la tabla á continuación.

Tabla referente al empleo de cables de cañamo.

Diametro de la cable en mm.	Diametro mínimo de polea en mm.		Carga util admisible para una cable en kg.	Potencias transmisibles por un cable en H. P. á la velocidad del cable en m. por segundo:			
	para cable de cañamo	para cable de algodón		10	15	20	25
30	900	600	45	6	9	12	15
35	1050	700	60	8	12	16	20
40	1200	800	80	10·5	16	21	26·5
45	1350	900	100	13·3	20	26·6	33·3
50	1500	1000	125	16·6	25	33·3	41·6

El **número necesario de cables** resulta dividiendo el número total de H. P. á transmitir por el valor en cuestión encontrado en la parte de la tabla marcada por línea gruesa.

La velocidad de la cable se calcula según la fórmula:

$$v = \frac{n \times d \times 3 \cdot 14}{60 \times 1000} \text{ en m. por segundo,}$$

designandose con n = el número de revoluciones por minuto de una polea, d = el diametro de la misma polea en mm.

Transporte é instalación de los electromotores.

Para el transporte adecuado no se pueden dar mas que reglas generales, que sirven para los casos que diariamente ocurren. Estas reglas hay que acomodarlas necesariamente á las circunstancias locales y especialmente al tamaño del motor en cuestión. Las que indicamos aquí son destinadas para motores de un tamaño medio, hasta de 20 á 30 H. P. proximately. Para transportar motores muy pequeños hasta de 50 kg. proximately se puede confiar mas á la fuerza del hombre. Para las máquinas mayores en cambio (de las cuales no tratamos en este lugar) se necesitan disposiciones mas complicadas como andamiaje y medios de transporte especiales que para cada caso deben ser bien meditados y dispuestas.

En todos los transportes de los electromotores **sobre superficies horizontales** hay que tener cuidado que la máquina no descansa nunca directamente encima del suelo de piedra ó de hierro, sino que está separado de él por maderos. Si el motor no esta atornillado á los tablones usados para el envío, hay que colocarlo por lo menos suelto en un tablón ó con los extremos en dos pedazos de viga, que generalmente son suficientes para proteger los pies de fundición contra posibles roturas. Para mover el motor así colocado, hay que poner debajo un rodillo, que generalmente constará de un trozo de tubo de hierro de una ó dos pulgadas. Para poder introducir el rodillo, hay que levantar los maderos con el motor por medio de una palanca. Como de cada vez no se puede elevar mas de uno ó 2 cm., se mete despues de la primera elevación una cuña en el intersticio para que la palanca se pueda volver á aplicar y seguir



Fig. 1. Levantando el motor para meter el primer rodillo.



Fig. 2. Transporte horizontal á partir del sitio de descarga.

levantandolo, fig. 1. Generalmente habrá que poner unos tacos debajo de la palanca para conseguir la elevación necesario para meter el rodillo. En todas estas manipulaciones hay que tener cuidado de ejecutar los movimientos despacio y paso por paso, cada vez unos pocos centrimetros,



Fig. 3. Cambio de dirección en el transporte horizontal.

porque masas pesadas no se deben nunca manejar bruscamente. Estando puesto el primer rodillo se le hace rodar tanto que esté poco mas ó menos en el centro, fig. 2. Ahora es facil hacer bascular el motor para poner debajo otro rodillo de igual grueso. Siguiendo el movimiento de avance el primer rodillo se puede quitar mientras el otro está debajo del centro del motor, fig. 3. Ahora no hace falta mas que volver á meter el primer rodillo por delante como se hizo con el segundo, para continuar de este modo el transporte horizontal. Para cambiar de dirección se coloca el rodillo que ha de ponerse nuevamente, en vez de paralelo al otro, con un angulo que representa la mitad de la curva que se quiere describir.



Fig. 4. Cargando un motor en un carro. Sobre las pletinas de hierro colocadas encima de los tablones asciende facilmente el motor cuando el obrero tira de la cuerda.

Mientras en el transporte horizontal el rozamiento de los rodillos es suficiente freno y no hace falta mas sujeción, en todos los transportes inclinados hay que evitar en absoluto el uso de rodillos, sujetandole ademas con cuerdas, etc. Los rodillos le comunicarian con demasiada facilidad un movimiento acelerado que muchas veces no se podria detener. Aun en el caso de transporte en plano inclinado sin rodillos el rozamiento no es tan grande que pueda confiarse en las fuerzas del personal de servicio, sino que hay que sujetar el motor con cuerdas.

Para transporte á nivel diferente debe procurarse efectuarlo sobre plano inclinado, ya que el transporte escalonado por medio de tacos es siempre dificil y algo expuesto. El transporte inclinado mas usual es por supuesto **el cargar y descargar** los motores de los camiones, etc. Los tablones que constituyen el plano inclinado se apoyan oblicuamente contra el camión, de modo que sobresalgan bastante de la plataforma, fig. 4.



Fig. 5. Al descargar el motor se vuelca un poco para poder poner los tablones debajo.

Para que los tablones no se cimbreen demasiado, se pone debajo algún cajón vacío. Hay que tener presente que los tablones no se apoyen en el cajón al colocarlo, porque entonces volcaría el cajón al doblarse los tablones por el peso. Al contrario deben estar algo separados, para que al ceder cuando pase el motor por encima de la caja limite la dimensión de la flecha sirviendo de puntal.



Fig. 6. Cuando está el motor encima de los tablones se baja la extremidad opuesta procurando tener bien tensa la cuerda de sujeción.



Fig. 7. El motor se desliza al soltar poco á poco la cuerda, cuando se levanta ligeramente el borde inferior de la base.

Al **cargar** el motor en el carro cómo en todo transporte hacia arriba, el rozamiento del motor en los tablones es con frecuencia tan fuerte que entorpece demasiado el movimiento. Esto se evita colocando en cada lado una vigueta plana de hierro encima de los tablones, así no hay que vencer mas que el rozamiento de hierro con hierro, que sin embargo es suficiente para servir de freno. La sujeción del motor por medio de cuerdas se hace de manera que una cuerda doble se arrolla alrededor de la carcasa encima de la base y se anuda; desde el motor que todavía está en el suelo se tiende la cuerda bien tirante por encima de la plataforma del carro y se arrolla alrededor de ella. El camión por supuesto debe estar calzado para evitar el movimiento. El obrero que está encima del carro podrá tirar de la cuerda con facilidad resbalando el motor hacia arriba con poco esfuerzo del personal. El tercer obrero que sostiene el extremo de la cuerda, no tiene que hacer mas que sostenerla bien tirante, especialmente cuando el otro en el carro se dispone á dar otro tiro de ella. Cuando el motor está á bastante altura, se pueden levantar los tablones con facilidad, dejando el motor encima del camión y quitarlos.

Esta última manipulación es muy parecida al procedimiento inverso de meter los tablones debajo del motor para **descargarlo** del camión, fig. 5. La cuerda para sujetarlo no se arrolla con tanta precaución alrededor de la plataforma del camión, puesto que al bajar el motor hay que aflojarla enseguida, fig. 6. Estando el motor en el canto de la plataforma encima de los tablones, se le inclina sosteniendo bien tirante la cuerda, levantándolo ligeramente el canto inferior de la base el motor resbala lentamente hacia abajo, refrenado por el esfuerzo del rozamiento, fig. 7. Si al transporte inclinado se une otro horizontal, como generalmente sucede, es conveniente hacer pasar el motor directamente á los maderos ya preparados, fig. 2.

Si se trata de mayores alturas, ó máquinas de mas peso, hay que sustituir la cuerda por una diferencial bastante fuerte que permita un deslizamiento muy lento y sin peligro, fig. 8. El rozamiento tiene que ser tan fuerte que el motor resbale solo al levantarlo de un lado con la palanca. Como demuestra la figura 8, el motor se sujeta en estos casos por arriba y por abajo con la diferencial, para que tampoco sea posible que se incline de lado. Para hacer estos transportes hay que disponer un punto de apoyo seguro para la diferencial cuya disposición depende de tal manera de las circunstancias locales que no se pueden dar reglas concretas.

Los transportes **verticales** son por lo general los mas sencillos porque para coger el motor basta generalmente la anilla del mismo y para elevarlo se emplea exclusivamente la diferencial con trinquete automatico. Una atención especial requiere aqui la suspensión del aparejo. Donde no hay posibilidad de ganchos ó soportes dispuestos en el edificio, hay que proveerse de un caballete en cuyo palo horizontal se suspende la diferencial. Para este objeto hay que tomar siempre una cuerda doble, para que las dos cuerdas sostengan la diferencial al mismo tiempo.

Mas dificiles son los transportes verticales donde hay que elevar el motor con la base hacia arriba, lo que es necesario si ha de fijarse en el techo, fig. 9. Si es posible, hagase un orificio en el techo, por el cual se introducen las cadenas de la diferencial que se suspende en el piso superior accionandolo según las ordenes dadas desde el piso de abajo. La figura 9 demuestra al mismo tiempo la manera de atar el motor, lo que debe



Fig. 8. Transporte inclinado de un motor pesado. Este despues de sujeto por una cadena doble, se levanta ó sostiene con un aparejo diferencial.



Fig. 9. Montaje de un motor en el techo.

El diferencial está sujeto en el piso de arriba. La cuerda debe dejar los pies libres.

hacerse en este caso con sumo cuidado, procurando que queden libres los pies de la base. Habiéndose elevado el motor hasta los soportes á fijarle, se colocan los pernos, mientras la cuerda no se suelta hasta que esté nivelado el motor, fig. 10.



Fig. 10. El motor toca á las vigas y se atornilla.

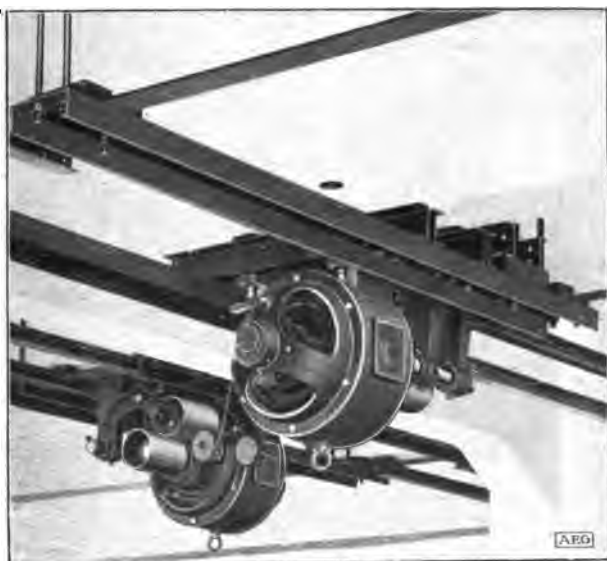


Fig. 11. Motores con rodillos tensores montados en el techo.

Donde no es posible valerse del piso superior para montar el motor en el techo, hay que construir un andamio con una plataforma debajo del techo, á la cual se eleva el motor por un plano inclinado. Queda solo poner la base hacia arriba y elevarlo un poco hasta que la base toque sus soportes, lo que se consigue poniendo debajo unas cuñas.

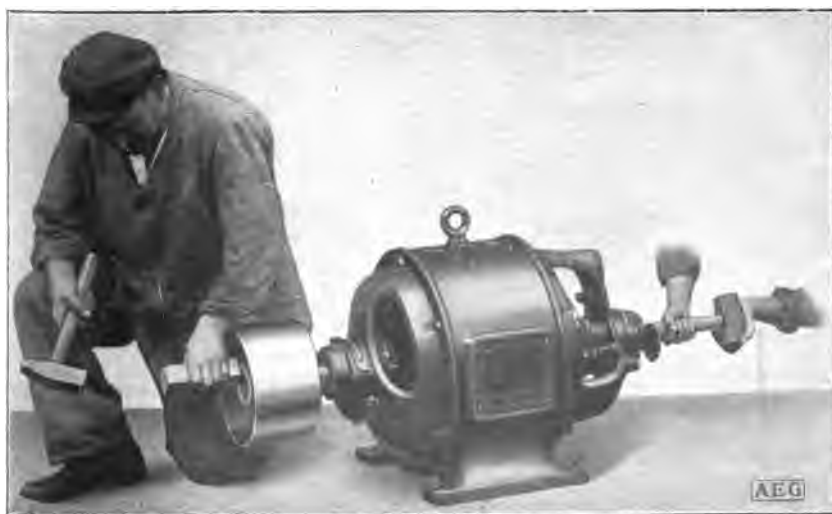


Fig. 12. Colocación de una polea.



Fig. 13. Sacando una polea.

A los trabajos necesarios para montar los élektromotores pertenece en primera linea la colocación de la polea. El ajuste de una polea no puede hacerse solo á mano. Despues de meter el muelle la polea se coloca en el extremo del árbol y se introduce poco á poco martillando sobre un tarugo de madera que se apoya sucesivamente alrededor del cubo, fig. 12. Al mismo tiempo hay que aplicar un objeto á proposito, p. e. un mango fuerte de martillo al otro extremo del árbol, para evitar un deterioro de los cojinetes y de los anillos de engrase. El borde del árbol debe estar al nivel del cubo. Ahora se fija el tornillo que asegura la polea al árbol.



Fig. 14. Nivelando con un nivel de agua antes de sujetar con cemento los carriles. El motor está atornillado á los carriles.

Con casi igual frecuencia el montador está obligado á quitar la polea de un motor. Esto se hace convenientemente con ayuda de un tornillo de presión, fig. 13. Este aparato es adaptable para muchos tamaños diferentes de poleas, y donde no se dispone de este útil, se puede sustituir por un perno con tuerca y unas abrazaderas de hierro. Un taco de madera puesto debajo del aparato hace las veces de tope impidiendo á la armadura que participe del movimiento giratorio del tornillo.

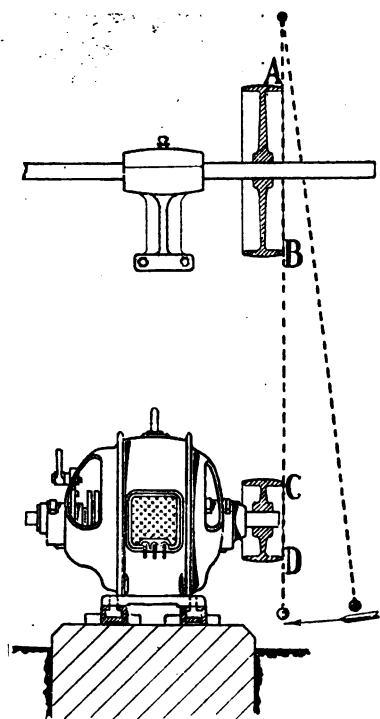


Fig. 15. Para transmisión por correa de tiro oblicuo ó vertical el paralelismo de los árboles existe cuando para el mismo ancho de poleas los 4 puntos A, B, C, D, están en línea recta.

Antes de **cimentar un motor** para accionamiento por correa precisa nivelar los carriles tensores, para lo cual se atornilla el motor á los carriles que aún están sueltos empezándose entonces el ajuste del motor completo con carriles. Para conseguir la posición horizontal se pone el nivel de agua en la superficie aplanada de los carriles, fig. 14, y por medio de cuñas se centra la burbuja del nivel. No se deben emplear mas que cuñas de hierro, porque las de madera son alterables y al verter el cemento se hinchan con frecuencia.

Como se trata de una superficie plana, no basta con nivelar en el sentido longitudinal, hay que hacer lo mismo en el transversal, colocando una regla, calibre ó cosa análoga á través de los carriles.

Estando nivelados los carriles puede empezarse el ajuste del árbol del motor referido al de la transmisión; y el de la polea del motor con la de transmisión. Para esto hay que cumplir con dos condiciones:

1. Los dos árboles deben estar perfectamente paralelos.
2. Los planos medios de las dos poleas tienen que coincidir.

Para poder comprobar estas condiciones las dos poleas tienen que estar montadas. El motor sin polea no se puede ajustar bien á la transmisión de correa. La posición propia de los árboles se determina averiguando si los planos de las caras de las poleas que forman angulo recto con los ejes son paralelos. La recta determinada por dos puntos (uno de cada polea) del perimetro exterior de una de las caras de las poleas debe pasar también por los dos restantes puntos (para poleas del mismo grueso), fig. 15. En la practica se hace esta comprobación aplicando un bramante al canto mas separado de la polea de transmisión y moviendo el otro extremo del bramante hacia la polea del motor. Entonces se ve cual de los demas tres puntos está mas proximo al bramante. Ahora se corre el motor hasta que los dos puntos de su polea toquen el bramante exactamente al mismo tiempo que el tercer punto de la otra polea. Ninguno de los tres puntos debe tocarlo antes ó despues, fig. 16, entonces los ejes son paralelos. No hay que dejar de repetir las comprobaciones con el nivel, porque al ajustar las poleas se puede haber alterado la posición horizontal del motor, y solo despues de coincidir las tres



Fig. 16. El árbol motor no está aún paralelo al árbol de transmisión.



Fig. 17. El árbol motor está paralelo al árbol de transmisión.

pruebas simultáneamente las dos posiciones del nivel y la comprobación con el bramante, fig. 17, se pueden fijar los carriles con cemento.

La nivelación de las máquinas acopladas directamente se verifica siempre de igual manera. Es indiferente que se trata de un acoplamiento rígido con brida ó manguito, ó de uno elastico (embrague de cinta ó de anillo de cuero). En los dos casos los árboles no solo tienen que ser paralelos sino que la linea central de sus ejes tiene que coincidir, puesto que el acoplamiento movil sirve solo en segundo lugar para compensar irregularidades. En primera linea tiene el objeto de evitar la repercusión de golpes. Tratandose de acoplamientos interiores que se tienen que montar antes de centrar los árboles, y que ocupan el extremo de los árboles casi por completo, apenas se puede hacer uso del nivel para ajustar los árboles. Lo mas indicado es un útil conforme indica la figura 18, que sirve para muchos gruesos diferentes de árboles, y es independiente de la clase de acoplamiento. Despues de ajustar los árboles á ojo

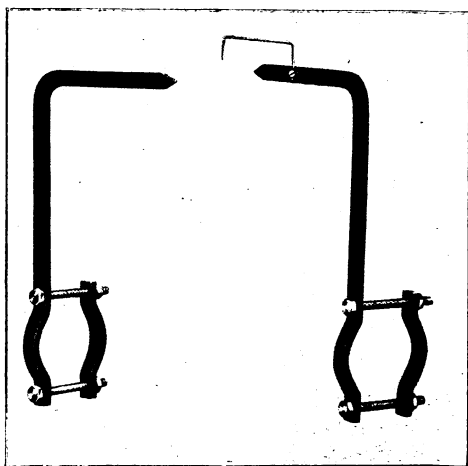


Fig. 18. Util para montar grupos acoplados. Aplicación vease fig. 19.

se coloca el aparato, fig. 19, de modo que entre las dos puntas quede la menor separación posible. Haciendo girar los dos árboles al mismo tiempo, la separación de las puntas no se debe alterar. Tampoco debe alterarse la distancia entre las puntas y los árboles, porque esto sería por causa de una diferencia entre las líneas centrales de los ejes. Permaneciendo igual la posición de las varillas durante una vuelta completa, entonces se ha obtenido la posición propia de los árboles. Por supuesto no debe estorbar el juego en el sentido axial. Por consiguiente hay que

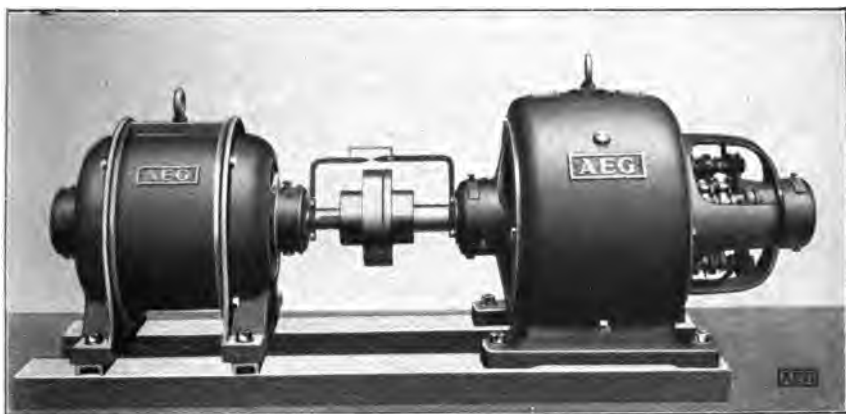


Fig. 19. Durante una vuelta completa del inducido las puntas del útil no deben variar de situación si los ejes coinciden.

juntar antes los extremos de los árboles, lo que también es necesario para determinar la separación propia entre las dos máquinas. Después de centrados los árboles no se deben tocar de ningún modo, y para toda clase de acoplamientos es de rigor esta separación. Solo después de hacer con cuidado las comprobaciones aquí detalladas, los motores se pueden atornillar ó fijar con cemento y seguirse montando los acoplamientos.

Efectos termicos de la electricidad.

La energía eléctrica que pasa por un conductor se transforma en este en calor. Cuanto mayor es la intensidad de la corriente y mayor la resistencia del conductor por el cual pasa, tanto mayor es la cantidad del calor producido. En esta transformación de la energía eléctrica en calor, cada kilovatio hora desarrolla 859 unidades de calor. El aprovechamiento del calor producido por la energía eléctrica es en general bastante elevado; el rendimiento útil representa poco mas ó menos del 80 al 90 % y puede alcanzar en muchos aparatos el 98 %.

La practica demuestra que

1 kilovatio-hora desarrolla de 700 á 800 calorías-kilogramo.

10 kilovatios pueden hacer hervir en $\frac{1}{4}$ de hora 20 litros de agua.

2 kilovatios pueden calentar á 90 centigr. en 6 horas 100 litros de agua.

La obtención de la energía calorífica necesaria puede ser rápida empleando altas potencias, ó lenta en la que la energía se va acumulando. El empleo de uno ú otro de los procedimientos depende de la clase del aparato así p. e. es rápida para planchas, calentadores de roblones, y lenta para calentar agua, etc.

Según el medio de transformación que se emplee para producir el calor se distinguen:

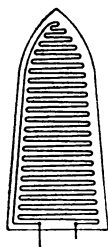


Fig. 1.
Resistencia de
una plancha
eléctrica.

1. **El calentamiento por resistencia**, que se puede emplear para cualquier clase y tensión de corriente. Consiste en hacer pasar una corriente eléctrica á través de un conductor de una resistividad considerable. El conductor en forma de hilo, cinta ó capa delgada está alojado en una materia aislante, generalmente mica, micacita, cemento ó amianto, y añadiendo un aglomerante se somete á una presión elevada para formar un cuerpo compacto que se puede aplicar directamente al cuerpo que se quiera calentar.

Estos elementos termicos pueden producir temperaturas muy elevadas y se emplean p. e. para planchas, fig. 1, y soldadores. En muchos casos el conductor en forma de hilos de resistencia delgados y tejido junto con amianto para formar cordones ó mallas, comunica su calor directamente al ambiente. Tales calentadores (caloríferos) se emplean para producir una temperatura templada en un ambiente absolutamente seco (cojines caloríficos, etc.).

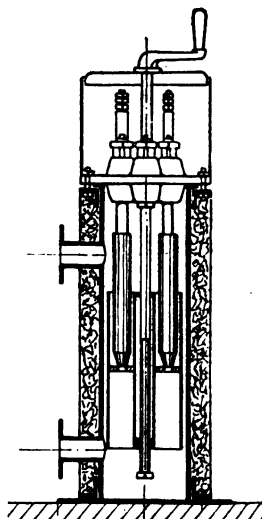


Fig. 2.
Generador de agua caliente
de electrodos.

2. **El calentamiento por electrodos** es una forma especial del calentamiento por resistencia. En este sistema el mismo liquido que se quiere calentar forma el conductor, fig. 2, calentandose por el paso de la corriente y por consecuencia sin pérdida alguna. Para el calentamiento por electrodos solo sirve la corriente alterna. Especialmente para

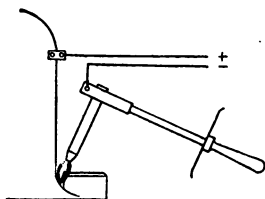


Fig. 3.

Soldadura por arco en una pieza de fundición.

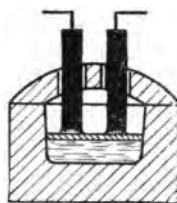


Fig. 4.

Horno eléctrico Héroult.

tensiones elevadas su empleo es ventajoso. Por este sistema funcionan generadores de vapor con un consumo de energía hasta varios miles de kilovatios.

3. **El calentamiento por arco voltaico**, que principalmente se emplea con corriente continua y para usos determinados, donde se necesitan temperaturas muy elevadas, como en la soldadura de piezas de fundición fig. 3, uniones de railes ó cosas análogas. La corriente necesaria se produce generalmente por máquinas construidas expresamente para este efecto. El calentamiento por arco voltaico se emplea también para la producción de acero en el horno eléctrico, fig. 4, para la producción del aluminio y en procedimientos de transformaciones químicas, p. e. en la fabricación del carburo.

4. **El calentamiento por inducción**, para el cual solo se puede emplear la corriente alterna, y que solo tiene aplicación para efectos especiales, como p. e. el calentamiento de vendajes. Cualquier tensión suministrada es aplicable porque siempre es necesario un transformador para dejar la corriente a la tensión de trabajo, que es muy baja.

El calentamiento por inducción se combina muchas veces con el calentamiento por resistencia, p. e. en aquellas soldadoras eléctricas en las cuales la misma pieza á soldar sirve de resistencia, para desarrollar por medio de una corriente de muy baja tensión la cantidad de calor necesaria para soldar, fig. 5.

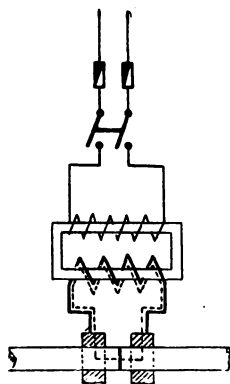


Fig. 5. Soldadura eléctrica por resistencia empleando corriente alterna.

Las temperaturas desarrolladas son indicadas al lado próximo.

La **temperatura** desarrollada en la producción del calor por la corriente eléctrica se puede adaptar exactamente á las necesidades practicas y representa aproximadamente:

40 centigr.	para los calentadores de camas y encubadoras es decir poco mas ó menos la temperatura de la sangre,
70 " " "	caloriferos y estufas eléctricas,
100 " " "	calentadores y hervidores de agua y en los aparatos desecadores, para llevar el agua á la ebullición ó á la vaporización,
200 " " "	las planchas y aparatos análogos,
250 á 300 centigr.	para los soldadores, etc.,
800 á 1000 " "	los calentadores de roblones,
900 á 1300 " "	los hornos de temprar y cementar,
1400 á 1500 " "	las soldadoras (aparatos de soldar),
3700 " "	las soldadoras y hornos de arco, p. e. para la producción de acero.

La facilidad de regular y estabilizar la producción de calor por la transformación de la energía eléctrica le asegura un campo de aplicación muy extenso. En algunos usos es indispensable poder obtener y mantener constantes temperaturas determinadas, p. e. en las encubadoras la de 42 centigr. con la amplitud de regulación de 2 en mas y en menos, y con la necesidad de mantener constante la temperatura automaticamente con la tolerancia de $\frac{1}{10}$ de grado. La obtención de la temperatura se consigue por aparatos especiales, transformadores de regulación, reguladores de electrodos y aparatos análogos. La temperatura se estabiliza por medio de termostatos ó por una disposición adecuada de los electrodos.

Otras aplicaciones requieren precisamente la variación de la cantidad de calor desarrollada dentro de amplios límites, para lograr un caldeo rápido con corrientes de intensidades elevadas, y un mantenimiento de la temperatura obtenida por el suministro de pequeñas cantidades de energía. Para este efecto sirven dispositivos de conmutación y dobles enchufes, como asimismo las resistencias de regulación, en los cojines calorificos, p. e. conmutando la clavija de la toma, en algunos aparatos insertando y suprimiendo los elementos termicos por medio de un conmutador de regulación.

En general se construyen los aparatos y dispositivos termoelectricos para tensiones determinadas. Ciertos aparatos portatiles en cambio, que han de funcionar en distintos sitios y con diferentes tensiones de trabajo (planchas para el viaje, calentadores de tenacillas de rizar) tienen dispositivos para facilitar su empleo con todas las diferentes tensiones mas usuales.

El **empleo** de la energía termoelectrica a causa de la facilidad de adaptar el calentamiento eléctrico á todos los fines que se ofrezcan en la vida diaria, dada su facultad de ajustar y regular exactamente la temperatura requerida, se recomienda no solo para la casa sino también para las industrias en general.

PARTE SEGUNDA

Turbinas de Vapor.

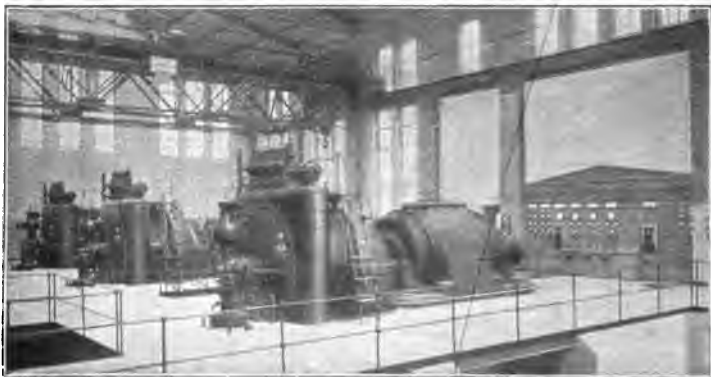
Las turbinas de vapor son motores en los cuales la energía del vapor se transmite directamente al árbol, sin que intervengan embolos ni engranajes. Estas ventajas les han dado una superioridad sobre las máquinas de piston. Solamente para potencias menores, hasta 500 H. P. proximamente, estas últimas aventajan á las turbinas. No obstante se emplean también con buen resultado las

turbinas pequeñas,

p. e. para la impulsión de máquinas auxiliares, como bombas para los usos mas diferentes, ventiladores, dinamos de socorro para el alumbrado y otros casos especiales, sobre todo á bordo de los buques. El vapor de escape de estas turbinas pequeñas, puesto que los condensadores no serian economicos, se utiliza para calentar el agua de cocina, calefacción, etc. y sobretodo para alimentar la parte de baja presión de las turbinas grandes. La aplicación principal de las turbinas de vapor es el accionamiento de las generatrices de corriente eléctrica.

Turbogeneradores.

Los construye la A. E. G. para corrientes alternas mono y trifasicas, con la velocidad de 3000 r. p. m. y potencias hasta de 20.000 kilovoltamperes, siendo el límite inferior alrededor de 250 kilovoltamperes. Los grupos grandes tienen 1.500, los muy potentes 1000 r. p. m. Como la mayor máquina construida hasta hoy es notable un grupo de 60.000 kilovoltamperes, suministrado durante la guerra. Para objetos especiales y las demandas del extranjero se han construido máquinas para todas las velocidades correspondientes á frecuencias entre 15 y 60 periodos, y ademas máquinas de altas frecuencias y potencias elevadas para la telegrafia sin hilos. El límite superior para las turbodinamos es considerablemente mas bajo. El grupo mayor suministrado desarrolla 1.300 kilovatios, las mas pequeñas que se emplean para fines especiales á bordo de buques, hasta 5 kilovatios como límite mínimo.



Central eléctrica con turbogeneradores de vapor.

En vista de la dificultad de adaptar las dinamos grandes á las velocidades de las turbinas, se emplea en estos últimos tiempos

Turbinas de vapor con transmisiones de engranaje.

Estas deben su origen al desarrollo de la construcción de turbinas para buques, y encuentran sin embargo también gran aplicación para el accionamiento de otras máquinas herramientas pesadas, como especialmente para los grandes molinos desfibradores de las fábricas de celulosa, laminadores, ventiladores para minas y cosas análogas. El rendimiento de la transmisión es excelente.

La AEG ha contribuido en el desarrollo de las

Turbinas para la utilización económica del vapor de baja presión, subdivididas en: turbinas de deyección, de contrapresión, de utilización del vapor de escape y de doble expansión. Las mejoras que se pueden lograr con estas máquinas en el aprovechamiento del vapor de muchas instalaciones, se han dado á conocer en todas partes y han adquirido suma importancia económica.

Estas clases de turbinas además de acoplarse directamente con generadores eléctricos de todas clases formando los turbo-generadores, se han unido también con otras máquinas operadoras, mereciendo especial atención los

Turbo-compresores,

para establecimientos metalúrgicos, minas y para la producción de aire comprimido en gran escala. El grupo de mas potencia construido hasta hoy ha sido suministrado por la AEG para una capacidad de 84.000 m³ por hora y 8 atmosferas de presión. Los turbo-compresores van eliminando á los compresores de embolos que exigen dimensiones mucho mayores para producir el mismo rendimiento.

Turbo-soplantes;

encuentran su empleo en los establecimientos de altos hornos y la fabricación de acero, para la inyección de grandes cantidades de aire á presiones relativamente bajas. Su facultad de estar dispuestos para el servicio á cada instante y su pequeño coste de fabricación aseguran á estas máquinas el éxito en la competencia con respecto á los accionados por motores de gas de gran potencia. Para los fines especiales de la marina, fabricación de azúcar y otras industrias se han acreditado también los turbo-soplantes de potencias mas pequeñas.

Turbo-bombas.

Se emplean con ventaja en los grandes establecimientos hidraulicos. Como máquinas auxiliares para los condensadores han sustituido por completo á las bombas de embolo. Las

Bombas centrífugas de aire y de agua de condensación

de la AEG son montadas en un eje común con una bomba de refrigeración, formando una unidad, impulsada por una turbina auxiliar ó un eléctromotor. Estos grupos forman el equipo normal de los

Aparatos condensadores,

que representan la instalación auxiliar de mas importancia de todas las centrales de turbinas de vapor. Prevalece la condensación de superficie

Tabla de cálculo 1.
Consumo teórico de vapor en kg por kilovatio-hora.*)

Presión del vapor en atmosferas	Temperatura del vapor en centígr.	Vacío en tantos % á la presión atmosférica de 760 mm.													Temperatura del vapor en centígr.
		80	85	87	90	92	93	94	94.5	95	96	97	97.5		
8 punto de ebullición = 174.4 °	saturada	6.09	5.74	5.60	5.34	5.14	5.03	4.91	4.84	4.77	4.63	4.45	4.35	saturada	
	200	5.92	5.59	5.45	5.20	5.00	4.90	4.78	4.72	4.65	4.51	4.33	4.23	200	
	225	5.76	5.44	5.30	5.06	4.87	4.77	4.65	4.59	4.53	4.40	4.22	4.12	225	
	250	5.60	5.28	5.15	4.92	4.74	4.64	4.53	4.47	4.41	4.28	4.11	4.02	250	
	275	5.43	5.13	5.00	4.78	4.61	4.52	4.41	4.35	4.29	4.16	4.01	3.92	275	
	300	5.26	4.98	4.85	4.64	4.48	4.39	4.28	4.23	4.18	4.05	3.90	3.81	300	
325	5.09	4.82	4.70	4.51	4.35	4.26	4.16	4.11	4.06	3.94	3.80	3.71	325		
350	4.93	4.61	4.58	4.37	4.22	4.14	4.04	3.99	3.94	3.82	3.69	3.61	350		
9 punto de ebullición = 178.9 °	saturada	5.92	5.60	5.48	5.22	5.02	4.92	4.80	4.74	4.68	4.54	4.36	—	saturada	
	200	5.78	5.47	5.33	5.10	4.91	4.80	4.69	4.64	4.57	4.44	4.26	4.17	200	
	225	5.62	5.32	5.19	4.96	4.78	4.68	4.57	4.51	4.45	4.33	4.15	4.06	225	
	250	5.46	5.18	5.05	4.82	4.65	4.55	4.45	4.39	4.33	4.21	4.05	3.96	250	
	275	5.31	5.03	4.90	4.69	4.53	4.44	4.34	4.28	4.22	4.10	3.95	3.86	275	
	300	5.15	4.88	4.76	4.56	4.40	4.32	4.21	4.16	4.10	3.99	3.85	3.76	300	
325	4.99	4.73	4.62	4.43	4.29	4.19	4.10	4.05	3.99	3.88	3.74	3.66	325		
350	4.83	4.58	4.47	4.29	4.15	4.07	3.98	3.93	3.88	3.78	3.64	3.56	350		
10 punto de ebullición = 183.1 °	saturada	5.78	5.43	5.35	5.11	4.93	4.82	4.72	4.65	4.59	4.46	4.29	—	saturada	
	200	5.67	5.38	5.24	5.01	4.83	4.73	4.63	4.57	4.51	4.38	4.21	—	200	
	225	5.52	5.23	5.10	4.88	4.71	4.61	4.51	4.45	4.39	4.27	4.10	4.01	225	
	250	5.36	5.08	4.96	4.75	4.58	4.48	4.39	4.33	4.27	4.16	4.00	3.91	250	
	275	5.21	4.94	4.82	4.62	4.46	4.37	4.28	4.22	4.16	4.05	3.90	3.82	275	
	300	5.05	4.80	4.68	4.48	4.33	4.25	4.16	4.10	4.05	3.94	3.80	3.72	300	
325	4.89	4.65	4.54	4.36	4.21	4.13	4.04	3.99	3.94	3.83	3.70	3.62	325		
350	4.74	4.51	4.40	4.22	4.09	4.01	3.92	3.88	3.83	3.73	3.60	3.52	350		
11 punto de ebullición = 186.9 °	saturada	5.67	5.37	5.24	5.02	4.85	4.75	4.64	4.58	4.52	4.40	4.24	—	saturada	
	200	5.57	5.29	5.16	4.94	4.77	4.67	4.57	4.51	4.45	4.34	4.17	—	200	
	225	5.42	5.14	5.02	4.81	4.64	4.54	4.45	4.40	4.34	4.22	4.05	3.97	225	
	250	5.26	5.00	4.88	4.68	4.52	4.42	4.33	4.28	4.22	4.10	3.96	3.87	250	
	275	5.12	4.86	4.75	4.55	4.40	4.31	4.22	4.16	4.11	4.00	3.86	3.77	275	
	300	4.97	4.72	4.61	4.42	4.28	4.20	4.10	4.05	4.00	3.89	3.76	3.68	300	
325	4.81	4.58	4.47	4.30	4.16	4.08	3.99	3.94	3.89	3.79	3.66	3.58	325		
350	4.67	4.45	4.34	4.17	4.04	3.96	3.88	3.84	3.79	3.69	3.56	3.49	350		
12 punto de ebullición = 190.6 °	saturada	5.56	5.27	5.15	4.94	4.77	4.67	4.57	4.51	4.46	4.33	—	—	saturada	
	200	5.49	5.21	5.09	4.88	4.71	4.62	4.52	4.47	4.41	4.29	4.13	—	200	
	225	5.34	5.07	4.95	4.76	4.58	4.49	4.40	4.35	4.29	4.17	4.02	3.93	225	
	250	5.18	4.93	4.82	4.62	4.46	4.37	4.28	4.23	4.18	4.06	3.92	3.83	250	
	275	5.04	4.79	4.68	4.49	4.35	4.26	4.18	4.12	4.07	3.96	3.82	3.74	275	
	300	4.90	4.66	4.55	4.37	4.22	4.15	4.06	4.01	3.96	3.86	3.72	3.65	300	
325	4.74	4.52	4.42	4.25	4.11	4.04	3.95	3.91	3.86	3.76	3.62	3.55	325		
350	4.60	4.39	4.29	4.12	3.99	3.92	3.84	3.80	3.75	3.66	3.53	3.46	350		
13 punto de ebullición = 194.0 °	saturada	5.46	5.19	5.07	4.86	4.70	4.61	4.51	4.46	4.40	4.28	—	—	saturada	
	225	5.26	5.00	4.89	4.70	4.53	4.44	4.35	4.30	4.25	4.13	3.99	3.90	225	
	250	5.11	4.87	4.76	4.56	4.41	4.33	4.24	4.19	4.14	4.02	3.88	3.80	250	
	275	4.97	4.73	4.63	4.44	4.30	4.22	4.13	4.08	4.03	3.92	3.78	3.71	275	
	300	4.83	4.60	4.50	4.32	4.18	4.11	4.02	3.97	3.92	3.82	3.69	3.62	300	
	325	4.68	4.47	4.37	4.20	4.07	4.00	3.91	3.87	3.82	3.72	3.59	3.52	325	
350	4.54	4.34	4.24	4.08	3.95	3.88	3.80	3.76	3.71	3.62	3.50	3.43	350		
14 punto de ebullición = 197.2 °	saturada	5.37	5.11	4.99	4.80	4.64	4.55	4.45	4.40	4.35	4.23	—	—	saturada	
	225	5.19	4.94	4.83	4.64	4.49	4.40	4.31	4.26	4.21	4.10	3.96	—	225	
	250	5.04	4.81	4.70	4.52	4.36	4.28	4.20	4.15	4.10	3.99	3.85	3.77	250	
	275	4.91	4.68	4.57	4.40	4.26	4.18	4.09	4.04	3.99	3.88	3.75	3.68	275	
	300	4.77	4.55	4.44	4.27	4.14	4.07	3.99	3.94	3.89	3.79	3.66	3.59	300	
	325	4.62	4.42	4.32	4.16	4.03	3.96	3.88	3.83	3.78	3.69	3.57	3.49	325	
350	4.49	4.29	4.19	4.04	3.92	3.84	3.77	3.73	3.68	3.59	3.48	3.40	350		
15 punto de ebullición = 200.3 °	saturada	5.29	5.04	4.93	4.74	4.58	4.49	4.40	4.35	4.30	4.18	—	—	saturada	
	225	5.13	4.89	4.78	4.60	4.45	4.37	4.28	4.23	4.17	4.06	3.93	—	225	
	250	4.99	4.75	4.65	4.47	4.32	4.24	4.16	4.11	4.05	3.95	3.82	3.74	250	
	275	4.85	4.62	4.52	4.35	4.21	4.14	4.05	4.00	3.96	3.85	3.72	3.65	275	
	300	4.72	4.50	4.40	4.23	4.10	4.03	3.95	3.90	3.86	3.76	3.63	3.56	300	
	325	4.58	4.37	4.27	4.12	3.99	3.92	3.84	3.80	3.75	3.66	3.54	3.47	325	
350	4.44	4.25	4.15	4.00	3.88	3.81	3.74	3.70	3.65	3.56	3.45	3.38	350		
*) Esta tabla está calculada á base del diagrama de JS de Molier.															

*) Esta tabla está calculada á base del diagrama de JS de Molier.

porque suministra un agua de condensación químicamente pura y libre de aceite para volver á alimentar las calderas. La condensación por mezcla no se emplea mas que en casos especiales.

Turbo-bombas para alimentación de calderas.

Estas turbo-bombas de la AEG ocupan un lugar especial. Suministradas por esta sociedad en gran cantidad y con potencias hasta de 300 m³ por hora, por sus resultados insuperables se han acreditado en todas partes y deben su aprecio aparte de las ventajas generales de las bombas centrifugas á la carencia de aceite del vapor de escape de las turbinas, impulsoras, sencillez de su construcción, seguridad de su funcionamiento y precio reducido.

Cuestionario preliminar para el ante-proyecto.

Al proyectar un turbo-generador hay que indicar de antemano á la casa constructora las condiciones fundamentales siguientes. Los demas detalles se desprenden de cada caso en particular.

- I. Generalidades. ¿A que ramo de industria pertenece la casa demandante y á que objeto ha de emplear la casa ó entidad demandante la maquina? ¿Se intenta para la maquina un servicio continuo (dia y noche)? ¿Existen maquinas de recambio?
- II. Parte eléctrica. ¿Que potencia efectiva en kilovatios ha de tener la maquina en las bornas? — ¿Que clase de corriente, tensión, frecuencia, factor de potencia ($\cos \varphi$)? — ¿Cuales son las constantes y características de las generatrices que han de marchar en paralelo? — ¿El aire del ambiente tiene mucho polvo ó está viciado por otras causas?
- III. Aparato de vapor. ¿Es posible elegir las condiciones mas favorables del vapor, ó caso de existir ya un generador de vapor cual es la presión en atmosfera y la temperatura en centigr. del vapor en la valvula de admisión? — ¿Está sujeta á grandes oscilaciones la presión, y con que caída de presión hay que contar en el servicio? — ¿Se quiere hacer marchar la máquina de vez en cuando á potencia reducida con escape de vapor al aire libre?

En casos especiales hay que tener en cuenta también las preguntas siguientes. Para turbinas de doble presión (toma de vapor de escape). ¿De que máquinas viene el vapor de escape? — ¿Con que presión en atmosferas absolutas llega á la turbina? — ¿De que cantidad de vapor de escape se dispone por hora, y cual es la cantidad máxima instantanea? — ¿Que interrupciones periodicas aparecen en el curso del vapor de escape? — ¿Existe un depósito de vapor auxiliar? — ¿De que sistema es? — ¿Hay que instalar un depósito de vapor? — ¿Se prefiere algún sistema especial?

Turbinas de contrapresión y turbina con utilización del vapor de escape por otras instalaciones. ¿Con que presión absoluta ha de salir de la turbina el vapor de escape para calefacción ó cocina? — ¿Se puede indicar la cantidad máxima y mínima del vapor para el caldeo que se quiere sacar por hora? — ¿Cuanto tiempo dura la toma mínima y cuantas veces ha de hacerse? — ¿Se hace el caldeo indirectamente por aparatos tubulares ó por mezcla directa del vapor con un liquido.

IV. Condensación. ¿Existe un aparato condensador y como está situado con respecto al emplazamiento de la turbina proyectada? — ¿Que grado de vacío indica el constructor para la cantidad de vapor de la cual se podrá disponer? — ¿Ha de instalarse un condensador de superficie nuevo? — ¿Existen motivos especiales para la elección de la condensación por mezcla? — ¿Se dispone de bastante cantidad de agua fría de pozo, mina, ría ó agua del mar para la refrigeración de 50 á 70 l proximately por cada Kg. de vapor á condensar? — ¿Que temperatura media y máxima tiene el agua refrigerante? — ¿Hay que enfriar el agua y se podrá contar con la existencia de un aparato de refrigeración de suficiente capacidad? — ¿El agua contiene ácidos ó sales? — ¿Está analizada?

Consumo de vapor.

Para hacer el cálculo aproximado del gasto de vapor garantizado ó medido para otras condiciones de trabajo que las que han servido de base para la medida ó contraste sirve la tabla de cálculo I (Consumo teórico de vapor en Kg. por kilovatio-hora.) La proporción entre el gasto teórico de vapor de la prueba y el gasto teórico del vapor del ensayo representa el coeficiente de evaluación. Habiéndose medido p. e. el gasto de vapor por kilovatio-hora á 11 atmosferas á la temperatura del vapor de 300 centigr. y 80% de vacío, y se quiere determinar cuanto sería 12 atmosferas, 325 centigr. y 90% de vacío (admisión de garantía), resultará el coeficiente de evaluación para los valores medidos en $4'25:4'97=0'855$. La tabla sirve también para determinar el rendimiento termo-dinámico ($\eta_{term.}$). Se obtiene dividiendo el consumo teórico de vapor por el efectivo que se ha medido. Conociendo el valor de $\eta_{term.}$ para una máquina, se obtiene el consumo efectivo de vapor dividiendo el consumo teórico por $\eta_{term.}$. El valor recíproco del consumo teórico de vapor en kg. por kilovatios-hora es la potencia teórica de un kg de vapor en kilovatios-hora á una presión dada. Para reducir los valores á calorías hay que poner 1 kilovatiohora = 860 calorías.

Grupos electrógenos.

Determinación de la potencia.

Partiendo del motor cuya potencia N en H. P. se conoce y designándose con η el rendimiento de la dinamo, tenemos la potencia en kilovatios en las bornas de la dinamo

$$\text{kilovatio} = N \times \eta \times 0'736$$

Tratándose de corrientes alternadas hay que tener en cuenta también el factor de potencia ($\cos \varphi$). Si se trata de la ampliación de una instalación ya existente, el coseno de φ es conocido; para instalaciones nuevas se puede calcular con bastante precisión por razón de las experiencias en instalaciones parecidas. Para la determinación de la potencia de los alternadores tenemos pues:

kilovoltampere = $\frac{N \times \eta \times 0.736}{\cos \varphi}$; si tenemos $\cos \varphi = 0.8$ resulta la formula:

$$\text{kilovoltampere} = \frac{N \times \eta \times 0.736}{0.8} = N \times \eta \times 0.92.$$

La capacidad de soportar sobrecargas es muy diferente para las distintas clases de motores, mientras para las generatrices de corriente eléctrica está fijada exactamente por las normas. Con la limitación de que la sobrecarga no dure más tiempo, ni se verifique á una temperatura de la máquina tal que se exceda de las temperaturas máximas admisibles, las generatrices deben soportar una sobrecarga del 25 % durante media hora.

Máquinas de vapor. La potencia depende del consumo de vapor. Se acostumbra á dar las indicaciones de potencia siguientes: 1. Potencia normal, al consumo de vapor economicamente mas favorable. 2. Potencia máxima continua á un consumo proporcionalmente aumentado. 3. Potencia máxima para servicio transitorio de poca duración.

Para calcular la generatriz es conveniente basarse en una potencia de servicio que represente proximamente el termino medio de las potencias normal y máxima continua del motor; así se asegura el aprovechamiento mas perfecto de las dos máquinas del grupo.

Motores Diesel y motores de combustión para combustibles líquidos y sólidos en general, y **turbinas hidráulicas.** Para calcular la potencia de la generatriz en kilovatios ó kilovoltamperes hay que aplicar la potencia normal total del motor.

Motores de gas. La potencia normal total es al mismo tiempo la máxima permanente. Solo son admisibles las sobrecargas de poca duración. Para calcular la potencia de la generatriz en kilovatios ó kilovoltamperes es conveniente aplicar la potencia normal total, disminuida en el 5 %.

Velocidad angular.

Los alternadores contruidos para la frecuencia de 50 periodos por segundo necesitan desarrollar las velocidades siguientes.

Velocidad en r. p. m. de los alternadores á 50 periodos por segundo.

Número de pares de polos p	36	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14
Revoluciones p. m. . . . n	83	94	100	107	115	125	136	150	167	187	215
Número de pares de polos p	12	10	8	7	6	5	4	3	2	1	
Revoluciones p. m. . . . n	250	300	375	430	500	600	750	1000	1500	3000	

Frecuencias mas elevadas requieren velocidades proporcionalmente aumentadas, y viceversa las frecuencias menores.

Las velocidades normales para los alternadores de 50 periodos se han adoptado tambien como normales para las dinamos. No obstante se pueden construir las dinamos para cualquier velocidad.

Combinaciones de generadores con motores constituyendo grupos electrogenos.

Condiciones principales: Construcción concentrada pero de aspecto agradable; acceso facil á todos los organos sujetos á desgaste ó mani-

pulación. Evitar el empleo innecesario de soportes, acoplamientos y volantes adicionales, porque son molestos y perjudiciales para el servicio. En general se emplean para la combinación directa con el motor las construcciones de generatrices representadas en las figuras del 1 al 7. Su combinación con el motor se indicará mas adelante. Las masas adicionales de inercia necesarias para la regulación del motor y para asegurarle una marcha uniforme deben de ser colocadas en lo posible en la parte giratoria de la generatriz eléctrica. Esta exigencia es factible desde luego en los alternadores cuyo inductor giratorio en forma de volante se presta admirable para la inserción de las masas adicionales. La armadura de una dinamo en cambio es menos á propósito para este objeto. En vez de las construcciones costosas motivadas por el aumento del radio de giro es mejor emplear el volante adicional que resulta mas economico. En las máquinas de manivela ó cigüeñal, que en comparación con su potencia requieren poca masa adicional es conveniente en cambio dar la preferencia á la dinamo con volante-armadura por sus ventajas referente al aprovechamiento del sitio de emplazamiento, manipulación y accesibilidad mas cómodas, frente á la disposición con volante adicional.

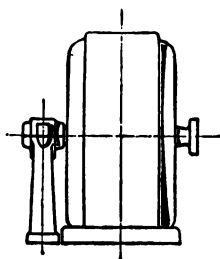


Fig. 1. Modelo J.

1 soporte de cojinete independiente, árbol con brida, sin placa de fundación.

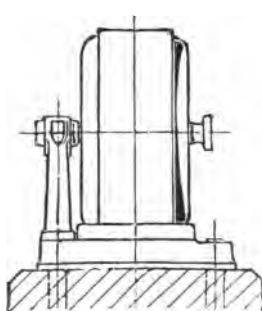


Fig. 2. Modelo K.

1 soporte cojinete independiente, árbol con brida acortada, placa fundación.

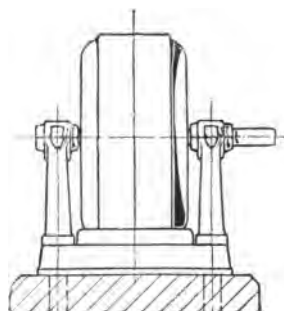


Fig. 3. Modelo L.

2 soportes de cojinete independientes, árbol con extremo libre cilíndrico, común placa fundación.

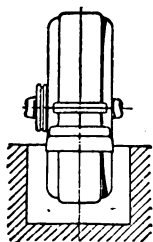


Fig. 4. Modelo O.

Sin cojinetes, sin árbol, placas de fundación con escotadura para la carcasa.

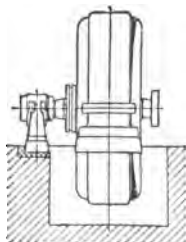


Fig. 5. Modelo P.

1 soporte cojinete independiente en placa de fundación especial, árbol con brida, placas de fundación con escotadura para la carcasa.

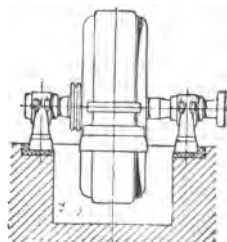


Fig. 6. Modelo R.

2 soportes cojinetes independientes en placas de fundación especiales, árbol con brida ó extremo libre, placas de fundación con escotadura para la carcasa.

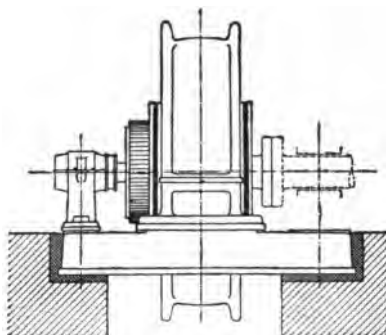


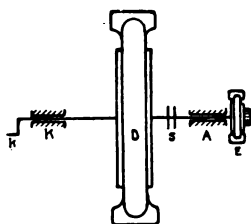
Fig. 7. Modelo T.

1 soporte cojinete independiente, árbol normal de un cojinete con brida, placa de fundación para dos soportes.

Las letras puestas en los croquis siguientes significan:

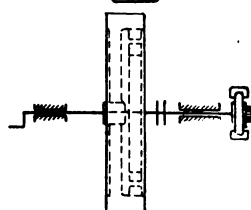
- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| k = manivela, | S = volante, |
| K = cojinete para manivela, | A = soporte de cojinete |
| D = generatriz, | independiente, |
| s = anillos rozantes, | E = excitatriz. |

I. Máquinas horizontales de una manivela.



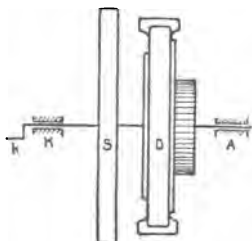
a) Corriente trifasica; con rotor interior. Alternador: sin árbol y sin cojinete (modelo O).

El rotor en forma de volante, con llanta dentada para dispositivo de puesta en marcha (carraca) es de una pieza ó en construcciones de mas peso de varias piezas. Excitatriz sin árbol y sin cojinetes con armadura al aire.



b) Corriente trifásica; con rotor exterior (modelo O).

Donde las masas de inercia adicionales tienen que ser grandes, el precio de un alternador con rotor exterior resulta mas bajo. El soporte independiente se coloca en la placa de fundación del alternador; los demas detalles como en Ia.



c) Corriente continua; con volante adicional. Dinamo: sin árbol y sin cojinetes (modelo O). Puente de escobillas giratorio en la carcasa, armadura con cubo reforzado.

Los anillos rozantes para subdividir la tensión se disponen como en Ia, entre el cojinete exterior y la dinamo.

II. Máquinas horizontales de dos manivelas.

a) Corriente trifásica; con rotor interior. Alternador: sin árbol y sin cojinetes (modelo O).

El rotor en forma de volante con llanta dentada para el dispositivo de puesta en marcha (carraca), consta por lo menos de dos, en construcciones de mas peso tambien de mas piezas.

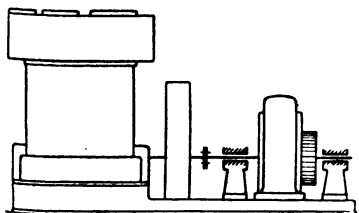
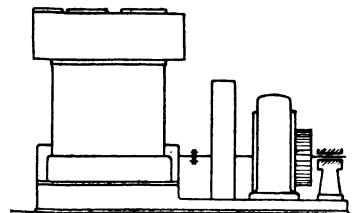
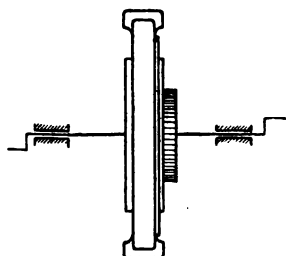
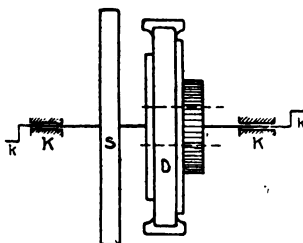
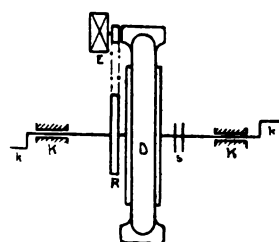
La excitatriz es colocada separadamente é impulsada por una polea en dos mitades directamente desde el árbol de manivela. Rodillo tensor recomendable.

b) Corriente continua; con volante adicional. Dinamo: sin árbol y sin cojinetes (modelo O). Puente de escobillas giratorio en la carcasa.

La armadura con orificio libre interior para pasarla por encima de la manivela K. El espacio entre la luz del inducido y el árbol está ocupado por un cubo interior partido. Los anillos rozantes para subdividir la tensión son colocados entre la dinamo y el cojinete K.

c) Corriente continua; sin volante adicional.

Construcción de la dinamo como en IIb, modelo O, pero armadura con llanta dentada.



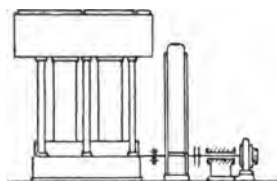
III. Máquinas verticales.

Las generatrices pequeñas de grandes velocidades, impulsadas por máquinas de vapor se combinan según las figuras adjuntas.

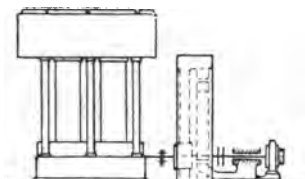
Generatriz: con árbol de un cojinete, con brida, un soporte de cojinete independiente, sin placa de fundación (modelo J). La carcasa y el soporte estan montados en la bancada escalonada y prolongada de la máquina de vapor.

El volante se puede colocar á voluntad entre el acoplamiento y el último cojinete del árbol de manivela ó entre la brida y la generatriz. En construcciones reducidas el mismo acoplamiento de brida puede formar el volante.

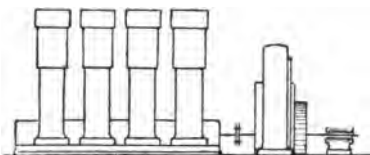
Para potencias mas elevadas, desde 50 H. P. proximately ó mas, se suprime generalmente la plataforma de fundación por razón á la construcción demasiado pesada.



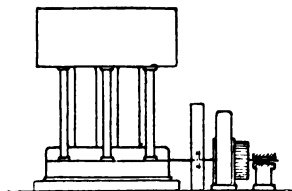
a) Corriente trifásica; con rotor interior. Alternador: con árbol bridado, de un cojinete un soporte de cojinete independiente en placa de fundación (modelo P). Rotor en forma de volante de una ó mas piezas, con llanta dentada. Exitatriz al aire.



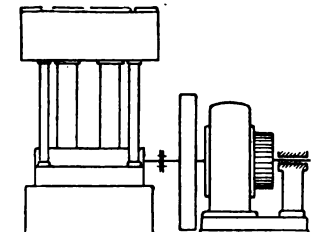
b) Corriente trifásica con rotor exterior (modelo P). Donde hay que poner grandes masas adicionales p. e. en alternadores accionados por motores Diesel, se recomienda la máquina de polos exteriores. Construcción como en IIIa.



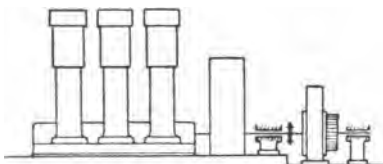
c) Corriente continua; sin volante adicional. Dinamo: con árbol bridado de un cojinete, un soporte de cojinete independiente en placa de fundación. (modelo P). Armadura: Volante armadura con llanta dentada.



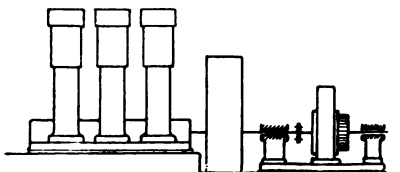
d) Corriente continua; con volante adicional. Dinamo: con árbol bridado de un cojinete, un soporte de cojinete independiente en placa de fundación (modelo P), volante formado por el acoplamiento.



Para grupos menores se dispone tambien una plataforma acortada para la generatriz y el soporte de cojinete independiente (modelo K), (arriba á la izquierda).



Para los volantes de mucho peso p. e. de generatrices accionadas por motores Diesel, se dispone un soporte de cojinete intermedio entre la brida y el volante.



Para grupos pequeños ó en caso de cimentación mala, la plataforma se prolonga para instalar el soporte intermedio. Este último generalmente se ha de suministrar con el motor (modelo T).

IV. Turbinas hidráulicas.

Hay que tener presente que el rotor de la generatriz, tenga la resistencia mecánica suficiente para el caso de embalsarse la turbina. El aumento de la velocidad puede representar hasta el 80 % de la normal. (Rotor de acero celado, según el caso, polos insertados á cola de milano.)

Las generatrices se pueden construir lo mismo en forma de máquina-volante como también con volante adicional; decidirá la cuestión del precio y emplazamiento. En los grupos pequeños están unidas al árbol de la turbina por un acoplamiento elastico (modelo L), en grupos mayores es preferible el acoplamiento rigido (modelo R ó L).

Construcción de la generatriz eléctrica: con dos soportes de cojinetes independientes en placa de fundición común (modelo L); para mayores potencias con placas de fundación independientes (modelo R). El árbol de dos cojinetes, tiene brida fija ó un extremo libre para recibir la mitad del acoplamiento elastico.

Las turbinas con árbol vertical requieren construcciones especiales para las generatrices, que se deben calcular en cada caso.

Grado de irregularidad y marcha en paralelo.

En oposición á las turbinas de vapor é hidráulicas y á los eléctricos que giran con una velocidad absolutamente uniforme, las máquinas de embolo tienen una velocidad irregular dentro de una rotación. Todas las máquinas por consiguiente están provistas de un volante para compensar la irregularidad; cuanto mayores sean las masas del volante tanto mas uniforme será la marcha y tanto menor el grado de irregularidad que sirve de calificación para la marcha de tales máquinas. Para obtener un alumbrado constante que no oscile, el grado de irregularidad no debe ser mayor de 1 : 150 proximamente.

En instalaciones de corriente continua es suficiente esta condición para obtener una buena marcha en paralelo de varios grupos eléctricos de la central. En las fábricas generatrices de corrientes alternas hay que obrar con precaución, porque la reacción de la carga en la red exterior puede ejercer una influencia perturbadora para el grado de irregularidad de las máquinas de la central. Los motores trifásicos asociados en paralelo pueden perder el sincronismo.

La marcha segura en paralelo de los motores trifásicos accionados por máquinas de vapor es garantizada solamente si el momento de inercia por cada kilovoltampere de potencia del alternador á 50 periodos y la velocidad correspondiente no se elige menor que el valor indicado en la tabla á continuación.

Momento de inercia en kgm^2 por cada kilovoltampere de potencia de los alternadores.

Momento de inercia en $\text{kgm}^2/\text{kilovoltampere}$	768	600	458	343	246	144	119	77	49	28	16	8	3
Revoluciones p. m.	94	100	107	115	125	143	150	167	187	215	250	300	375

Ejemplo: Una máquina de vapor tandem horizontal, 200 H. P. de potencia normal y 250 H. P. potencia máxima continua, á 125 r. p. m. ha de accionar un alternador trifásico con volante-rotor directamente acoplado. La máquina de vapor requiere para ún grado de irregularidad de

1:150 un momento de inercia de 32000 kgm². Rendimiento del alternador 90%; cos $\varphi = 0.8$.

La potencia del alternador se calcula según la formula dada al principio de este capítulo:

$$\text{Kilovoltampere} = \frac{225 \times 0.9 \times 0.736}{0.8} = 185 \text{ kilovoltamperes.}$$

A la velocidad de 125 r. p. m. se necesitan según la tabla precedente 246 kgm² por cada kilovoltampere. Para la marcha en paralelo se necesitan por consiguiente $185 \times 246 = 45500 \text{ kgm}^2$.

En caso de impulsión por motores de gas ó Diesel de 4 tiempos como también para otras frecuencias resultan condiciones esencialmente diferentes. En estos casos hace falta una consulta.

Motores-Generadores.

Aplicaciones:

1. Transformación de corrientes alternas en continuas y viceversa en los casos de no poderse emplear los convertidores de los cuales trataremos mas adelante;
2. Transformación de la corriente trifásica en monofásica, ó en trifásica de otra frecuencia;
3. Transformación de la corriente continua en continua de otra tensión (grupos de suplemento, compensación y regulación).

Nota á 1. Para la transformación de corriente trifásica en continua el motor de impulsión puede ser asincrono ó sincrónico. El motor asincrono permite una puesta en marcha facil, aparato de arranque para arranque con poca carga. El motor sincrónico por regla general requiere el acoplamiento en paralelo como los alternadores trifásicos. La velocidad del motor sincrónico es constante entre la marcha en vacio y á plena carga; cos $\varphi = 1$, por consiguiente mejora del factor de potencia. Otras mejoras por medio de sobreexcitación. Estas ventajas sin embargo solo tienen importancia para los de gran potencia. La puesta en marcha del motor sincrónico se hace ó por el lado de continua — en este caso se necesita un aparato de arranque para el 20% proximamente de la carga normal — ó por medio de un motor trifásico de arranque, cuya potencia para marcha de poca duración tiene que representar el 10% proximamente de la potencia del convertidor. Motor auxiliar para llevar aproximamente el sincronismo por aumento de la velocidad, y reostato de arranque para la disminución de velocidad correspondiente. El motor sincrónico requiere una corriente continua para la excitación (110 á 220 voltios), ó una excitatriz de corriente continua independiente. En construcciones especiales de los motores sincronos, el arranque se puede verificar por el lado de corriente trifásica empleando transformadores estaticos auxiliares. La corriente de arranque es en este caso aproximadamente $\frac{1}{2}$ de la normal.

Construcción: Hasta 150 kilovatios, tipo broqueles cojinetes; para mayores potencias, máquinas con soportes independientes forma caballete.

Emplazamiento separado, con acoplamiento elastico, ó plataforma común con acoplamiento rigido. Polos auxiliares en todas las dinamos de corriente continua. Para corriente continua de tensión constante, arrollamiento compound

Nota á 2. Para la transformación de corriente trifásica en monofásica ó en trifásica de otra frecuencia por regla general se necesitan dos máquinas sincronas. Puesta en marcha con motor de arranque.

Dinamo excitatriz que sea suficiente para la excitación de dos máquinas sincronas, en caso de no disponerse de corriente continua. El empleo de un convertidor de frecuencia para asociar en paralelo dos centrales nó se pueden recomendar porque con facilidad se presentan oscilaciones y sobrecargas si la potencia del motor generador resulta pequeña en proporción á la de una de las centrales.

Nota á 3. Los grupos para cargar acumuladores con máquinas de corriente continua para elevar la tensión requieren para los motores de corriente continua una regulación de velocidad para obtener la tensión de carga mas elevada; necesitan: reostato de arranque y regulación para arranque con poca carga. La potencia en vatios es constante, por consiguiente disminuye la intensidad de la corriente al aumentar la tensión. Si es trifásico el motor, hay que calcular su velocidad conforme á la tensión de la corriente continua mas elevada. Regulador en derivación especial (marca K). Máquina de continua con excitación en derivación; en caso de emplearse el arrollamiento compound, este tiene que ser desconectable para la carga.

Los grupos suplementarios necesitan siempre excitación separada. Para esto se precisa un regulador en derivación especial (marca Z). La potencia de la máquina adicional es determinada por la intensidad máxima y la tensión mas elevada, Elijase el motor correspondiente á la tensión mas elevada y las $\frac{2}{3}$ partes de la intensidad máxima. Reostato para regulación de velocidad y arranque con poca carga.



Motor-generador, compuesto de un motor trifásico, 1500 r. p. m, 2000 kW, dos dinamos corriente continua y una excitatriz.

Los grupos de compensación sirven para igualar las cargas en las dos mitades de la red de un sistema trifilar, y para mantener constante la tensión de las dos mitades. La potencia de cada máquina tiene que ser igual á la mitad de la corriente del hilo neutro multiplicada por la tensión simple. Se requieren dos reguladores en derivación y un aparato de arranque con borna para neutro. Excitación cruzada. En el acoplamiento de un grupo compensador con una máquina adicional (grupo de tres máquinas) las máquinas de compensación sirven de motores para impulsar la dinamo adicional.

Para la transformación de corriente continua en continua de otra tensión constante se recomienda emplear las conexiones inversas, porque los tipos y las perdidas resultan proporcionalmente menores.

Esto tiene cuenta solamente si la proporción de las tensiones es de 1:2 ó á lo sumo de 1:3.

Los grupos con dinamo suplementaria (elevador de tensión) para instalaciones de acumuladores se ejecutan en diferentes conexiones (Highfield, Pirani). La excitación de la dinamo sufre la influencia de la intensidad de la corriente de la red. Siempre es necesario hacer un calculo especial para lo que precisa indicar la tensión primaria de la corriente de la red, á la cual la tensión de la máquina adicional debe ser igual á cero, la corriente máxima de carga de la batería, y la corriente de descarga, duración 1 hora.

Los grupos de regulación se construyen con acoplamiento Leonard, ó adicional é inverso. Se emplean aparatos de arranque especiales y reguladores.

Convertidores (rotativos).

Aplicaciones.

Para la transformación de corriente trifásica en continua y viceversa.

Para potencias de 40 kilovatios proximately en adelante y tensión constante ó regulación de tensión dentro de los límites del $\pm 25\%$.

Para regulaciones de tensión superiores al $\pm 25\%$, como también cuando la red esta sujeta á alteraciones bruscas y grandes de tensión, siendo ademas necesario servicios en paralelo, tienen que emplearse los motores-generadores.

Ventajas de los convertidores.

Rendimiento elevado, precio de coste y espacio de emplazamiento reducidos, comparados con los motores-generadores.

Relación de tensiones.

Hasta 300 kilovatios proximately los convertidores se construyen con arrollamiento trifásico, para potencias mayores con 6 fases. En los convertidores trifásicos la relación entre la tensión trifásica y la de la corriente continua es de 0.615 á 0.66, en los convertidores hexafásicos de 0.71 á 0.76.

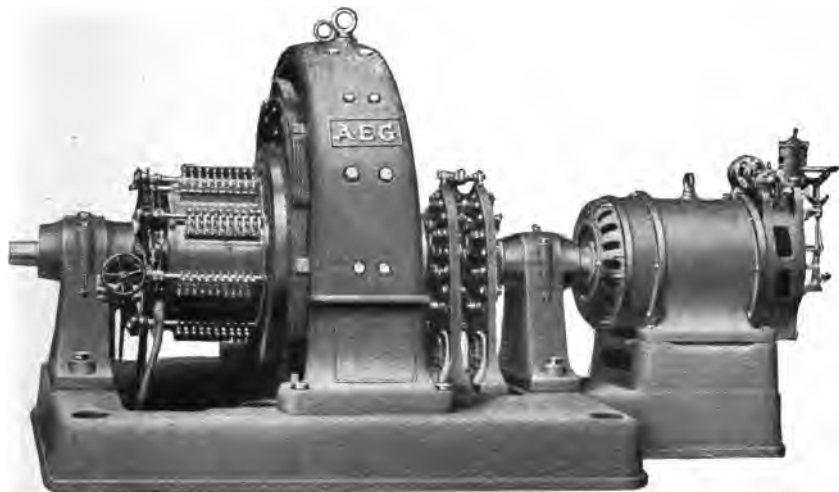
La relación de transformación es fija, y casi siempre es necesario un transformador para obtener la tensión de servicio requerida. La relación de transformación es constante para casi todas las cargas. La caída de tensión entre la marcha en vacío y á plena carga representa el 4% á lo sumo. Mediante el regulador en derivación es posible adaptar el factor de potencia cos $\varphi = 1$.

Si el convertidor tiene que trabajar en el sentido de corriente continua á trifásica ó en ambos sentidos, hay que tomar disposiciones especiales para lograr un funcionamiento constante.

Regulación de tensión.

Para la relación de tensión hasta del $\pm 5\%$ es cuestión de una bobina de reactancia, para la regulación hasta del $+ 25\%$ de un transformador rotatorio. El transformador rotatorio tiene la conexión Sumpner, pudiendose cambiar el arrollamiento primario con el secundario.

Su construcción es parecida á la de un motor trifásico. Regulando la tensión por la bobina de reactancia, aparece un decalaje de fases hasta $\cos \varphi = 0.8$. Por esta causa se necesitan bobinas inductoras reforzadas, además es algo mayor el convertidor. Si con una tensión trifásica variable se quiere producir una corriente continua de tensión constante por regulación automática, esta se puede verificar por medio de un revelador insertado en el circuito trifásico ó el de corriente continua que acciona la bobina de reactancia ó el transformador rotatorio. Condi-



Convertidor rotatorio que tiene montado un transformador rotatorio.

ción es que las alteraciones no sean demasiado rápidas, para que el regulaje pueda obedecer con suficiente rapidez, especialmente si se verifica por medio de un transformador giratorio. Si con una tensión trifásica constante se quiere obtener una corriente continua de tensión practicamente constante es suficiente un compoundaje junto con el empleo de una bobina de reactancia.

Arranque.

Entre los diferentes sistemas de arranque ocupa el primer lugar el arranque asincrónico. Para este efecto se pone el regulador en derivación en la posición de plena carga y el convertidor se conecta por medio de un interruptor con las bornas del arrollamiento secundario del transformador rotatorio que tiene una tensión parcial del 20 al 40% proximamente de la tensión normal. Habiendo alcanzado el convertidor la velocidad sincronica se le da la carga completa por medio de un conmutador, que para las máquinas de mayor potencia esta provisto de un contacto intermedio y una resistencia de conmutación; así se lleva la máquina automáticamente al sincronismo. La polaridad del circuito de corriente continua puede resultar distinta. Si los polos resultasen cambiados se puede hacer patinar el convertidor, desconectando y conectando repetidas veces el circuito trifásico, hasta que se obtenga la polaridad justa.

Otro medio de invertir los polos consiste en la inversión del campo de excitación. En los convertidores grandes, en los cuales la inercia impide cambios rápidos de la velocidad, la polaridad se puede asegurar abriendo el circuito de excitación poco antes de haber logrado el sincronismo, é insertándolo despues de haber obtenido la polaridad requerida. Contrariamente al arranque asincronico los dos procedimientos de arranque mas usados, indicados á continuación, necesitan una sincronización para el momento de la inserción. En ambos casos hay que observar las mismas reglas que para el acoplamiento en paralelo de los alternadores trifásicos. Estos sistemas son:

1. La puesta en marcha por un motor de arranque. (Vease: Motores-generadores, nota á 1.)
2. La puesta en marcha desde el circuito de corriente continua por medio de un reostato de arranque del 10 % proximamente de la corriente normal.

Marcha en paralelo.

Los convertidores trabajan en paralelo sin inconvenientes con otros convertidores, motores-generadores y baterías. Dificultades pueden nacer solo cuando aparecen alteraciones bruscas de tensión en la red trifásica, ó cuando las oscilaciones propias del convertidor encuentran resonancia con la de las máquinas de la red. El primer caso hace imposible un buen funcionamiento en paralelo. Para evitar la segunda dificultad hay que construir los convertidores adecuados para este servicio, y para este objeto hay que dar indicaciones exactas sobre la especie de los motores de las centrales trifásicas con las cuales ha de conectarse el convertidor. (Vease el cuestionario sobre convertidores).

Distribución trifilar.

Para emplear el sistema trifilar es suficiente con conectar el punto neutro secundario del transformador con el hilo neutro. Hay que tener presente que para un convertidor hexafásico también la bobina de reactancia ó el transformador rotatorio sea construido en para seis fases.

Rectificadores.

Sistema de funcionamiento.

El funcionamiento de los rectificadores de vapor de mercurio se basa en la eficacia de un recipiente casi vacío del aire y lleno de vapor de mercurio como válvula eléctrica. Estos vapores tienen la propiedad de dejar pasar la corriente eléctrica en un solo sentido, del ánodo al cátodo, ofreciéndole en el sentido opuesto una resistencia infinitamente grande. Este efecto se puede comparar con el de una válvula de retención. Si se conecta como es debido el rectificador con una red de corriente alterna, no puede haber flujo de corriente mas que del ánodo al cátodo. El cátodo en el rectificador, que es por supuesto el

polo negativo, forma por consiguiente el polo positivo de la red de corriente continua. El polo negativo de la instalación de corriente continua está unido al punto neutro de la red de corriente alterna. Así circula una corriente cerrada desde el arrollamiento secundario del transformador por cada uno de los anodos del rectificador alternativamente, y pasando por las barras colectoras del circuito de corriente continua vuelve al punto neutro, fig. 1.

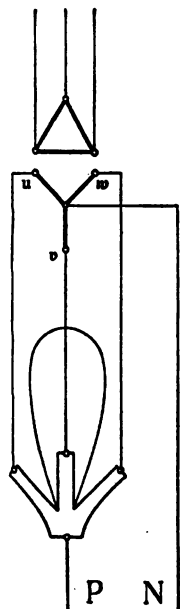


Fig. 1. Conexiones de un rectificador de vapor de mercurio.

Para la conducción de la corriente dentro del rectificador sirve el vapor de mercurio ionizado. La ionización se verifica por lo que se llama la mancha de cátodo, es decir el sitio donde los electrodos negativos salen del mercurio. Como la resistencia que ofrece el mercurio depende de la presión á la cual está sometido, y como solo á una presión muy baja las pérdidas son despreciables, hay que procurar que el aparato esté casi por completo desprovisto de aire.

El cátodo está formado por mercurio contenido en una capsula de hierro aislada del recipiente principal y refrigerada. Para poner en funcionamiento el aparato, el cátodo se calienta por medio de un arco auxiliar, para que se forme la mancha y se inicie el trabajo del rectificador. El mercurio es muy á propósito para este objeto, porque siendo muy baja la temperatura necesaria para su vaporización produce rapidamente el vapor conductor de corriente. A consecuencia del gran vacío existente se evita la oxidación del mercurio y no hay desgaste de este metal. Los vapores desarrollados son condensados en la capsula de refrigeración que está encima del cátodo. Para los ánodos en cambio se ha elegido el hierro.

Las pérdidas dentro del rectificador se componen de la pérdida de tensión ocasionada por el tránsito de los ánodos y el cátodo y de la caída de tensión que experimenta la corriente dentro del conductor gaseoso.

Mientras las pérdidas en la conmutación son independientes de la construcción, la caída de tensión en el arco, aunque insignificante en si, se puede reducir á un mínimo por disposiciones adecuadas de la construcción, es decir por una conducción acertada del arco luminoso.

Para juzgar un rectificador en lo referente á tensión, potencia y rendimiento, sirven las consideraciones siguientes:

1. La capacidad ó el efecto del rectificador es determinado por el número de amperes para el cual está construido y no por su potencia en kilovatios. Un rectificador p. e. del tipo de 500 amperes desarrolla á la tensión de 500 voltios de corriente continua una potencia de 250 kilovatios; el mismo tipo desarrolla á la tensión de 110 voltios de corriente continua solo 55 kilovatios.

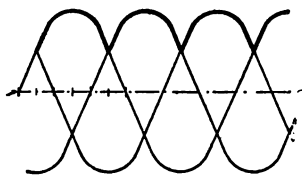


Fig. 2. Tensiones producidas en un rectificador de vapor de mercurio.

2. La caída de tensión dentro del arco de mercurio es independiente de la tensión emitida ó tomada, y casi independiente de la intensidad de la corriente ó de la carga. El rendimiento es por lo tanto casi constante entre una carga pequeña y la completa.
3. El rendimiento del rectificador depende de la tensión de la corriente continua (comparese también el punto 1) porque las pérdidas de voltaje en el rectificador quedan numericamente las mismas, siendo indiferente la tensión de la corriente continua desarrollada. Asi es p. e. el rendimiento de un rectificador de 500 amperios aproximadamente el 94.5 % á la tensión de 500 voltios, siendo el rendimiento del mismo tipo á la tensión de 110 voltios solamente el 75 % proxímanamente.

Conexiones.

Puesto que el rectificador, como anteriormente hemos explicado, no deja pasar la corriente mas que en un sentido, cada anodo del rectificador trabaja solo en aquel espacio de tiempo en que esta fase tenga un potencial mas elevado que las demas, fig. 2, con respecto al punto neutro.

No obstante se efectua en la parte primaria del aparato una compensación por la superposición de las ondas sucesivas, es decir que la carga de las fases es completamente identica. Puesto que los anodos del rectificador, como acabamos de indicar, solo llevan corriente durante una parte del periodo, el aprovechamiento del arrollamiento secundario del transformador es desfavorable, es decir que el arrollamiento secundario necesita mas cobre que el de un transformador para efectos normales. Por consiguiente se necesita un tipo de transformador que corresponda á la potencia 1.7 veces mayor que la de la corriente continua desarrollada.

Para la continuidad de la marcha del rectificador es preciso que no se extinga la mancha del catodo. La desaparición de la corriente por una fracción de segundo es suficiente para rebajar la temperatura del gas tal que no vuelva á encenderse. Esto se repetiría con la corriente monofásica cada vez que pasara por el valor cero, si no se procurase por medio de la inserción de una bobina de reactancia, que las semiondas se cubran en parte. Estas reactancias que para la corriente trifásica por la superposición de las fases no serian necesarias, tienen al mismo tiempo otro objeto, el de suavizar las curvas con las cuales nace la corriente continua.

La bobina de reactancia tiende á impedir el ascenso de la corriente y á retardar el decrecimiento, produciendó cierta inercia. Por causa de esta inercia eléctrica la bobina de reactancia alimentada por corriente alterna acumula una parte de la energia durante el incremento de la corriente y la devuelve ál decrecer la corriente.

La puesta en funcionamiento del rectificador se verifica introduciendo por medio de un anodo auxiliar un arco auxiliar. Si durante el servicio la corriente continua tomada sufre muchas interrupciones, como en tranvías, gruas, etc. el arco auxiliar tiene que permanecer encendido, ó hay que evitar la interrupción de la corriente principal por medio de una pequeña carga permanente.



Fig. 3. Rectificador trifásico de ampolla de vidrio.

Ventajas.

Resumiendolas brevemente las ventajas del rectificador son las siguientes:

Rendimiento casi constante para cualquier carga.

Puesta en marcha y entretenimiento sencillos, sin necesidad de sincronización alguna.

Desgaste insignificante, porque no hay organos movibles.

Marcha absolutamente silenciosa.

Peso insignificante y por lo tanto cementación innecesaria.

Gran facultad de soportar sobrecargas instantaneas é insensibilidad contra sobrecargas bruscas.

Reserva muy equitativa, porque la instalación de varios grupos no disminuye el rendimiento.

Rectificadores de ampolla de vidrio.

Hasta 100 amperios se emplean ampollas de vidrio dentro de las cuales se verifica la transformación, fig. 3. Además contiene el rectificador todos los aparatos de conmutación y regulación montados en un cuadro de distribución. Se construyen para corriente de 5, 10, 20, 30 y 40 amperios, fig. 4, y para corriente trifásica de 30, 40, y 100 amperios, fig. 5,

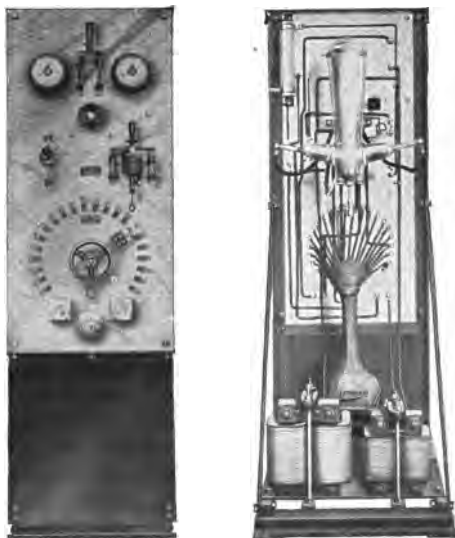


Fig. 4.

Vista anterior y posterior de un rectificador de corriente alterna de 20 hasta 40 amperios.

siendo aplicables para cualquiera de las tensiones mas usuales á intensidad constante, desarrollando una potencia tanto mas elevada cuanto mas alta es la tensión. La tensión de la corriente continua producida guarda una relación determinada con la de la corriente trifásica absorbida, siendo la tensión entre fases de la corriente trifásica igual á 1.6 la de la corriente continua + 28 voltios. Resultan pues para 220 voltios de corriente con-

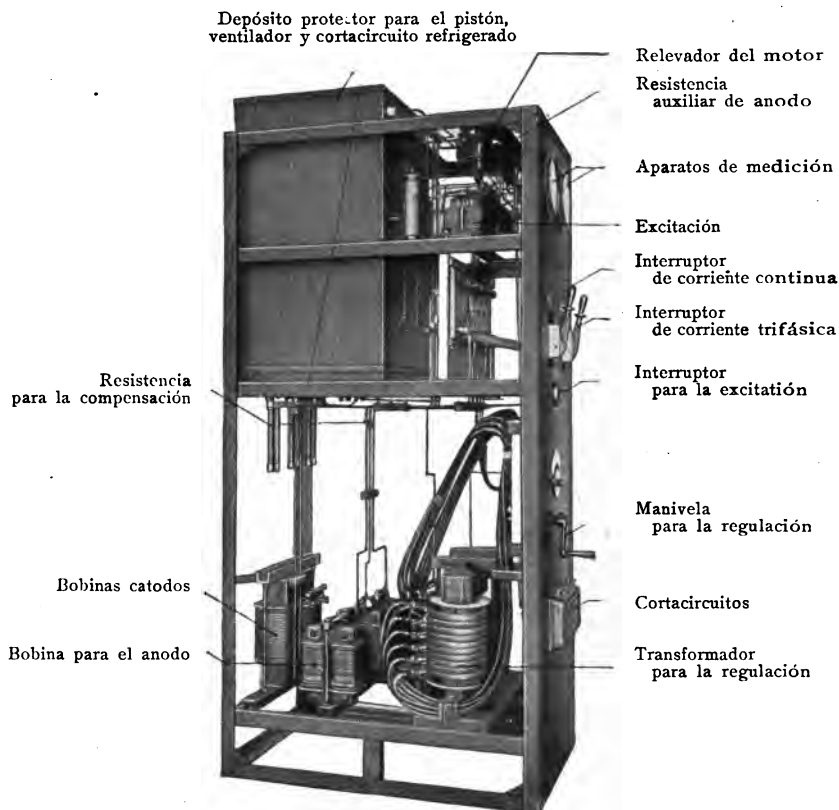


Fig. 5. Rectificador para 100 amperios.

tinua 380 voltios justos de corriente trifásica, y para 120 voltios de corriente continua 220 voltios justos de corriente trifásica. Estos valores permiten en muchos casos el acoplamiento directo á una red trifásica, si es posible el acceso al hilo neutro de la red, que ha de formar el segundo polo de la red de corriente continua, fig. 1. El hilo neutro tiene que conducir por consiguiente la intensidad completa de la corriente continua y no debe comunicarse con tierra puesto que pondría á tierra un polo de la red de corriente continua.

Donde por estas causas no es posible la conexión directa con una red trifásica, hay que instalar un transformador especial con montaje en triángulo-estrella ó en estrella-zigzag. Este transformador tiene que ser calculado para 1.7 veces la corriente continua. (Vease „Connexiones“.)

El acoplamiento en paralelo de los rectificadores se dispone de modo que se inserta automáticamente otro rectificador en cuanto la carga suba demasiado para la capacidad de los rectificadores en servicio. En las redes trifilares de corriente continua los rectificadores trabajan en los hilos exteriores, mientras que la división de tensión se verifica por medio de acumuladores ó un grupo de compensación rotatorio.

Rectificadores con recipiente de hierro.

Para intensidades mayores de 100 amperios — aparte de la asociación en paralelo hasta de 5 unidades — se construyen rectificadores con cilindro de hierro en vez de la ampolla de vidrio para 250 y 500 amperios, también aplicables á cualquier tensión, fig. 6. Mientras la ampolla de vidrio tiene una duración limitada por causa de la disminución paulatina del vacío (algunos miles de horas de marcha), el rectificador se mantiene á igual grado de vacío por medio de una bomba neumática. Al equipo de un rectificador de gran potencia pertenecen la bomba para hacer el vacío, el transformador para el encendido y una serie de aparatos auxiliares.

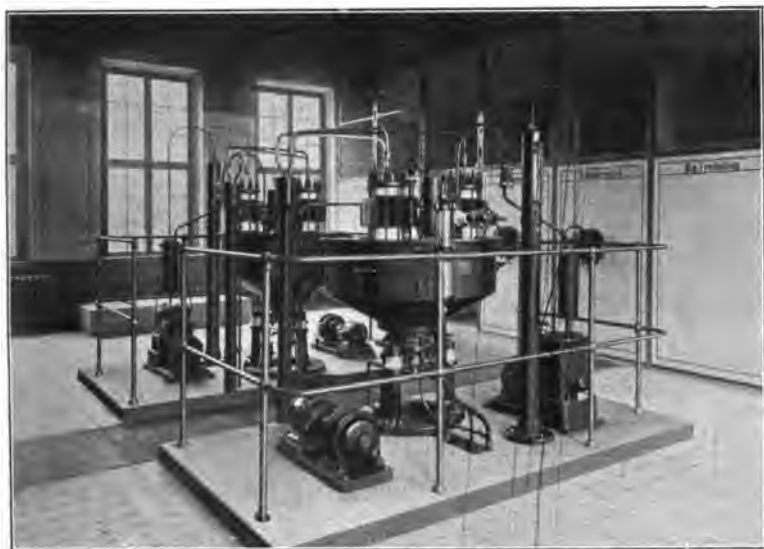


Fig. 6.

Dos rectificadores de grandes dimensiones para 500 amperios y 470 voltios corriente continua.

Aplicaciones.

Los rectificadores para corriente monofásica de poca potencia se emplean entre otras aplicaciones para la carga de baterías de telefonía, baterías de inflamación eléctrica, lámparas de proyección, etc.

Las de corriente trifásica de potencias medias, para conectar instalaciones de corriente continua con redes trifásicas, en muchos casos para el socorro de las dinamos en servicio, como reserva momentánea y como sustituto de las baterías de acumuladores.

Los rectificadores de gran potencia se emplean para conectar poblaciones enteras con las centrales interurbanas, para el servicio de tranvías, etc.

Aparatos elevadores.

Condiciones generales de trabajo.

El equipo eléctrico de un aparato para elevación comprende:

- a) Motores.
- b) Aparatos de maniobras.
- c) Dispositivos de seguridad.
- d) Levanta-frenos.
- e) Conductores de toma de corriente.
- f) La instalación de distribución y el montaje.

Los equipos de los aparatos elevadores están sujetos á las condiciones de trabajo del servicio intermitente que está caracterizado por la alternación continua de inserciones de poca duración é intervalos de reposo de mayor duración.

El periodo de trabajo dura generalmente menos de un minuto, el de reposo varios minutos. — La inserción se verifica alternativamente en sentidos diferentes; á la elevación sucede la bajada, al movimiento hacia adelante, el retroceso, porque los recorridos de elevación y de locomoción están limitados en ambos sentidos. Por consiguiente se requieren para el servicio de los aparatos elevadores un número elevado de conmutaciones (manipulaciones). — Las cargas á transportar se diferencian mas ó menos en su peso. El calculo del equipo eléctrico se basa en la carga máxima (plena carga), y la potencia del motor necesaria para mover la carga completa con la velocidad normal se designa como capacidad á plena carga.



Las condiciones de trabajo del servicio intermitente se caracterizan por los cuatro valores característicos siguientes, que se han de averiguar aproximadamente antes de elegir el equipo eléctrico.

Valor característico 1. **La duración de marcha en tantos %**, es decir aquella parte del tiempo total de servicio, durante la cual el motor está insertado.

$$\text{Duración de marcha en tantos \%} = 100 \times \frac{\text{tiempo de marcha}}{\text{tiempo de marcha} + \text{descanso}}$$

La duración de marcha del 15 % se considera como servicio ligero (grua para casa de máquinas).

La duración de marcha del 25 % se considera como servicio normal (grua para talleres de mucho movimiento).

La duración de marcha del 35 % se considera como servicio fuerte (grua para fábricas de acero).

Valor característico 2. **La carga en tantos %**, es decir la relación entre la carga media de servicio y la carga completa (máxima).

$$\text{Carga en tantos \%} = 100 \times \frac{\text{carga media proporcional}}{\text{plena carga}}$$

entendiéndose como carga la suma algebraica de la carga efectiva + la carga muerta.

Las cargas en tantos % menores del 50 al 60 % se consideran como cargas alternativas.

Los motores de elevación para mercancías (fardos) tienen carga alternativa, los motores de traslación de las gruas en cambio generalmente carga completa.

Valor característico 3. **El trabajo acelerado**, para llevar las masas á la velocidad normal está caracterizado por aquel „tiempo de aceleración“ durante el cual es necesario trabajar con el doble valor del par normal á plena carga. La duración y el número de aceleraciones en las inserciones por hora, determinan juntos el suplemento necesario para la potencia del motor, por razón al trabajo acelerado p. e. para el motor de traslación de una grua para fábrica de acero.

Valor característico 4. La frecuencia de conmutaciones es decir el número de maniobras del aparato de distribución durante una hora de servicio, junto con las exigencias impuestas á la **régulación**, caracterizan el servicio de conmutación. El servicio de conmutación normal, con 150 maniobras por hora como máximo, exige un arranque suave sin choques (grua para talleres). — El servicio de conmutación para arranque y regulación, con 150 á 300 maniobras por hora como maximum, requiere un arranque suave y una regulación bien graduada (grua para fundiciones). El servicio de conmutación fuerte (para aceleración), con 200 hasta 600 maniobras como máximo requiere una aceleración rápida de masas á veces muy pesadas (gruas para fábricas de acero).

La importancia de los cuatro valores característicos para los organos del equipo eléctrico es el siguiente:

El motor tiene que calcularse tanto mas potente cuanto mayores sean estos valores. Para los aparatos de maniobra tienen importancia solo los valores 3 y 4. Para el calculo de los mecanismos de seguridad hay que guiarse por el valor 4 para el de los levanta-frenos por el 1, y para el de los frenos trifásicos por el 3.

a) Motores.

La capacidad de carga de un motor es determinada por los límites de temperatura establecidos por las normas para la verificación y calificación de las máquinas eléctricas.

Para los motores de servicio intermitente las normas exigen solo hasta ahora se contrasten las placas de estos con las potencias admisibles para diversos periodos de tiempo de marcha 30, 45, 60 y 90 minutos teniendo en proyecto de sustituir la potencia á base del periodo de marcha por la potencia según la duración de marcha en tantos % del tiempo de servicio, lo que es mas equitativo con respecto al trabajo efectivo.

Serie de admisibilidad de carga

para los motores destinados al servicio intermitente.

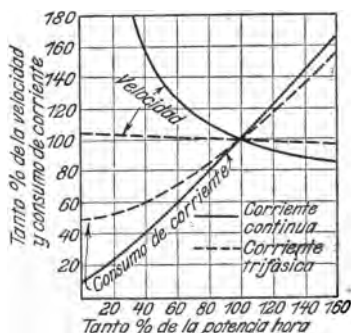


Fig. 1.

Velocidad y consumo de corriente en función de la potencia del motor.

Serie de capacidad de carga	Con-diciones del servicio	Carga de	Duración de la marcha referente al tiempo de servicio en tantos %
I	ligero	alternativa	15 %
II	ligero	completa	15 %
	normal	alternativa	25 %
III	normal	completa	25 %
	fuerte	alternativa	35 %
IV	fuerte	completa	35 %

La AEG indica ya en sus listas y en las „series de admisibilidad de carga“ al lado de las potencias á base del tiempo de marcha (inserción) también las potencias á base de la duración proporcional del funcionamiento (vease el valor característico 1), según la tabla á continuación.

Para corriente continua se emplean los motores en serie, que desarrollan mucha fuerza durante el periodo de arranque, y con la disminución de la carga aumentan su velocidad, fig. 1.

Para corriente trifásica se emplean los motores asincronos con rotor de anillos rozantes, cuya velocidad y corriente tomada está representada en la figura 1. Para estos motores el aumento de velocidad al disminuirse la carga es insignificante. Los motores trifásicos con inducido en corto se emplean solo para los pequeños aparatos de elevación.

b) Aparatos de maniobra.

Con los aparatos de maniobra se fija la marcha hacia adelante y hacia atras y el freno, se pone en marcha el motor y se regula su velocidad. Sobre las clases de aparatos y su empleo vease la tabla de la pagina 223.

Se distinguen tres construcciones de aparatos de gobierno:

1. Controlers ó reguladores, en los cuales una serie de anillos de contacto giran hacia los contactos fijos de forma lengüeta, fig. 2.



Fig. 2. Controler.

2. Conmutadores de regulación. En estos se efectúan las conexiones por conectadores aislados con contactos rodadores de cobre. Se accionan por medio de placas exentricas, colocadas en un eje giratorio, fig. 3.

3. Reguladores de seguridad. En estos se ejecutan las conexiones por medio de conectadores especiales provistos de contactos rodadores de cobre, accionados por un eléctro-

man, fig. 4. La corriente que acciona los conectadores automaticos se inserta por medio de un controler de accionamiento, tal vez en forma de la fig. 2, cuyas dimensiones sin embargo son pequeñas, aun para capacidades de conmutación muy grandes.

Los controlers son destinados para el servicio de maniobra normal, los conmutadores de regulación y los reguladores de seguridad para servicios fuertes (los últimos para capacidades elevadas).

Fig. 4.
Contactor.

Los aparatos de maniobra se pueden accionar de diversos modos. Debiendo tenerse en cuenta que para maniobras normales y regulación de marcha lo mas indicado es el volante, mientras para los servicios fuertes merecen la preferencia los manipuladores de palanca universal, porque simplifican mucho la maniobra.



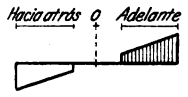
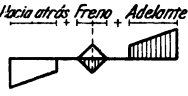
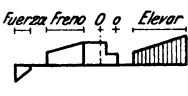
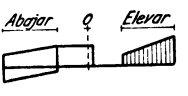
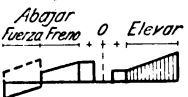
Fig. 3. Conmutador de maniobra.

Tabla de los aparatos de maniobras.

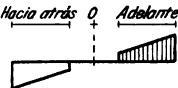
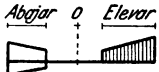
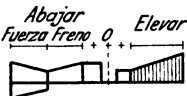
Servicio de conmutación	Número de maniobras por hora	Capacidad de conmutación en tantos % de la indicada en las listas			Aparato de accionamiento	Ejemplos
		Controler	Conmutador de regulación	Regulador de seguridad		
Ligero	hasta 50	125 %	—	—	Polea para cuerda Volante	Elevadores de pequeñas potencias Gruas para casas de máquinas
Normal	hasta 150	100 %	—	125 %	Volante Palanca Manipulador universal	Gruas para talleres Cargadores Gruas para cambio de cilindros
Arranque y regulación	150 hasta 300	90 %	—	125 %	Volante	Gruas para fundiciones Gruas para martinets
Fuerte	200	80 %	125 %	125 %	Volante	Gruas de dragas
	400	65 %	100 %	100 %	Palanca	Gruas para fábricas de acero
	600	—	100 %	100 %	Universal	

En las tablas á continuación se da un estado de las conmutaciones usuales para el servicio de tracción y de elevación, los aparatos de conmutación y su aplicación mas adecuada. Los diagramas de conmutación dan á conocer las propiedades de las conexiones en cuestión. En el sentido horizontal se ha indicado el camino de conmutación y en el sentido vertical el valor aproximado de la capacidad de conmutación y en la aplicación al freno el momento de freno.

**Tabla de conmutaciones
de los aparatos de maniobra para corriente continua.**

Conmutaciones	Construcción	Aplicaciones
Servicio de tracción		
Locomoción 	Controler pequeño, tamaños 00 á L1	solo para servicio normal
	Controler tamaños I á V	p. todos los servicios
	Conmutadores de regulación	p. servicio fuerte
	Regulador de seguridad	p. servicio fuerte
Movimiento y freno 	Controler pequeño, tamaños 0 y L1	solo para servicio normal
	Controler tamaño I á V	p. servicio normal y fuerte
	Conmutador de regulación	p. servicio fuerte
	Regulador de seguridad	p. grandes capacidades y servicio fuerte
Servicio de elevación		
Bajada con freno 	Controler, tamaños II á V	para servicio normal
Bajada con fuerza 	Controler pequeño tamaño L1	solo para servicio normal
	Controler, tamaño II á V	para servicio de arranque y regulación y cero fuerte
	Conmutador de regulación	para servicio fuerte
	Regulador de seguridad	para capacidades grandes y servicio fuerte
Bajada con fuerza y freno 	Regulador de seguridad	para grandes capacidades y servicio fuerte

**Tablas de conmutaciones
de los aparatos de maniobra para corriente trifásica.**

Conmutaciones	Construcción	Aplicaciones
Servicio de tracción		
Marcha 	Controler pequeño, tamaños 00 á L1	solo p. servicio normal
	Controler, tamaños I á V	p. todos los servicios
	Controler con desconectores de seguridad de estator III á V	para capacidades mayores en todos los servicios
	Commutador de regulación	p. servicio fuerte
	Regulador de seguridad	p. grandes capacidades y servicio fuerte
Servicio de elevación		
Bajada con sobreexcitación en avance 	Controler, tamaños I á V	para todos los servicios
	Controler con desconectores de seguridad de estator III á V	para capacidades mayores en todos los servicios
	Commutador de regulación	p. servicio fuerte
	Regulador de seguridad	p. grandes capacidades en todos los servicios
Bajada con freno y contracorriente 	Controler, tamaño IIIa	para pequeñas capacidades p. gruas de montaje
	Controler, con desconectores de seguridad de estator tamaños III á V	p. capacidades p. gruas de montaje y draga
	Regulador de seguridad	p. capacidades grandes p. gruas de montaje y draga

Referente á estas tablas hay que observar: **Los servicios de tracción** (tracción) requieren conexiones idénticas para ambos sentidos de rotación del motor. El frenado de parada se verifica en los aparatos con „conexiones para locomoción“ por un freno mecánico, en ciertos casos con la ayuda de un electroimán freno. Para corriente continua se emplean además, especialmente para servicio de conmutación fuerte las „conexiones para locomoción y freno“ — freno eléctrico de corto circuito, cuyo efecto se debe reforzar por un freno mecánico, si las fuerzas vivas son grandes. Para el servicio de arranque y regulación no se pueden emplear las conexiones para locomoción y freno, porque para una parada exacta hace falta el freno mecánico.

Tratándose de motores trifásicos con las conexiones para locomoción y freno se puede frenar sin perjuicio con contracorriente. Este frenado se puede emplear lo mismo para servicios de conmutación normal como fuerte; para servicio de arranque y regulación en cambio hay que emplear un freno mecánico.

Servicio de elevación. Para corriente continua se emplean casi exclusivamente los aparatos de gobierno con conexiones para freno. (Referente á las clases y el empleo vease la tabla pag. 224). Para cor-

riente trifásica se emplean primero las „conexiones para marcha“ en la forma del sistema para bajada con sobreexcitación en avance. Exigencias mayores, p. e. si las cargas son muy pesadas, requieren las conexiones para bajada con freno. En este sistema se inserta el motor en las posiciones „Bajada freno“ en el sentido de la elevación, pero con tanta resistencia en el circuito del inducido, que el motor es arrastrado por la carga. A las posiciones „Bajada, freno“ siguen las posiciones „Bajada, fuerza“ para cargas mas ligeras ó bajadas con sobreexcitación en avance para pesos que arrastran el motor.

Resistencias. Para pequeñas intensidades se componen de alambres; mayores, de espiras de hierro fundido. Se distinguen los elementos de resistencia para servicio normal, de regulación y fuerte. Los reostatos se montan casi siempre separados de los aparatos de maniobra y estan unidos á ellos por conductores aislados.

e) Dispositivos de seguridad.

Para evitar que por la fuerza de inercia adquirida el aparato pase de los limites de servicio y pueda dar lugar á desgracias, se emplean los desconectores automaticos de fin de carrera, y que cerca de la posición final cortan el circuito del motor y accionan el freno. Los desconectores de terminación de carrera se construyen en las formas siguientes:

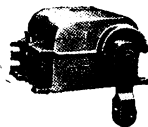


Fig. 5.
Desconector
de palanca.



Fig. 6.
Desconector de husillo.



Fig. 7.
Desconector de
fin de carrera
forma estrella.



Fig. 8. Imán
levanta frenos.

- Desconectores de palanca con muelle para el retroceso de la palanca, fig. 5, para accionamiento lineal.
- Desconectores de husillos, fig. 6, para árboles motores de poca velocidad.
- Desconectores de rueda de estrella, fig. 7, para accionamiento por perno de tope (para los carros de tractores y gruas).

Ademas de los desconectores de terminación de carrera sencillos se pueden emplear también los desconectores de contorno y los de seguridad con reducción de velocidad, con los cuales se disminuye forzosamente la velocidad de traslación en la terminación de la carrera, para que sea corto el camino recorrido por inercia.

Los disyuntores de máxima y los desconectores de seguridad con disyunción automatica de cero protegen el motor contra sobrecarga, y á toda la instalación contra los peligros que podría provocar una falta temporal en el suministro de la corriente.

d) Levanta-frenos.

Para levantar el freno mecanico de parada se emplean los electroimanes para levantar los frenos, y para corriente trifásica también los levanta-frenos de motor para mayores esfuerzos de elevación. En los levanta-frenos de electro (tipo para



Fig. 9.
Motor levanta frenos.

corriente continua, fig. 8), se verifica el movimiento de levantar el freno por un pistón. En los levanta-frenos de motor, fig. 9, el freno es levantado por medio de una manivela movida por un motor.

e) Conductores de toma de corriente.

Los conductores de toma de corriente para gruas y tractores, que transmiten la corriente á los aparatos de maniobra y á los motores, se tienden sueltos entre dos puntos de suspensión terminales y son sostenidos en distancias determinadas, fig. 10, ó se colocan fijos en aisladores, fig. 11.

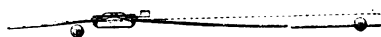


Fig. 10. Hilo de toma de corriente tendido entre dos apoyos terminales.

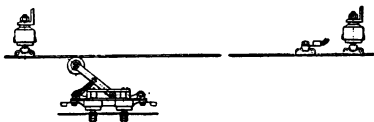


Fig. 11. Hilo de toma de corriente sujeto en aisladores.

Los montados sueltos se emplean principalmente para tractores y trayectos principales cortos si la velocidad no es mayor de 90 m. próximamente por minuto y la sección del conductor de cobre no pasa de 80 mm². Se pueden alimentar solo por los puntos terminales. Los fijos son destinados para servicio fuerte y velocidades mayores.

Para las gruas giratorias se suministra la corriente por un mecanismo de contacto con anillos rozantes.

Para las gruas giratorias locomoviles, gruas de portada y puentes cargadores el suministro de corriente por cable aéreo ofrece dificultades, y el hilo de contacto para traslación se aloja en una canal subterránea.

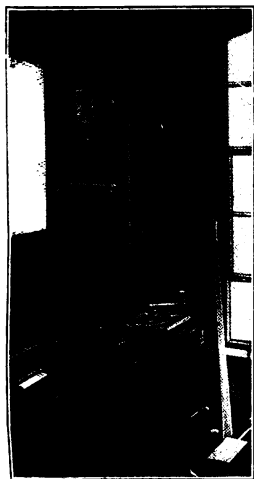


Fig. 12. Caseta del mecanismo con controlador de fundición.

f) Instalación de distribución y montaje.

El cuadro de distribución abierto se substituye cada vez mas por el aparato de distribución con caja de hierro, fig. 12, que encierra la palanca del interruptor y los dispositivos de seguridad ó relays, para resguardarlos de la humedad, suciedad y contacto extraño.

Para los conductores de unión en las gruas se emplean los hilos protegidos y los hilos armados con flejes que se distinguen por una armadura especialmente fuerte.

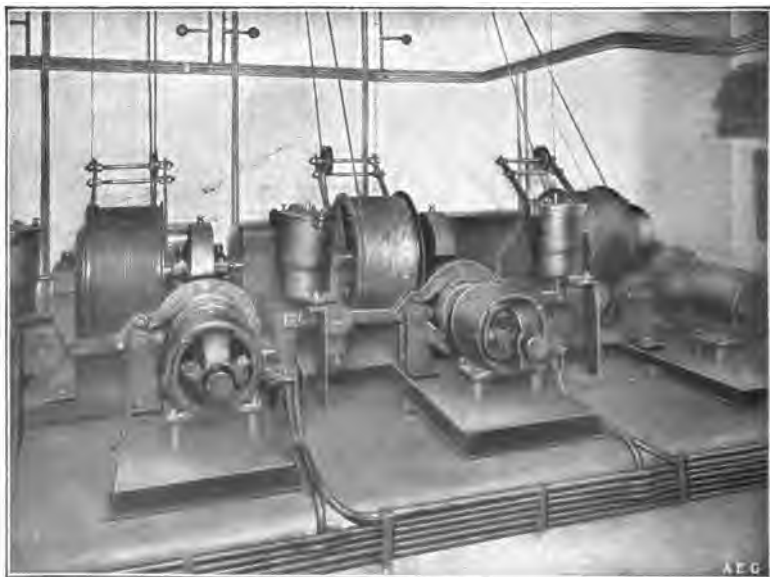
Ascensores.

Generalidades. También las instalaciones para la impulsión eléctrica de ascensores está sujeta á las condiciones de trabajo del servicio intermitente. Comprenden:

- a) Motores.
- b) Aparatos de conmutación (maniobra) y resistencias.
- c) Dispositivos de seguridad.

Para el calculo de los eléctromotores para los ascensores hay que tener en cuenta:

1. El peso de la carga efectiva. Esta compensada por regla general en la mitad por contrapesos.
2. La velocidad de su funcionamiento. La normal para monta-cargas es de 0·2 á 0·5 m. por segundo, y para ascensores para personas no pasa de 0·7 m. por segundo. Para aplicar velocidades mas elevadas se necesitan construcciones especiales. (Disminución de la velocidad antes de las paradas y según el caso varios grados de velocidad.)
3. Las condiciones de servicio. El servicio se considera como normal, si no se hacen mas de 20 ascensiones por hora, y si las marchas y los reposos se reparten por igual. (Casas particulares, etc.) Como servicios intensivos se consideran los que requieren mas de 20 ascensiones por hora ó que tienen una aglomeración de servicio durante unas pocas horas. (Bazares, hoteles, etc.)



Tornos eléctricos para ascensores.

Motores. La potencia y velocidad del motor son determinadas por la construcción del ascensor, el peso de la carga á elevar y la clase de servicio. Si la mitad de la carga efectiva es compensada por contrapesos, la potencia del motor se calcula según la formula siguiente.

$$\text{Potencia en H. P.} = N = \frac{1/2 Q \times v}{75 \times \eta}, \text{ siendo}$$

Q = la carga efectiva en kg.,

v = la velocidad en m. p. segundo,

η = el rendimiento de la parte mecanica.

Esto bajo la suposición de estar equilibrado por contrapesos el peso de la jaula.

En el servicio normal se emplan motores para marcha intermitente de 30 minutos, en el servicio intensivo, motores para 60 minutos de marcha.

Aparatos de maniobra (gobierno):

1. Maniobra por volante ó cuerda.
2. Maniobra por pulsadores.
3. Maniobra por palancas.

1. En el sistema de **maniobra por volante ó cuerda** el aparato de arranque é inversión de marcha se acciona mecanicamente tirando de una cuerda.

El sistema de maniobra por cuerda es en sus organos el mas sencillo, pero necesita para su manejo un conductor experto. Tirando de una cuerda de distribución se hace subir ó bajar el ascensor. Volviendo á su posición inicial la cuerda, la jaula se puede detener en cualquier punto de su trayecto. Disponiendo la cuerda de la manera adecuada, se puede manejar desde la jaula, fuera de ella ó desde ambos sitios.

Un mecanismo de cierre, del que trataremos en el „Dispositivos de seguridad“ impide que la jaula se ponga en movimiento sin que esten cerradas todas las puertas que dan acceso á ella. Ademas efectua la desconexión del motor en cuanto la linea no tenga corriente. (Automatico de mínima.)

2. En el sistema de **maniobra por pulsadores** el aparato de arranque é inversión es accionado á distancia por medio de un mecanismo eléctrico. Oprimiendo el boton, el ascensor se puede enviar desde cualquier piso á cualquier otro. Esta manipulación no requiere habilidades ni conocimientos. Se emplea por consiguiente siempre que el ascensor es manipulado no solo por un conductor sino también por otras personas, p. e. en casas particulares é instalaciones analogas. Para los ascensores para personas el cuadro de pulsadores tiene uno para „parada“. Al oprimir este boton el ascensor se detiene en el acto. Los pulsadores cerca de la puerta del hueco del ascensor para personas sirven para hacer venir el ascensor vacio al sitio de parada desde donde se quiere utilizar.

Para excluir por completo todo accidente, los ascensores para personas se proveen del mecanismo de cierre mencionado en el 1.

3. En el sistema de **maniobra por palanca** el aparato de arranque é inversión de marcha es accionado eléctricamente como en el sistema de pulsadores; solamente que la carrera no es regulada automaticamente si no ha de ser limitada por la mano.

El sistema por palanca se emplea solo donde se dispone de un conductor para el ascensor, como en bazares, hoteles, etc. Este sistema permite una parada exacta á cualquier carga, mientras en la maniobra por pulsadores no se pueden evitar pequeñas diferencias (de 2 á 4 cm.) por causa de la dilatación del cable, si las cargas son muy desiguales.

Sistema de cierre como en el 1.

Todos los sistemas de maniobra pueden ser provistos de un contador de distancia recorrida para fines estadísticos, que por medio de un mecanismo de relojería con cifras permite en cualquier momento la lectura del trayecto recorrido por la jaula.

Los aparatos de maniobra por pulsadores y por palanca pueden ser provistos de un indicador que marque „En marcha“ ó de un cuadro indicador del sitio donde se encuentra la jaula.

Dispositivos de seguridad. La elección de los aparatos de seguridad se debe hacer á base de las disposiciones oficiales del sitio donde haya de funcionar el ascensor.

El sistema de cierre AEG (patente alemana) para las puertas de los huecos de ascensores satisface todas las exigencias establecidas referente á la „instalación y el servicio de ascensores“.

Las puertas del hueco del ascensor tienen que ser cerradas automáticamente por el aparato de conmutación. Solo aquella puerta delante de la cual se haya parado el ascensor podrá abrirse. Todas las demas tienen que estar bien cerradas por dos cerrojos. El movimiento del ascensor tiene que ser impedido hasta que esten cerradas todas las puertas de acceso. El cierre ha de ser imposible de ser burlado, aun empleando medios ilícitos. Para llenar estas condiciones hay que disponer:

1 electroiman para el cierre de las puertas,

1 contacto central de puerta,

1 cerradura de pestillo para cada puerta del hueco.

Las cerraduras de pestillo se comunican con el electroiman de cierre por medio de un sistema común de palancas, que se construyen lo mejor con tubos de gas. Encima de cada puerta hay ademas una varilla oscilante para el cierre y en la jaula un gancho para abrir el cierre. El peso de los vastagos debe ser compensado por contrapesos. Los vastagos, varillas oscilantes, contrapesos y ganchos para el desenganche deben de ser acomodados, al organizar la parte mecánica, á las condiciones locales. Donde hay cuerda de maniobra, los vastagos de cierre pueden ser movidos por la cuerda, y no hace falta electroiman. En lo demas se puede obtener el cierre de la maniobra mientras esté abierta alguna puerta, de la manera conocida por medio de las varillas oscilantes, y la conexión del contacto central de la puerta de la misma manera que en los sistemas de maniobra por pulsadores y por palanca.

Locomotoras Eléctricas.

Generalidades. Las locomotoras eléctricas se construyen por razón á la fabricación barata, plazo corto de entrega y suministro mas facil de las piezas de recambio, como tipos fijos. Estos estan adaptados á las diversas aplicaciones de la industria y agricultura. Se construyen: 1. Locomotoras de via normal (ancho de via 1435 mm.), para alimentación por linea aerea, por acumuladores y mixta. 2. Locomotoras de via estrecha (ancho de via de 450 á 1200 mm.), para alimentación por linea aerea, acumuladores y mixta. Construcciones especiales del segundo grupo son las locomotoras para desmonte de terrenos (ancho de via 900 mm.) y locomotoras para servicio interior de minas (ancho de via de 450 á 700 mm.). Las tablas al fin de este capitulo informan sobre la potencia y características de cada clase de locomotoras. La velocidad de las locomotoras oscila entre 10 y 20 km. por hora.

Clase de corriente: para ferrocarriles industriales, exclusivamente de corriente continua.

Tensión: 250 voltios para vias de galerias en las minas de hulla, con la altura mínima de 1.8 m. del hilo de corriente para vias de fábricas de poco recorrido y potencias. 550 voltios para vias en galerias de minas de potasa y minerales con la altura mínima de 2.3 m. del hilo de corriente; para vias portatiles y para vias de recorrido medio en fábricas. 1100 voltios para vias de desmontar en minas de lignito y para vias industriales de mayor importancia.

Potencia de los motores. Los motores para locomotoras son contrastados con potencias á base de una hora de marcha. Por medio del calculo se determina el trabajo que ha de desarrollar el motor durante el tiempo de servicio, y se examina si el calentamiento ocasionado por



Fig. 1. Locomotora de via normal con linea de contacto aerea.

este trabajo teniendo en cuenta la refrigeración producida en el tiempo de reposo no perjudica el motor mas que la marcha durante una hora con la potencia hora contrastada. La potencia del motor depende del trayecto recorrido, del tiempo de trabajo, de la carga arrastrada y de la pendiente. Por lo tanto es condición indispensable para poder hacer una oferta, suministrar estos datos con la mayor exactitud.



Fig. 2. Locomotora de vía normal con batería de acumuladores.

Motores. Motores en serie de pequeña velocidad, cerrados, suspendidos eléctricamente en el marco, encima del eje motor. El inducido acciona con un piñón una rueda dentada grande montada en el eje motor. Cojinetes ordinarios con engrasador de bolas, cojinetes de bolas ó de rodillos.

Conmutador de marcha: Para acoplamiento en serie y paralelo, es decir, arranque con acoplamiento de los motores en serie marcha con acoplamiento en paralelo. Ademas resistencias de arranque.

Tomas: Parapotencias pequeñas, toma en forma de trapecio, para mayores potencias, trole pantografo.

Construcción mecánica: Toma exterior adaptada al uso, marco de hierro perfilado, para locomotoras pesadas de chapas de palastro; casilla del conductor por regla general en el centro, ruedas con llantas de acero, muelles fuertes y elasticos, freno de efecto instantaneo y seguro. Dispensor de arena para ambas direcciones, fig. 1.

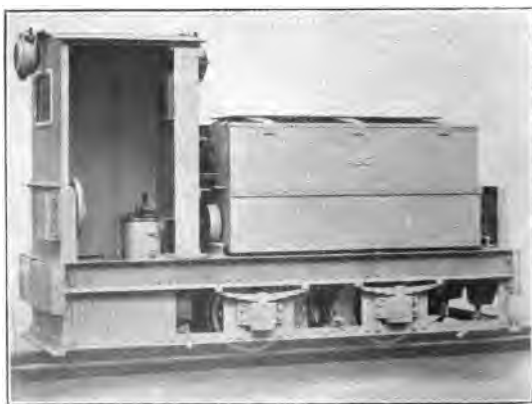


Fig. 3.

Locomotora de vía estrecha con batería de acumuladores.

Baterías de acumuladores grandes, empotradas en la parte delantera, tapa arrollable. Baterías pequeñas con ruedas para efectuar el recambio de las baterías descargadas, fig. 2.



Fig 4. Locomotora para desmontar.

Para trayectos de poca altura se usan construcciones especiales. La locomotora de terrera pasa por debajo de la draga, por consiguiente la casilla del conductor hundida en el centro, adaptación á las curvas por medio de marcos giratorios, fig. 4. La locomotora para minas marcha en galerías estrechas con curvas pronunciadas; por consiguiente pequeña separación de las ruedas, casilla del conductor en un extremo, asiento del ayudante en el otro, fig. 5. Parecida es la locomotora pequeña para el exterior de minas con batería transportable de acumuladores con ruedas, fig. 3.

Accesorios: Transformador en forma de motor generador convertidor ó rectificador; hilo de corriente aereo unipolar; retorno de la corriente por los rieles.

Locomotoras de via normal con alimentación aerea.

Construcción	Número de ejes	Diametro de la rueda de guía en mm.	Potencia de los motores en H. P.	Fuerza de tracción normal en kg.	Peso de servicio en kg.
RO 1	2	850	40/55	700/1000	12000
RO 2	2	900	55/100	1400/2400	22000
RO 3	2	900/1000	110/235	2000/4000	32/36000
RO 4	3	1000	235	4000	48000
RO 5	4	1000	450/700	8000/12000	64000

Montando en las locomotoras aqui descritas una batería de acumuladores adecuada, se forman los modelos RA 1 á 5 para alimentación por acumuladores. Estos se pueden emplear para alimentación mixta, montando un trole y estableciendo las conexiones correspondientes.



Fig. 5. Locomotora para minas.

Locomotoras de vía estrecha para alimentación aérea.

Construcción	Número de ejes	Diametro de la rueda de guía en mm.	Ancho mínimo de vía en mm.	Potencia de los motores en H. P.	Fuerza de tracción en kg.	Peso de servicio en kg.
SO 1	2	730	450	30	620	5000
			500	20	400/500	5000
				40	830/950	5000
			680	50	840/1100	5000
SO 2	2	800	600	64	1400/1600	12000
SO 3	2	900	700	130	2600	15000
SO 4	4	600	500	40	800/940	12000
SO 5	4	730	500	80	1600/1900	16000

Combinación con acumuladores como para las locomotoras de vía normal.

Los modelos SO 4 y 5 son destinados para trayectos de vía permanente ligera, en los cuales la presión de ejes tiene que ser pequeña.

Locomotoras de vía estrecha para servicios especiales.

Construcción	Número de ejes	Diametro de la rueda de guía en mm.	Ancho mínimo de vía en mm.	Potencia de los motores en H. P.	Fuerza de tracción en kg.	Peso de servicio en kg.
Locomotoras de desmante						
AO 1	2	950	900	235	4000	22000
AO 2	4	900	700	300	5000	36000
AO 3	4	950	900	470	8000	46000
Locomotoras para interior de minas						
GO 1	2	730	450	30	670	5000
		560	500	22	470	5000
GO 2	2	730	500	40	830	7000
GO 3	2	800	600	60	1600	10000
GO 4	2	900	700	140	2600	14000/17000

Laminadores.

Accionamiento para trenes laminadores.

En los laminadores hay que distinguir: a) Trenes de laminadores que marchan en un solo sentido (laminadores de marcha sencilla). b) Trenes de laminadores que giran en ambos sentidos (laminadores reversibles).

El accionamiento de los laminadores de marcha sencilla se hace por motores de corriente continua o trifásica, la de los laminadores reversibles exclusivamente por motores de corriente continua en combinación con convertidores sistema Leonard ó Ilgner.

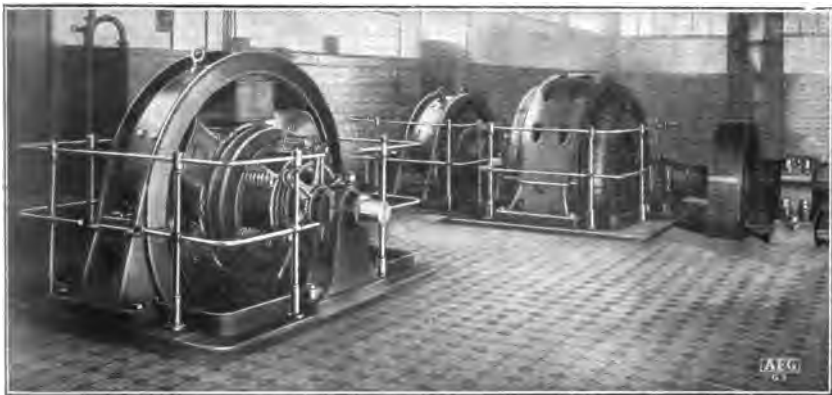


Fig. 1. Accionamiento trifásico con regulación de un tren laminador para 1200/2400 H. P., 360/460 r. p. m., 2000 voltios y 48 per.

La mejor unión del motor con el tren de laminadores es el acoplamiento directo, que para los laminadores reversibles es el que exclusivamente se emplea.

Para los laminadores de marcha sencilla en cambio, especialmente si son accionados por motores trifásicos, no siempre es posible aplicarlo. El límite está para los motores grandes (de mas de 1000 H. P.) alrededor de 75 r. p. m. Si empleando estos motores trifásicos se necesitan velocidades aun menores (cilindrado de chapa y preliminares etc.) hay que adoptar la transmisión por correa ó cable. En estos ultimos tiempos se emplean también las transmisiones de engranaje. Los motores trifásicos de poca velocidad tienen un factor de potencia ($\cos \varphi$) pequeño. Aplicando las máquinas llamadas excitatrices de trifásicas el factor de potencia se puede mejorar. Para cualquier carga desde la marcha en vacio hasta la carga completa se puede elevar aproximadamente á 1. La excitatriz de trifásica suministra la corriente total de oscilación pasando por el rotor al motor de modo que la línea lleva al estator solamente corriente vatiada. (Mas detalles se encuentran en el folleto G5 No. 1006.)

Potencia de los motores para laminadores.

No es posible determinar la potencia que ha de desarrollar el motor para el accionamiento de laminadores empleando solo medios teoricos al

contrario se determina teniendo en cuenta los datos prácticos obtenidos de numerosas instalaciones ya establecidas y se revisa, después de haberse suministrado indicaciones completas sobre los diámetros de los laminadores, número de trenes, velocidad de producción, etc. incluidas en un cuestionario especial. — Para el cálculo de los motores para laminadores reversibles es indispensable presentar un programa de laminadores lo mas completo posible.

Arranque y regulación de los motores para laminadores.

La puesta en marcha de los laminadores especialmente de los que están provistos de grandes masas de inercia, requiere generalmente un



Fig. 2 Motor reversible corriente continua para 160 m. t. correspondiente á 10 300 H. P. y 46 r. p. m. para accionamiento de los aparatos de corte de metales (cizallas, sierras, etc.).

momento de torsión del motor muy elevado. Por esta causa se construyen lo mismo para corriente continua que trifásica, tipos especiales de aparatos de arranque con resistencia líquida para motores de laminadores. Estos aparatos de arranque se calculan siempre para el arranque con una fuerza de torsión igual á 1.5 veces el fuerza de torsión normal.

La velocidad de los laminadores que marchan en un mismo sentido se regula, si

son accionados por motores de corriente continua, por medio de la debilitación del campo magnético, es decir prácticamente sin pérdidas; si lo son por motores trifásicos por medio de máquinas especiales, conocidas como grupo de regulación, según las patentes alemanas No. 169453, 177270 y 179525, que son 1. Transformación de corriente trifásica en continua por grupo en cascada con convertidor y motor directamente acoplado. (Potencia constante dentro de la amplitud de regulación.) 2. Transformación de corriente trifásica por grupo en cascada con motor de colector directamente acoplado. (Potencia constante dentro de la amplitud de regulación.) 3. Transformación de corriente trifásica en continua por grupo en cascada con convertidor y convertidor posterior (momento de torsión constante dentro de la amplitud de regulación). 4. Transformación de corriente trifásica con convertidor posterior y motor trifásico con colector (momento de torsión constante dentro de la amplitud de regulación).

En cualquiera de estos 4 sistemas de regulación se puede tomar la corriente trifásica de la línea con el factor de potencia = 1. La velocidad máxima de los grupos de regulación para la marcha en vacío está aproximadamente del 3 al 4 % debajo de la velocidad sincrónica. La velocidad máxima á plena carga depende de la caída de velocidad que se desee entre la marcha en vacío y á plena carga.

La aplicación de estos 4 sistemas de regulación se recomienda en general solo para una regulación que no exceda del 50 % proximately hacia abajo. Donde se requiere una amplitud de regulación mayor, es mas economico instalar un motor de corriente continua para regulación de campo y transformar la corriente trifásica en continua por un convertidor (conmutatriz).

Cambio de velocidad. — Sobrecarga de los motores para laminadores.

Mientras á los eléctromotores normales generalmente se exige que su velocidad sea uniforme durante el trabajo, se precisa para el motor de accionamiento de laminadores, que su velocidad disminuya en el instante de comenzar la carga; porque solo por medio de la reducción de su velocidad es posible vencer las resistencias de las masas de inercia, que despues en forma de energía potencial sirven para la regulación en el laminado. Potencia =
$$\frac{m \times v^2}{2}$$
.

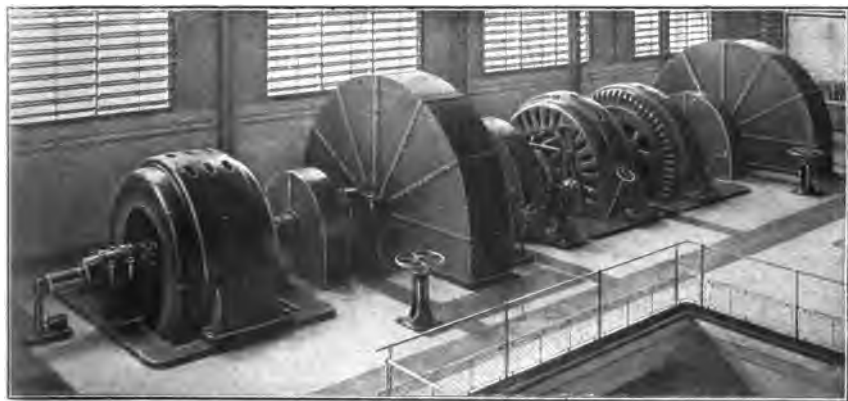


Fig. 3.

Convertidor sistema Ilgner para el motor reversible de la figura 2, compuesto de motor trifásico 2500 H.P., 428 r.p.m. y dos dinamos de arranque cada uno de 1400/4200 kW 225 voltios.

Esta caída de velocidad se logra en los motores de corriente continua intercalando un arrollamiento compound en el circuito magnético del motor. En los motores trifásicos se emplean reguladores automaticos de resbalamiento, que conforme á la corriente tomada por el motor ajustan el contacto resbalante tal que el motor tome de la línea una corriente de intensidad lo mas constante posible. La capacidad de sobrecarga de los motores para laminadores de un sentido de marcha representa generalmente el 100 % para sobrecargas de un minuto de duración, y en intervalos de media hora. En casos especiales puede ser mas elevada. Para los motores trifásicos para laminadores reversibles está provista generalmente una capacidad de soportar sobrecargas, hasta el triple de la potencia normal y en ciertos casos aún mas.

A mas del accionamiento principal del tren de laminadores es necesaria una serie de motores auxiliares.

Accionamiento de plataformas elevadoras y transportadoras. Predomina el trabajo de aceleración y retardación. Para lograr gran facilidad

de maniobra se requiere: velocidad reducida del motor, pequeño momento de inercia de la armadura, diametro y peso reducido del acoplamiento y transmisiones, ademas gran capacidad de sobrecargas, freno si es posible eléctrico (con la armadura en corto). El aparato de conmutación debe ser de un manejo facil é imposible de ofrecer peligro. (Aparato de maniobra con desconectores automaticos de seguridad „Guarda corriente“, cierre por arco voltaico.)

Mecanismos de avance y guia, con condiciones de trabajo análogos. Para cilindrado de chapas hace falta un reglaje muy preciso. Para laminadores de flejes, cilindros para tubos y cosas análogas se emplean mecanismos de avance y guia, accionados por la electricidad.

Tijeras mecanicas (cizallas) para cortar bloques, planchas y chapas. Motor compound con volante para corriente continua; motor con rotor para regulaci3n, con regulador de resbalamiento automatico para uso permanente (15—20 %) para corriente trifásica. El volante y las perdidas por marcha en vacio se evitan, impulsando las cizallas por un motor de continua regulable con regulador de trabajo.



1. Sierra de carro con avance automatico de corriente continua, 1500 mm. diametro hoja sierra.
2. Cizalla, 160 por 160 mm. con motor trifásico.

Aserradora para hierro en caliente, fig. 2. Motor principal de accionamiento trifásico, con entrehierro mas ancho por causa de las trepidaciones. Aparato de avance y guia con regulaci3n automatica, de corriente continua.

Máquinas de enderezar y de doblar. Accionamiento por motores de continua con regulaci3n, en motores trifásicos de rotor con regulaci3n, controler ó regulador-conector de seguridad „Guarda corriente“. Avance y guia por motor especial.

Motores: Blindados, construcci3n fuerte especial para laminadores.

Máquinas de extracción.

Elección del accionamiento.

El sistema de accionamiento y el tamaño del motor se eligen para cada caso á base del costo pequeño de adquisición, mayor economía en el servicio y adaptación mas ventajosa al trabajo de la misma. Para este objeto hay que explicar con exactitud todas las condiciones de servicio indicadas en el cuestionario FB 92. Estos datos sirven también



Fig 1. Máquina eléctrica de extracción para pozo principal.

para la elección de la parte mecánica, que se adquiere de casas especiales acreditadas. Para algunas construcciones especialmente del freno, la AEG tiene patentes. Al proyectar hay que conocer exactamente el objeto de la máquina y clase del servicio, para que se pueda elegir con propiedad la parte mecánica (polea motriz, bobina tambor cilindrico con ó sin cable inferior de equilibrio, tambor cónico ó cilindrico-cónico).

Accionamiento por motores trifásicos.

En las minas se dispone generalmente de corriente trifásica. Por consiguiente es preferible en general el motor trifásico asincrónico, por su sencillez y seguridad en el trabajo. En la mayor parte de los casos acciona por intermedio de engranajes. Si la tensión de la red es superior á 6000 voltios, es necesario intercalar un transformador. La inversión de marcha del motor de extracción se hace por medio de un controler, conmutando la corriente de estator directamente ó por conmutadores automaticos de seguridad. El arranque y la regulación se hacen con la misma palanca del aparato de conmutación, por medio de un reostato de rotor, y a saber para motores pequeños (hasta 200 kilovatios proxímanamente de potencia normal) con un aparato de arranque y regulación con resistencias metálicas, en forma de controler y para motores mayores con un aparato de arranque y regulación con resistencia líquida. Como ya hemos mencionado, la velocidad de elevación se puede regular. Sin embargo no depende solamente de la posición de la palanca del reostato

sino también de la carga de la jaula. La red es cargada en proporción al diagrama de los momentos del motor de extracción, es decir cambios muy bruscos durante el arranque y las maniobras. Por causa de las perdidas en el reostato de arranque es tanto menos favorable el consumo de energía eléctrica, cuanto mas largo es el periodo de arranque y aceleración, en comparación con el de marcha uniforme.

Accionamiento por motores de corriente continua.

Donde resulta economicamente favorable, se transforma la corriente trifásica en continua y se emplean motores de corriente continua generalmente directamente acoplados á las máquinas de extracción y con los siguientes sistemas de conexión:

a) Sistema Leonard sin compensación de carga. El motor de corriente continua con excitación independiente es alimentado por una dinamo especial, también con excitación independiente llamada dinamo de arranque. La puesta en marcha, regulación é inversión de marcha del motor de extracción se verifica por medio de un conmutador-regulador especial que modifica la excitación de la dinamo de arranque. En este sistema la velocidad de extracción depende casi solo de la posición de la palanca del regulador. Para mejorar la regulación se puede disponer



Fig. 2. Convertidor sistema Leonard para accionamiento de la máquina de extracción.

en caso de solicitarse un mecanismo de regulación automatico (regulación de precisión). — La dinamo de arranque y la excitatriz necesaria para la excitación independiente son impulsadas por máquinas de vapor, turbina de vapor ó electromotor (generalmente trifásico) conectado á la red de la misma. La carga de la máquina de extracción ó sea de la red depende de las potencias desarrolladas en la extracción; aumenta por lo tanto lentamente y se puede sostener al valor mas bajo posible haciendo que el periodo de arranque sea de alguna duración, sin que por esto se prolongue sensiblemente el tiempo total de la elevación. La máquina de extracción con sistema Leonard tiene por consiguiente ante la que esta conectada directamente á la red, la ventaja de una

regulabilidad muy grande, distribución de carga favorable y en la mayor parte de los casos menos consumo de energía.

b) Sistema Leonard con compensación de carga. Para compensar ó atenuar las oscilaciones de carga, que en el sistema Leonard sin compensación todavía se presentan, en el sistema Leonard con compensación de carga el grupo de arranque se acopla á una dinamo de compensación, ó según el sistema Ilgner — AEG con un volante. Acumuladores de compensación se emplean raras veces. En los convertidores con volante se utiliza la fuerza viva de las masas giratorias de manera análoga que en los motores para laminadores, empleando reguladores de resbalamiento automaticos. Si en una mina hay varias instalaciones de extracción sistema Ilgner, las masas giratorias (volantes) se pueden aprovechar mejor para el aumento del momento de inercia por medio de un acoplamiento mecanico ó conexiones eléctricas especiales.

La seguridad en el funcionamiento de las máquinas eléctricas de extracción es á causa del empleo de aparatos de seguridad especiales y de mecanismos de vigilancia, tan perfecta, que hoy día con las máquinas de extracción con sistema Leonard puede llegarse á velocidades hasta 16 m. por segundo para el transporte del personal, y hasta 10 m. por segundo en viajes con los motores trifásicos para extracción.

Tornos de extracción.



Fig 1. _ Torno eléctrico de extracción.

Generalidades: Los tornos de extracción se construyen para ser conectados directamente con la red eléctrica. La corriente continua ó trifásica se puede emplear con igual ventaja. Para la corriente continua se emplean los motores en derivación ó compound, pero no los motores-serie; para la corriente trifásica se emplean los motores asincronos con reostato de arranque y regulación. En lo demas se puede aplicar en sentido adecuado lo que hemos dicho referente á las máquinas de extracción.

Las demandas referente á tornos de extracción deben ser acompañadas de un cuestionario FB 92 completo (como para las máquinas de

extracción). Por lo menos hay que indicar: profundidad (en los tornos para plano inclinado longitud del plano y angulo de inclinación), velocidad de elevación, número máximo de los viajes de extracción que han de hacerse por hora, ó un diagrama de trabajo. Además son de importancia las indicaciones, si han de hacerse viajes de revisión, si se requiere solamente freno de contrapeso para extracción ó también freno de seguridad para viajes de personal, y si es necesaria una construcción de protección contra el grisú.

Motores: Por regla general se emplean motores para servicio permanente. Si la duración de marcha es menor del 35 % del tiempo de servicio, se pueden elegir motores para servicio intermitente. En minas con grisú se pueden emplear motores con tapa de cojinete cerrada ó con caja protectora de los anillos rozantes, fig. 2.

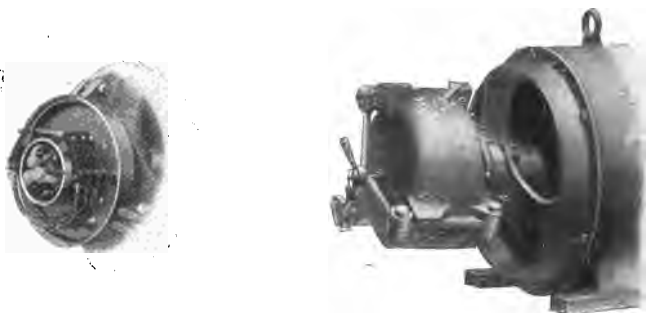


Fig. 2. Caja protectora de explosiones para los anillos rozantes de un motor trifásico.
Abierta. Cerrada (para el servicio).

Aparatos de distribución y maniobra. Siempre es recomendable el material en caja de fundición. Para minas con grisú hay que construir los aparatos de distribución y dispositivos de seguridad siempre para ruptura en aceite. Las resistencias de arranque y regulación tienen que ser adaptadas á las condiciones de trabajo, especialmente si hay que efectuar viajes de revisión. Los reostatos de los tornos para planos inclinados con vagoneta que corren directamente por carriles tienen que representar resistencias muy altas. Las resistencias normales no sirven para los tornos de extracción.

Máquinas-herramientas.

Generalidades: Donde el trabajo requiere regulación de velocidad (tornos, máquinas de taladrar y fresadoras para metales, máquinas de rectificar, etc.), el motor con regulación ofrece el menor consumo de energía y el tiempo de trabajo mas corto.

Motores para velocidad uniforme no precisan construcción especial, pero las máquinas herramientas con un consumo de energía muy variable (prensas, cizallas, máquinas de estampar, etc.), si tienen volante, se accionan lo mejor por motores compound, y si se emplean sin volante,

por motor regulable con regulador de trabajo. Los volantes tienen muchas desventajas y muchas veces son innecesarios, lo mismo sucede con las instalaciones hidraulicas con aire comprimido ó vapor para el accionamiento de tales máquinas, que ocasionan muchas perdidas.

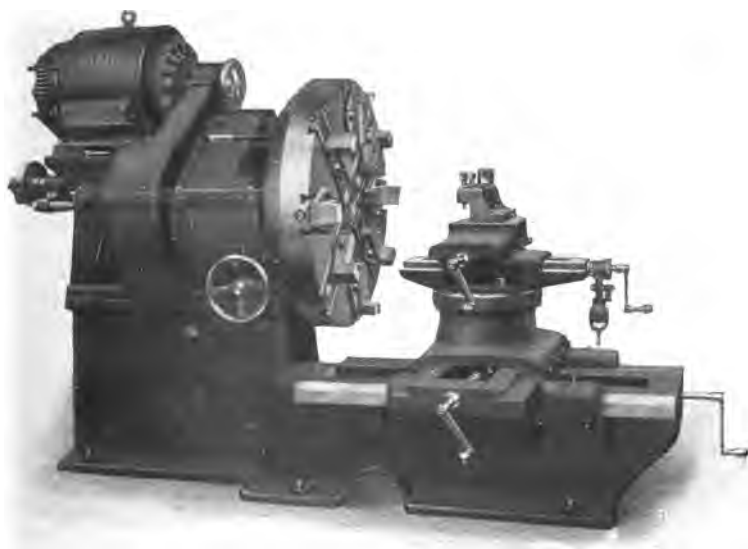


Fig. 1. Torno de plataforma con motor de corriente continua regulable.

Clase de corriente. Donde hay que regular la velocidad ó el trabajo (máquinas para labrar metales, prensas, máquinas auxiliares para laminadores, etc.), se emplea la corriente continua. La tensión depende de la extensión de la instalación y del tamaño de las máquinas (220 ó $2 \times 220 = 440$ volts). La corriente trifásica se transforma por medio de un convertidor. El costo se recompensa con creces por el ahorro de energía y tiempo de trabajo; al mismo tiempo mejora el $\cos \phi$.

Para accionamientos con velocidad fija (máquinas para labrar madera, sierras) se emplea la corriente trifásica. La tensión depende de la extensión de la instalación y del tamaño de la máquina ($380/220$ voltios ó altas tensiones).

La **fuerza necesaria** se calcula á base del esfuerzo de tracción libre de trepidaciones ó del momento de torsión y la velocidad media del movimiento de vaivén. La fuerza necesaria para las máquinas-herramientas accionadas por un motor con regulación es del 40 al 70% menor que para las máquinas con cambio de marcha por engranaje. Las potencias para marcha continua según las normas fijadas no son bien aprovechadas (excepto en los motores para sierras); por lo tanto hay que utilizar la capacidad de soportar sobrecargas.

Tornos. El motor con regulación mas frecuentemente combinado con el árbol, fig. 1, ó empotrado en la base, fig. 2. Reforma de tornos

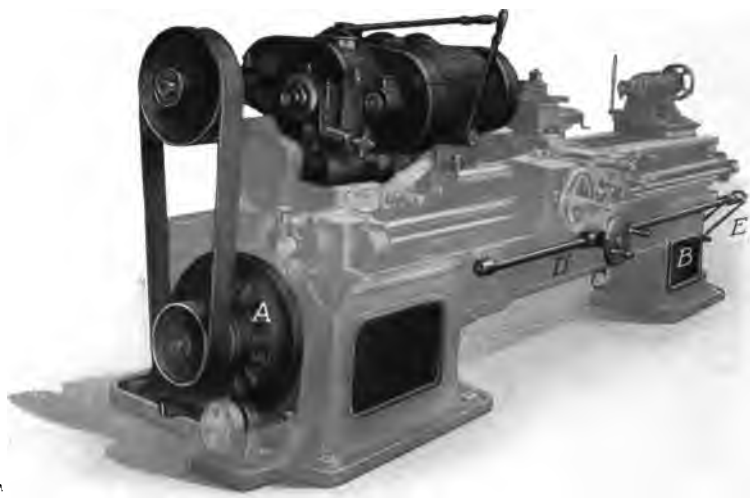


Fig. 2. Torno rápido con motor regulador (A), reostato regulador (B), volante (C), árbol (D), cadena (E) para accionar reostato.

con polea multiple de diversas velocidades instalando el motor encima del árbol; accionamiento sobre el escalón mayor de la polea, con rodillo tensor. El aparato de arranque y regulación tiene que ser manejable desde el puesto del obrero (en el carro de la herramienta); caja de distribución con indicador de corriente (escala M) para el aprovechamiento completo de la fuerza de tracción efectiva maniobra por controler de arranque y regulación, controler para regulación é inversión de marcha ó palanca de regulación y conmutación. Para tornos revolver, cambio de velocidad automatico (patente alemana) para tornos automaticos ó semi-automaticos, regulador-conmutador de palanca con regulación automatica por placa excentrica; para máquinas grandes y voluminosas aparato de maniobra universal accionado por botones de presión.

Máquinas de taladrar: Accionamiento por motor horizontal ó vertical con regulación, fig. 3, este último especialmente para taladradoras radiales.

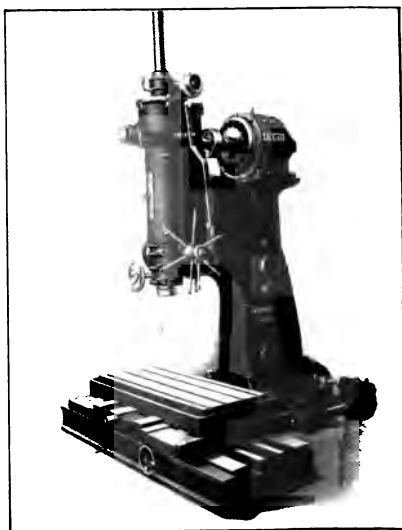


Fig. 3. Máquinas de taladrar con motor regulable de eje horizontal.

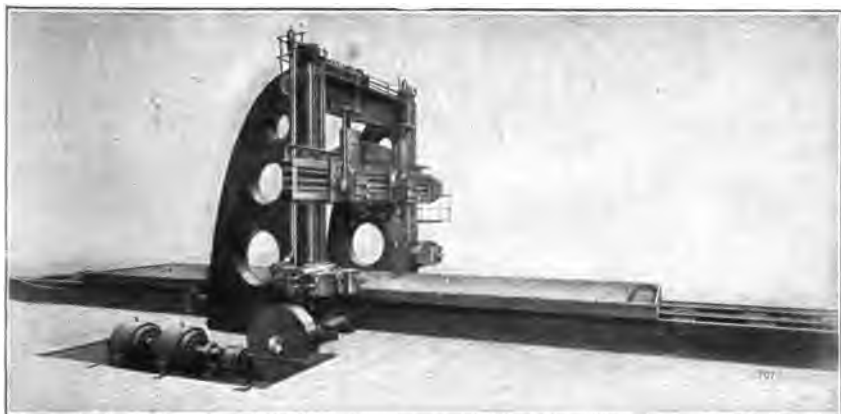


Fig. 4. Máquina de planear con motor reversible y regulable.



Fig. 5. Máquina de mortajar con motor reversible y regulable.

Máquinas de planear: El motor con regulación é inversión de marcha ofrece un ahorro de energia del 50 al 80% frente á la inversión por correa ó acoplamiento, además una economia grande del tiempo por la aceleración automatica del movimiento de retroceso. Regulación para la del trabajo y para la marcha de retroceso independientes entre si.

Máquinas de mortajar, fig. 5, se accionan lo mismo que las de planear con retroceso acelerado.

Máquinas fresadoras: con preferencia se proveen de un motor especial para el avance, con acoplamiento de dependencia forzosa.

Aparatos de avance eléctricos; por avance escalonado para máquinas de planear, etc., por avance uniforme para el mecanismo de guia de las sierras, laminadores, etc.

Sierras circulares y de cinta para madera: motor directamente acoplado de 500 á 600 r. p. m.

Fresadoras para ajuste de gruesos para madera: accionamiento sencillo por correa directamente del motor á la máquina. Las transmisiones, especialmente las de gran velocidad, ocasionan perdidas inutilis.

Máquinas herramientas para talleres ferroviarios.

Máquinas herramientas para astilleros.

Accionamiento de Bombas.

La **potencia necesaria** para la bomba aumentada en la potencia absorbida por los organos intermedios de transmisión es igual á la potencia de la máquina motora (motor eléctrico p. e.) en H. P.

$$N = \frac{Q \times 1000 \times \gamma \times H_{\text{man}}}{60 \times 75 \times \eta} \text{ representando:}$$

Q = cantidad de líquido elevado en m³ p. m., γ = peso específico, H_{man} = altura manométrica en m., = altura de aspiración + altura geométrica de impulsión + pérdidas de carga en m., η = rendimiento de la bomba incluido los organos intermedios de transmisión (correa ó engranaje).

Bombas de Embolo. Se caracterizan por su buen rendimiento, gran altura de aspiración, pero de coste elevado y necesitan gran espacio para su instalación. La cantidad de agua impulsada es á velocidad constante independiente de la altura de elevación.

Minas. Para el desagüe de las minas, cuando sea necesario motores de mas de 200 H. P., se emplean motores de corriente trifásica de alta tensión que son acoplados directamente á la bomba, teniendo velocidades de unos 90 á 144 r. p. m. En las montañas puede influir la altura barométrica en las condiciones de funcionamiento previstas para la bomba. Para grandes alturas de elevación son de temer algunas dificultades que hace se prefieran las bombas centrifugas.

Ciudades. Para el suministro de agua de las ciudades suelen emplearse bombas de embolo accionadas por eléctromotor para el servicio auxiliar de instalaciones con bombas de vapor. Debido á las grandes



Fig. 1. Instalación hidráulica con accionamiento eléctrico en una ciudad.

cantidades de agua que deben impulsar su velocidad suele ser lenta, empleándose para la transmisión correa con rodillo tensor. El agua de estas instalaciones no es en general directamente potable, siendo necesario elevarla primero á poca altura á unos depósitos de separación de compuestos de hierro ó filtros donde una vez aclarada se eleva á mayor

altura por una bomba de agua limpia al sitio de consumo. La bomba para agua limpia (casi siempre horizontal) esta colocada frecuentemente en la proximidad de la bomba para agua no potable situada en el pozo, siendo accionadas por un árbol común movido por un solo motor eléctrico, fig. 1.

Conducciones. Las bombas de embolo se suelen emplear también cuando la cantidad de agua á elevar y potencia del motor es muy variable como por ejemplo en las canalizaciones destinadas á transportar á grandes distancias las aguas de alcantarillas y lluvias, bien a depósitos de depuración, bien á terrenos de regadio.

Bombas Centrifugas. La bomba está directamente acoplada al motor. Se diferencia de la de embolo en que su precio es mas reducido exigiendo poco espacio para su instalación, ademas fundamentalmente considerada la bomba centrifuga tiene una altura de aspiración limitada y á velocidad constante no eleva siempre la misma cantidad de agua. Esta última es menor cuando la altura de impulsión aumenta, pudiendo tener la bomba una potencia insuficiente; por el contrario la cantidad de agua aumenta cuando la altura disminuye, pudiendo darse el caso que el motor se sobrecargue. Por ejemplo: si una bomba está instalada en un rio la diferencia entre el nivel de agua en las crecidas y en el estiaje puede ser considerable, dandose el caso que el motor se sobrecargue en las crecidas por subir en nivel y ser por lo tanto menor la altura de elevación. Se puede sin embargo evitar esta sobrecarga empleando un dispositivo regulador de la cantidad de agua.

Entre los abastecimientos de agua hay que distinguir aquellos de tuberia á presión de gran longitud, pues en estos la altura de impulsión, es la disminuida por las pérdidas de carga debidas al rozamiento en la tuberia; la cantidad de agua y potencia cambian mucho según trabajen una ó varias bombas centrifugas. La pérdida de carga W es en m.

$$W = \lambda \frac{l \times v^2}{d \times 2 \times g} \text{ representando:}$$

$\lambda = 0.303$ para el cálculo aproximado de la tuberia circular, l = la longitud desarrollada de un trayecto de tuberia de sección invariable en m., d = diametro interior del tubo circular en m., v = velocidad media del liquido en la tuberia, en m/seg., g = aceleración de la gravedad 9.81.

A causa de los costes elevados de las tuberías es de suma importancia el cálculo del diametro interior economicamente mas favorable de los tubos, sobre todo, si son de grandes longitudes por ejemplo, en abastecimientos de agua potable.

$$d = \sqrt[6]{q \times \sqrt[6]{\frac{3650}{6} + \frac{3}{M} \times K \times s}}$$

Designando: d = diametro interior economicamente mas favorable en m., q = cantidad de agua en m^3 por seg., M = gastos de instalación de la maquinaria por cada H. P., K = los gastos de entretenimiento (combustibles, servicio, lubricantes, corriente eléctrica, etc.) por H. P. hora, s = duración media proporcional de marcha por dia, en horas, u = los gastos de instalación de la tuberia por m.



Fig. 2. Motor para el desagüe 1000 H. P., entrada del aire inferiormente.

Para el desagüe de **las minas** se emplean principalmente motores trifásicos de alta tensión hasta 2000 H. P. con 1500 r. p. m. Inferior á 1000 H. P. éstos motores están provistos de broques cojinetes y para mayores potencias necesitan placa de fundación y soportes cojinetes aislados. También se fabrican tipos especiales para pozos de extracción. Los motores son siempre tipo ventilado con corriente de aire forzada y depurada antes con un filtro.



Fig. 3. Motor para el desagüe 1750 H. P., entrada del aire puro por el costado.

Caudal en litros por segundo.

Diametro del tubo en mm.	Velocidad del agua en metros por segundo							
	0'10	0'20	0'40	0'60	0'80	1'00	1'50	2'00
20	0'031	0'063	0'126	0'189	0'251	0'314	0'471	0'628
40	0'126	0'251	0'503	0'754	1'005	1'257	1'885	2'514
60	0'283	0'565	1'131	1'697	2'262	2'827	4'241	5'655
80	0'503	1'005	2'011	3'016	4'021	5'027	7'540	10'053
100	0'785	1'571	3'142	4'712	6'283	7'854	11'781	15'708
150	1'765	3'534	7'069	10'603	14'137	17'672	26'507	35'343
200	3'142	6'283	12'566	18'850	25'133	31'416	47'124	62'832
300	7'069	14'137	28'274	42'411	56'549	70'686	106'03	141'37
400	12'566	25'133	50'266	75'398	100'53	125'66	188'50	251'33
500	19'635	39'270	78'540	117'81	157'08	196'35	294'53	392'70
600	28'274	56'549	113'10	169'65	226'19	282'74	424'11	565'49
700	38'485	76'969	153'94	230'91	307'88	384'85	577'27	769'69
800	50'266	100'53	201'06	301'59	402'12	502'66	753'98	1005'3
900	63'617	127'23	254'47	381'70	508'94	636'17	954'26	1272'3
1000	78'540	157'08	314'16	471'24	628'32	785'40	1187'1	1570'8

Perdidas de carga en milímetros por 100 metros de tubería y altura geometrica de impulsión.

Diametro del tubo en mm.	Velocidad del agua en metros por segundo							
	0'10	0'20	0'40	0'60	0'80	1'00	1'50	2'00
20	0'1535	0'4940	1'6360	3'3423	5'5829	8'3404	17'426	29'562
40	0'0618	0'2045	0'6879	1'4505	2'4516	3'6952	7'8406	13'437
60	0'0367	0'1238	0'4298	0'9017	1'5340	2'3232	4'9695	8'5613
80	0'0256	0'0872	0'3064	0'6471	1'1056	1'6797	3'6118	6'2437
100	0'0194	0'0667	0'2365	0'5018	0'8600	1'3095	2'8266	4'8981
150	0'0118	0'0413	0'1487	0'3181	0'5479	0'8375	1'8192	3'1651
200	0'0083	0'0296	0'1075	0'2312	0'3996	0'6123	1'3352	2'3289
300	0'0052	0'0186	0'0685	0'1483	0'2574	0'3956	0'8671	1'5174
400	0'0037	0'0134	0'0500	0'1086	0'1890	0'2911	0'6400	1'1219
500	0'0029	0'0105	0'0392	0'0855	0'1490	0'2298	0'5064	0'8889
600	0'0023	0'0086	0'0322	0'0703	0'1229	0'1896	0'4185	0'7354
700	0'0020	0'0072	0'0273	0'0597	0'1044	0'1613	0'3564	0'6268
800	0'0017	0'0062	0'0236	0'0518	0'0907	0'1402	0'3102	0'5460
900	0'0015	0'0055	0'0208	0'0458	0'0802	0'1240	0'2746	0'4835
1000	0'0013	0'0049	0'0186	0'0410	0'0718	0'1111	0'2462	0'4337

Ciudades. En las instalaciones urbanas para abastecimientos de agua las bombas para agua potable y no potable son accionadas por motores independientes. La bomba para el agua no potable generalmente tiene un emplazamiento mas bajo. En los establecimientos hidráulicos para extracción de agua subterránea, cuando las condiciones del terreno no permiten la unión de los diversos pozos por medio de tubos sifon, entonces es necesario emplear para cada pozo filtrante una bomba de extracción profunda con eje vertical.

Para **conducciones de agua** es necesario tener en cuenta los mismos puntos de vista.

Para **industrias, fabricas metalurgicas, estaciones de ferrocarril**, las bombas centrifugas móviles por eléctromotores encuentran gran aplicación, estando provistas generalmente de dispositivo de arranque automatico accionado por un flotador dependiente del nivel del agua, al vaciar un depósito, del nivel de aspiración; al llenarlo del nivel geométrico de impulsión.

Construcciones especiales.

Motores verticales para instalaciones de profundización. Motores trifásicos con árbol vertical, cerrados hermeticamente, con refrigeración de agua,



Fig. 4. Torno con sistema de anillos rozantes.

1500 r. p. m. potencia hasta 1000 H. P. con rotor en corto. Motor combinado con la bomba y el bastidor de inmersión, fig. 5, torno para el cable de profundización, fig. 4.



Fig. 5. Bomba de profundización.

Ventiladores accionados eléctricamente.

Ventiladores.

Los **abanicos** no sirven mas que para mover el aire de un local, pero no lo renuevan.

Aereadores (ventiladores corrientes) son todos los aparatos que basandose en el efecto de una rueda helice, tienen por objeto remover y renovar el aire á poco aumento de presión, fig. 1. Con entrada y salida libre del aire, y á presiones muy bajas los aereadores son preferibles á los ventiladores, porque para impulsar igual cantidad de aire, la fuerza necesaria y el precio son mas reducidos.



Fig. 1. Aereador con cierre de paletas giratorias.

Ventiladores son todos los aparatos que basandose en el efecto de la rueda centrifuga tienen por objeto remover y renovar el aire ó impulsar cuerpos ligeros con un aumento moderado de presión, como p. e. los ventiladores de minas, ventilación de aspiración y tiro, ventiladores para absorber las virutas, etc., fig. 2. — El accionamiento de todos los motores se hace directamente por un eléctromotor, la rueda de aspas está montada generalmente en el extremo del árbol del motor.

Fuerza necesaria para el accionamiento de ventiladores:

$$N = \frac{Q \times p}{60 \times 75 \times \eta} \text{ en H. P.}$$

Designando: Q = la cantidad de aire impulsada en m^3 p. m., p = la altura total de presión en mm. de columna de agua, η = el rendimiento, que para aereadores representa hasta el 30%, para ventiladores de 50 al 75%.

La altura de presión total es igual á la suma de todas las resistencias que se presentan delante y detras del ventilador (presión estatica p_{st} + presión dinamica p_d). $p = p_{st} + p_d$. Esta última es la potencia energetica del aire movido, expresada en altura de presión, que hay que añadir para producir la velocidad.

$$p_d = \frac{\gamma \times v^2}{2 \times g}.$$

Significando: γ = el peso del aire en kg/m^3 , v = la velocidad del aire en m/seg., $g = 9.81$.

Para elegir el ventilador mas favorable para una instalación determinada se necesita en primer lugar el conocimiento de la presión estatica y de las dimensiones de la tubería acoplada. A base de estas indicaciones es posible calcular y dimensionar el ventilador tal que trabaje en las condiciones mas favorables para su funcionamiento; estas se encuentran entre el primero y segundo tercio de aquella cantidad de aire que

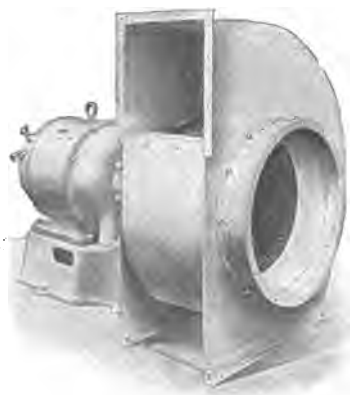


Fig. 2. Ventilador centrifugo con motor corriente continua cerrado.

es impulsada por el ventilador con entrada y salida libre. Consultense las curvas características de la figura 4. Si los ventiladores estan mal calculados peligran sus motores por causa de la sobrecarga.

Los ventiladores para minas, fig. 3, también los de aspiración, se proveen muchas veces de motores de velocidad regulable. Como los ventiladores de minas generalmente son accionados por motores trifásicos, la regulación de velocidad se hace sin perdidas por el acoplamiento en cascada según patentes de la AEG. Al modificarse la velocidad la cantidad de aire se modifica proporcionalmente al cuadrado de la altura de presión y á la energía absorbida, aparte del rozamiento en los cojinetes, á la tercera potencia de la velocidad.



Fig. 3.

Ventilador para minas, 10600 metros cubicos p.m. accionado por motor trifásico de 900 H.P.

Soplantes, compresores y bombas de vacio.

Los soplantes son máquinas, cuya inyección de aire produce una alteración de presión hasta de 2.5 atmosferas de sobrepresión. Si la sobrepresión es mas elevada, se llaman compresores. Para producir una disminucion de presión ó vacio sirven las bombas de vacio. Las tres máquinas se pueden construir á manera de máquinas de embolo, de rueda centrifuga ó de turbina.

Accionamiento y regulacion. Si la máquina es accionada por un eléctromotor — esto se aplica especialmente á los compresores de embolo para la producción de aire comprimido — la regulacion de la cantidad de aire se hace de modo que al alcanzar el compresor la presión máxima es separado automaticamente, marchando el motor en vacio á

velocidad constante, ó es parado el motor por medio de un regulador de presión con dispositivo eléctrico de contactos, que acciona un reostato automatico. Al llegarse al límite inferior de la presión el compresor vuelve á insertarse y aspira la cantidad normal de aire. Los compresores de gran potencia son provistos de valvulas de aspiración, automaticamente reguladas, para regulación entre cero y plena carga; en los turbo-compresores eléctricos es suficiente accionar á mano la valvula (de admisión) moderadora; la regulación se puede hacer también automaticamente por un mecanismo que funciona á una presión determinada.

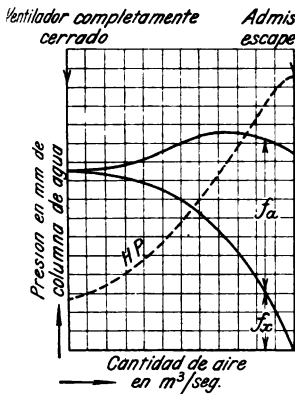


Fig. 4. Curvas indicadoras de la relación entre la cantidad de aire y el consumo de fuerza correspondiente a la presión.

Aplicaciones: Nos limitaremos á hacer resaltar de las variadas aplicaciones las siguientes: soplantes para forjas, fig. 5. Para sobrepresiones de 100 á 200 mm. de columna de agua. Se emplean casi exclusivamente los soplantes centrifugos con electromotores directamente acoplados.

Soplantes para hornos de cúpula; se usan los soplantes centrifugos ó soplantes Root, para sobrepresiones de 400 á 600 mm. de columna de agua. Los soplantes centrifugos con electromotor directamente acoplado, ó con soporte intermedio y acoplamiento, son mas baratos que los de Root; pero estos últimos suministran una corriente de aire constante independientemente de la presión existente por obstrucción de las tuberías.

Soplantes para obtención de gas por descomposición del agua. Como solo sirven para avivar y la carga por consiguiente es intermitente, el mas ventajoso es el soplante centrifugo eléctrico.

Soplantes para altos hornos. Generalmente soplantes de embolo movidos por motor de gas. Como reserva son muy ventajosos los turbo-soplantes eléctricos.

Soplantes para fábricas de acero. Correspondiente á las modificaciones de trabajo necesarias para avivar durante la carga ó inyectar el aire necesario según el proceso de fabricación, volumen y presión tienen que ser regulables. Hasta ahora se ha empleado generalmente los soplantes de embolo.

Compresores para instalaciones de aire comprimido. Sobrepresiones de 6 á 8 atmosferas; los turbo-compresores son ventajosos solo para potencias desde 5000 m³ proximately de aspiración por hora; para potencias menores se usan los de embolo.

Accionamiento para capacidades pequeñas ó medianas por electromotores de gran velocidad con transmisión de correa para capacidades mayores accionamiento directo, fig. 6. El motor está montado en el



Fig. 5. Ventilador de forja con motor de corriente continua.

árbol del compresor y se provee de las masas adicionales de inercia necesaria para una marcha uniforme.

Para turbo-compresores mayores el accionamiento directo por turbinas de motor es el mas ventajoso; el accionamiento directo por élektromotor de 3000 r. p. m. es indicado solo desde 15000 m³ proximamente de aspiración; para capacidades menores se recomiendan los élektromotores de 1500 r. p. m. con transmisión de engranaje

Fuerza necesaria, para soplantes centrifugos y presiones hasta 2000 mm. de columna de agua, se puede aplicar la formula dada para los ventiladores, que sirve para aire y otros gases. El rendimiento se ha de estimar algo mas bajo. Para presiones mas altas la energia necesaria se ha de calcular con ayuda de las formulas y tablas de la potencia teorica necesaria para compresores, siendo de desear se tenga en cuenta el rendimiento isoterico.

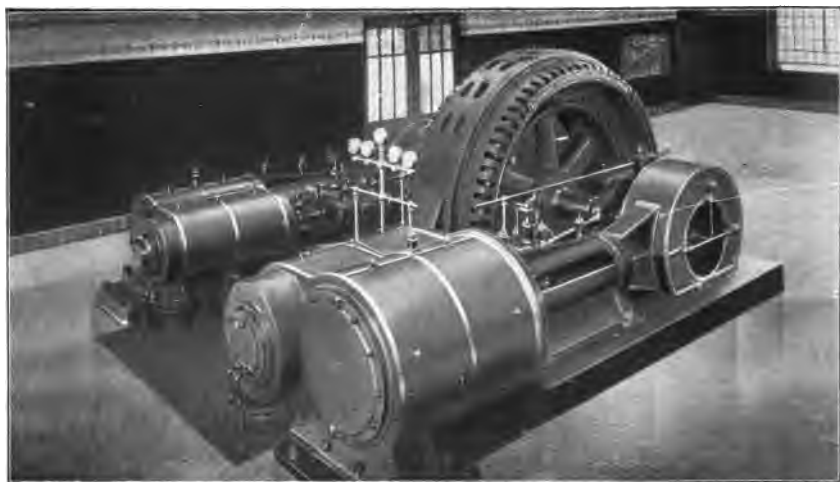


Fig. 6. Compresor para 4000 m³ hora, 6 atmosferas accionado por motor trifásico de 420 H. P., 125 r. p. m.

Máquinas textiles.

Máquinas para el hilado de algodón.

La fuerza necesaria para impulsar las **abridoras y los batanes**, fig. 1, oscila entre 3 y 7 H. P. proximamente, con velocidades aproximadas de 900 á 1400 r. p. m.; las abridoras combinadas con batan necesitan entre 9 y 10 H. P. El accionamiento se verifica por motores trifásicos con inducido en corto especiales, con transmisión de correa ó donde es admisible con acoplamiento directo.

La fuerza necesaria para impulsar las **cardas** es de 1·2 H. P. proximamente á la velocidad aproximada del tambor de 160 á 180 r. p. m.

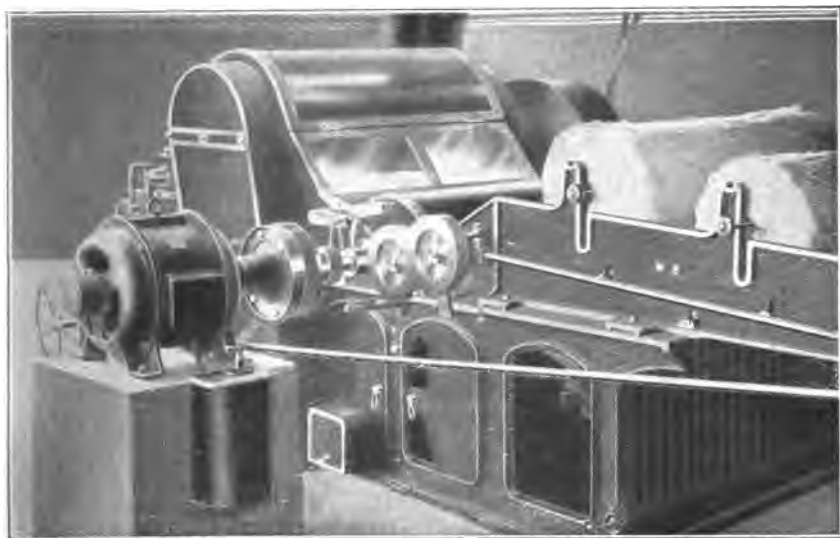


Fig 1 Batán, cuyo árbol es accionado directamente por un motor trifásico.

Como las cardas son paradas pocas veces y para el accionamiento sencillo se dispone de poco sitio, por lo que este dificultaría el servicio, se emplea casi exclusivamente el accionamiento por grupos, por un motor trifásico de rotor con anillos rozantes para arranque, de ser posible acoplado directamente al árbol de transmisión.

La fuerza necesaria para los **manuares** depende del número de juegos de cilindros estiradores y del de entregas. Accionamiento sencillo por motores trifásicos de inducido en corto cerrados, ó por medio de un árbol común que acciona varios juegos de estiradores con una transmisión de engranaje, fig. 2, ó de juegos de cilindros separadamente por el mismo tipo de motor, con engranaje ó correa. En este caso se monta el motor con compensador de correa. Interruptor eléctrico, necesario para parar el manuar al romperse una mecha.

La fuerza necesaria para el impulso de las **mecheras** varía según la clase de la mechera (en grueso, intermedio, fino y extra-fino) y según número y velocidad de los husos. La energía necesaria oscila entre 1'5 y 4 H.P. Las mecheras

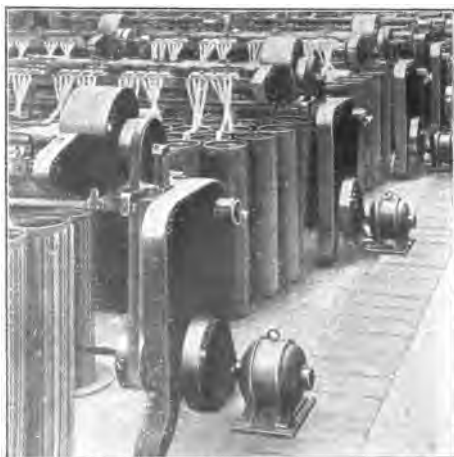


Fig 2. Manuar accionado por un motor con engranaje intermedio. Este motor trifásico está situado en el extremo del manuar.

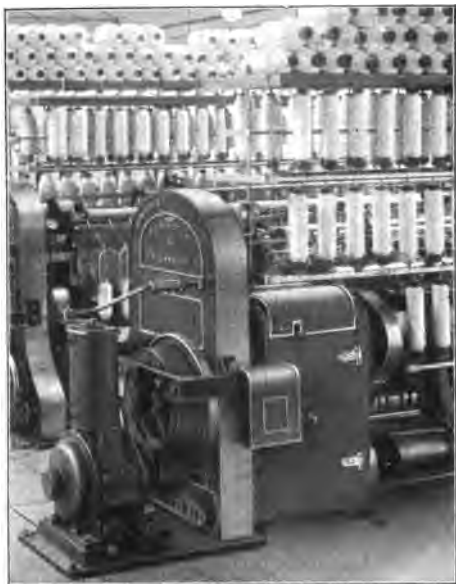


Fig. 3. Accionamiento de las mecheras por un motor trifásico cerrado, especial para arranque suave. El interruptor de forma controler está directamente apoyado en la envolvente del motor y es accionado por una palanca que mueve un mecanismo de la mechera.

necesitan un arranque muy suave para evitar la ruptura de los hilos. Accionamiento por motores de inducido en corto de construcción especial para este objeto, cuya maniobra se verifica de la manera usual para el accionamiento por transmisión empleado hasta ahora, desde la palanca de desenganche, fig. 3. El interruptor es construido en forma de un controler fuerte, á causa del esfuerzo extraordinario.

La fuerza necesaria para las **continuas de anillo para hilar** oscila entre 3 y 12 H.P. proximalmente según la construcción de la máquina, número y velocidad de los husos y el grueso del hilo. Accionamiento sencillo por motores especiales de inducido en corto y polos reversibles, fig. 4, con dos ó tres velocidades, ó en casos especiales por motores trifásicos con colector regulados automáticamente por la máquina continua de anillo, con regulación por la modificación del



Fig. 4. Continuas de anillos para hilar. Accionamiento directo por motor cerrado trifásico de polos reversibles, 950 y 720 r. p. m. Para la admisión de escape del aire de refrigeración existe una canal debajo de los motores.

decalaje de las escobillas, para lograr el máximo de producción. Los motores son refrigerados por aire ó por agua, tienen transmisiones de engrane ó acoplamiento directo al árbol de cilindro. Para las continuas de anillos para retorcer rigen las mismas condiciones, solo la potencia tiene que ser mayor.

Lo característico de las **selfatinas** son las oscilaciones fuertes en el consumo de energía entre 2 y 30 H. P. proximately durante el ciclo completo de hilado, es decir durante el avance y retroceso del carro. Por lo tanto se emplea el accionamiento por grupos, por un motor con anillos rozantes calculado para el consumo de energía termino medio aproximado de la selfatina, ó el accionamiento sencillo por un motor trifásico con

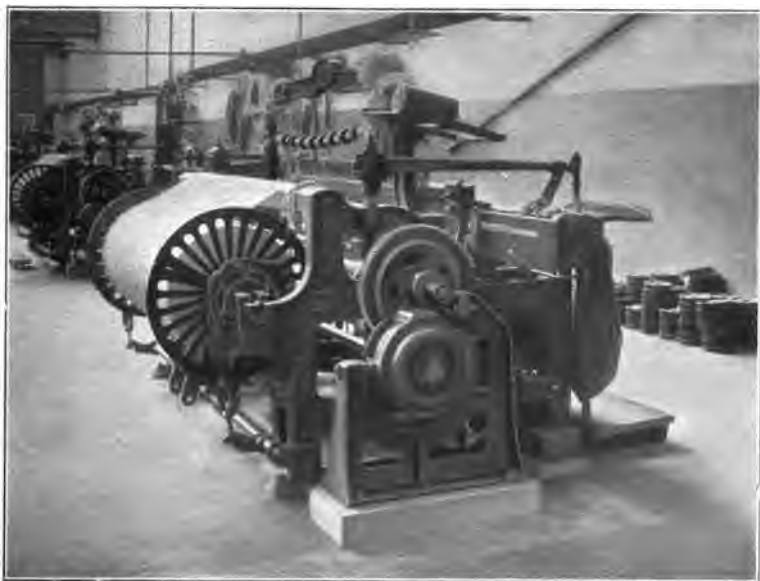


Fig. 5.

Telar; accionamiento de un telar fuerte para yute por un motor especial y con intermedio de engranaje La rueda dentada montada en el árbol del telar forma el acoplamiento corredizo.

anillos rozantes ó con inducido en corto, provisto de un volante, lo que permite también el empleo de un motor que corresponda al termino medio de la fuerza necesaria, y se obtiene una marcha uniforme de la selfatina.

Máquinaria para fábricas de tejidos.

La fuerza necesaria para impulsar las **máquinas de preparación** (bobinadoras, urdideras, máquinas de parar y encolar) oscila entre 0.5 y 4 H. P. proximately. Son accionadas por motores con inducido en corto, de 1000 y 1500 r. p. m., con transmisión de correa, cadena ó engranaje.

La fuerza necesaria para impulsar los **telares** es diferente según la fabricación, material trabajado, ancho de trabajo, número de pasadas de

lanzadera, etc. y varia entre 0.2 y 3 H. P. Accionamiento por motores especiales para telares (motores trifásicos con inducido en corto) por regla general con 1000 r. p. m. (teóricos) accionando:

a) por correa, si por razones especiales (condiciones de sitio, precio de coste, etc.) no es adoptada la transmisión por engranaje que es mucho mas ventajosa. El motor es montado con compensador de correa;

b) por transmisión de engrane. Este sistema de accionamiento no obstante los gastos de instalación mas elevados, es mas ventajoso porque permite una marcha mas uniforme y por consiguiente produce un tejido de mejor calidad, ademas un aumento del número de pasadas de lanzadera y por lo tanto mayor producción y una reducción del consumo de energia. El motor se monta en un caballete fijo, independiente del telar con soporte para el árbol del telar, de facil ajuste, y acciona el árbol por medio de un acoplamiento corredizo, fig. 5. Este acoplamiento es necesario para evitar roturas de las ruedas dentadas y de los organos del telar (para mas detalles consultese el folleto GIV 1016).

Estampación de tejidos.

Las máquinas de estampación de tejidos, para estampar en los tejidos dibujos en colores, requieren una regulación amplia de su velocidad según el número de rodillos estampadores, complicación del dibujo, habilidad del operario, etc. Para la distribución de los colores como para la limpieza se necesitan velocidades muy pequeñas hasta $\frac{1}{10}$ de la normal. Por este motivo es el mas indicado el motor de continua para el accionamiento de estas máquinas empleandose para amplitudes de regulación pequeña los motores en derivación con regulación parcial de campo magnetico y parcial del inducido para regulaciones de mayor escala se emplea el sistema llamado de 5 conductores.

En este sistema se monta un grupo primario (grupo de compensación) con 4 tensiones diferentes, por cuya combinación se obtienen 9 tensiones distintas, con las cuales se hace trabajar el motor al regularlo. Si la linea es de corriente trifásica, hay que transformarla en corriente continua, ó si la regulación hacia abajo no es demasiado amplia, se pueden emplear los motores trifásicos con colector, regulables por medio de bornas subdivisoras de estator. En muchos casos puede adoptarse también el sistema de regulación con motor principal y auxiliar (este último para el ajuste de los rodillos de tinta, la limpieza, etc.), en combinación con un acoplamiento de relevo. Comparense las indicaciones dadas referente al accionamiento de las máquinas tipograficas rotativas.

La fuerza necesaria para la impulsión de las máquinas de estampar tejidos oscila según el número de rodillos impresores y la velocidad de la impresión entre 7 y 50 H.P. (para mas detalles vease el folleto GIV 1003).

Máquinas para la fabricación de papel.

La producción de corriente eléctrica para fábricas de papel se verifica ventajosamente en una central propia, puesto que para los cilindros secadores de las máquinas de papel, etc. se necesitan cantidades considerables de vapor: para papeles de imprimir 2 kg. de vapor proximalmente por cada kg. de papel, para papeles finos, 3 kg. de vapor proximalmente por cada kg. de papel.

mente por kg. y para papeles de envolver 4 kg. de vapor proximamente por kg. de papel terminado. Lo mas conveniente es la instalación de turbinas de vapor de eyección con tubos de toma de vapor para 2 ó 3 atmosferas. Del accionamiento son solo del 25 al 35 % para velocidades muy variables. Por consiguiente se elige generalmente la corriente tri-

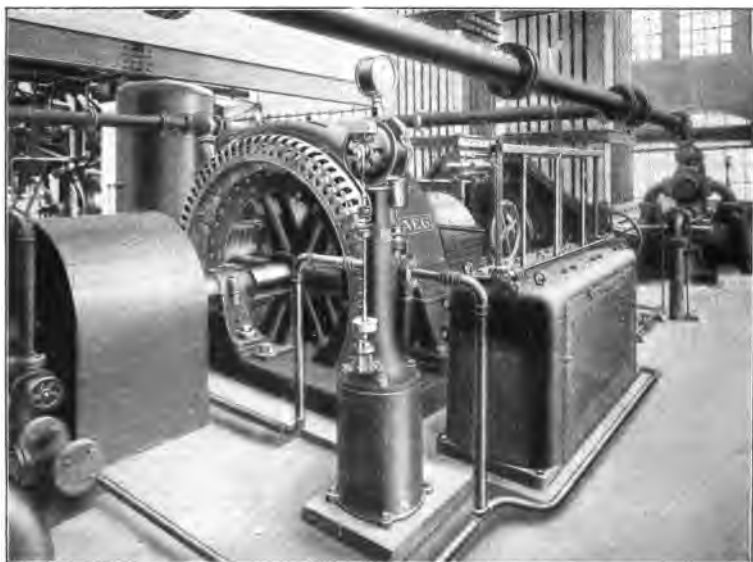


Fig. 1. Accionamiento de dos molinos desfibreadores por un motor trifásico de 1250 H. P., 245 r. p. m., 3000 voltios.

fásica, de la cual se transforma una parte en corriente continua por medio de convertidores especiales.

Los **molinos desfibreadores** pequeños con accionamiento por correa desaparecen cada vez mas porque los molinos de gran potencia producen

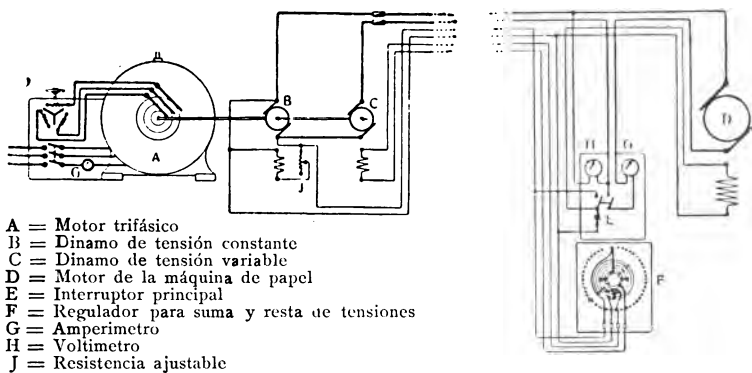


Fig. 2. Esquema de la conexión aditiva y sustractiva para el accionamiento de una máquina de fabricar papel

un rendimiento mayor. Estos se acoplan directamente con motores trifásicos de manera que en cada lado del motor hay un molino. Aparato de arranque para el arranque con $\frac{1}{2}$ á $\frac{3}{4}$ de la carga. En los últimos tiempos se emplean mucho los molinos desfibradores de deposito, con muela de 1 m. proxímadamente de diametro y la velocidad aproximada de 245 r. p. m. que consumen una energia entre 800 y 1000 H. P., de modo que el motor se ha de calcular para una potencia de 1600 á 2000 H. P.

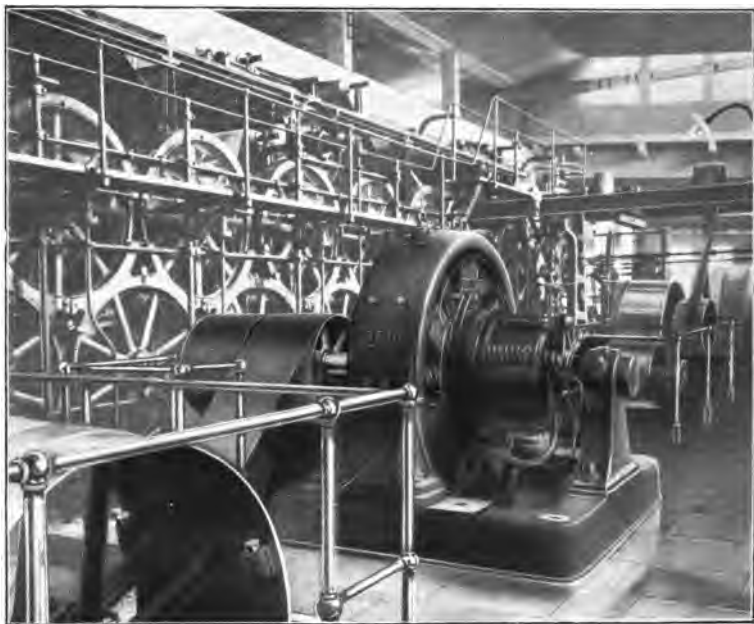


Fig. 3. Motor 300 H. P. para máquina de fábrica papel.

Para evitar choques al cambio de las prensas se regula el agua á presión de las prensas por un regulador de presión eléctrico, dependiente de la corriente de toma del motor.

Los **molinos á cilindro** se accionan por correa, si es posible con accionamiento sencillo porque asi es facil vigilar el consumo de energia en la trituración, y por consiguiente, un ajuste exacto del cilindro trabajador. Consumo de fuerza entre 40 y 125 H. P. Aparato de arranque para plena carga.

La velocidad del motor para las **máquinas de papel** tiene que ser variable por razón á la clase y el peso del papel. Amplitud de regulación de 1:3 hasta 1:15. La velocidad una vez ajustada debe mantenerse constante independiente de variaciones en la línea ó de sobrecargas instantaneas. Consumo de fuerza entre 40 y 500 H. P. Lo mas ventajoso es emplear el acoplamiento adicional é inverso según el esquema de la figura 2. — La corriente trifásica, que generalmente se dispone, se suministra á un motor trifásico que por un lado está acoplado á una

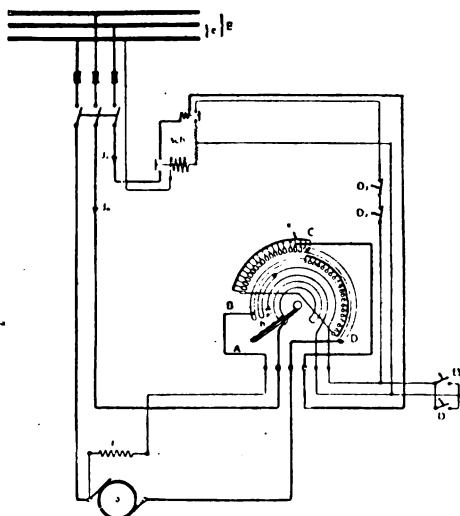
dinamo de continua para tensión constante, por el otro á una de tensión variable entre -220 y $+240$ voltios. Asociando está ultima á la primera en conexiones adicionales ó inversa, se regula la tensión por medio de un regulador entre 0 y 440 voltios. Para mantener constante la velocidad, las dos máquinas tienen excitación compound, y la máquina para tensión constante recibe en vez del regulador una resistencia de alambre de hierro con un coeficiente termico positivo.

La fuerza necesaria para el accionamiento de las **calandrias** es de 30 á 125 H.P., la velocidad según la clase del papel á satinar entre 50 y 180 r. p. m. Para la colocación del papel se requiere aproximadamente de $\frac{1}{10}$ á $\frac{1}{15}$ de la velocidad normal de satinar. La misma velocidad de trabajo tiene que ser variable en la proporción de $1:2$ proximamente. Accionamiento por corriente continua, empleando las conexiones adicionales ó inversas, las de Leonard y si hay que mover varias calandrias, el sistema de tensión auxiliar. En este se inserta el inducido con una tensión baja para introducir el papel, y despues de estar colocado, se inserta la tensión principal. La velocidad durante el satinado se regula por medio de un regulador en derivación. El servicio se verifica independiente sin auxilio del personal, por medio de una manivela del aparato de arranque. Parada rápida por botones de presión, si es posible empleando el frenado de corto circuito del inducido.

Si solo hay una calandria y la red es de corriente trifásica, se emplean motores asincronos con un pequeño motor auxiliar para la colocación del papel, que sobre una contramarcha de reducción y un acoplamiento de relevo acciona el árbol del motor principal. Para mas detalles vease „Máquinas de rotación“.

La fuerza necesaria para **máquinas de enrollar** es de 15 á 40 H.P., la velocidad varia entre 100 y 300 m. p. m. Condiciones de trabajo análogas á las de las calandrias. Para trabajos auxiliares se requiere aproximadamente $\frac{1}{20}$ de la velocidad máxima. La velocidad de trabajo debe ser variable en la proporción de $1:3$. Accionamiento como para las calandrias.

La fuerza necesaria para las **guillotinas**, hasta 15 H.P., la regulación de la velocidad de $1:2$. Se emplean máquinas con regulación del campo en derivación.



- A = Posición de interrupción
- B = Posición para introducir el papel
- B-C = Conmutación y arranque á mayor tensión
- C-D = Regulación de la derivación para satinado
- E = Tensión principal
- e = Tensión auxiliar
- a = Inducido del motor
- f = Campo magnético del motor
- sch = Protección
- D1, D2 = Pulsadores
- h = Contactos auxiliares

Fig. 4. Esquema AEG de las conexiones para una calandria.

Máquinas de imprenta.

La fuerza necesaria para las **prensas de platina** es de $\frac{1}{4}$ á $\frac{3}{4}$ de H. P., para las **prensas mecanicas de cilindro** de 1 á 5 H. P. Regulación necesaria de la velocidad el 5%. Accionamiento por correa sobre el volante, generalmente con rodillo tensor, á relación de transmisión grande. Durante la preparación de la prensa hay que interrumpir é insertar el motor con frecuencia por lo tanto se necesitan aparatos de arranque y regulación especiales muy fuertes. El freno de la prensa tiene que proveerse de un sistema de cierre para el aparato de arranque para evitar el frenado estando insertado el motor, fig. 1.

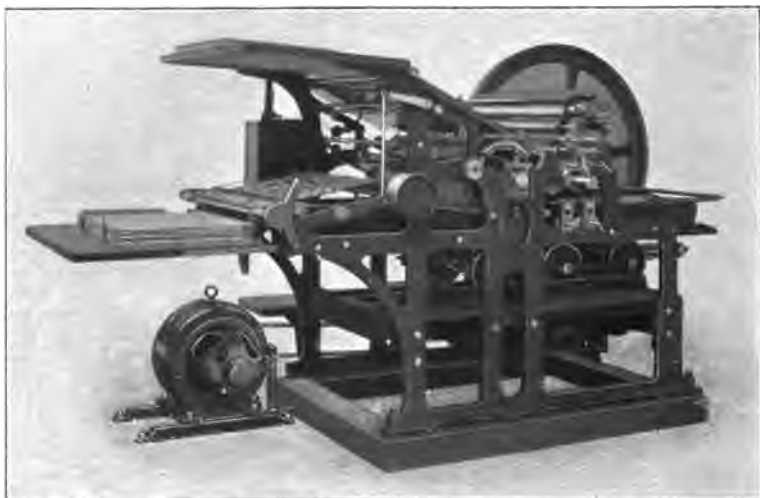


Fig. 1. Prensa cilíndrica rápida con motor corriente continua de 1 H. P.

Las **máquinas rotativas** necesitan según el número de los rollos de papel que corren simultaneamente, 1, 2, ó 3 accionamiento para cada máquina que tiene que trabajar lo mismo independientemente como también acopladas. Para la preparación de la prensa, es decir el preparado de la tinta y de los rodillos impresores, la colocación del papel, etc. la máquina tiene que marchar con $\frac{1}{40}$ á $\frac{1}{50}$ de la velocidad normal de imprimir, para este objeto se emplean motores auxiliares, que por medio de una contramarcha de reducción y un acoplamiento de relevo accionan el motor principal. El motor auxiliar es accionado por medio de botones de presión desde varios puntos de la prensa. La conmutación y regulación (maniobra) completa de los motores principal y auxiliar y del freno eléctrico para parada instantanea se efectua desde un controler. El acoplamiento de relevo desembraga mecanicamente la contramarcha y el motor auxiliar, en cuanto el motor principal acoplado hay alcanzado una velocidad relativa mayor, y por consiguiente se haya hecho carga del accionamiento de la máquina.

Para las máquinas de rotación multiples, con dos ó tres accionamientos, los motores deben tener características idénticas para que la carga se reparta por igual entre los motores.

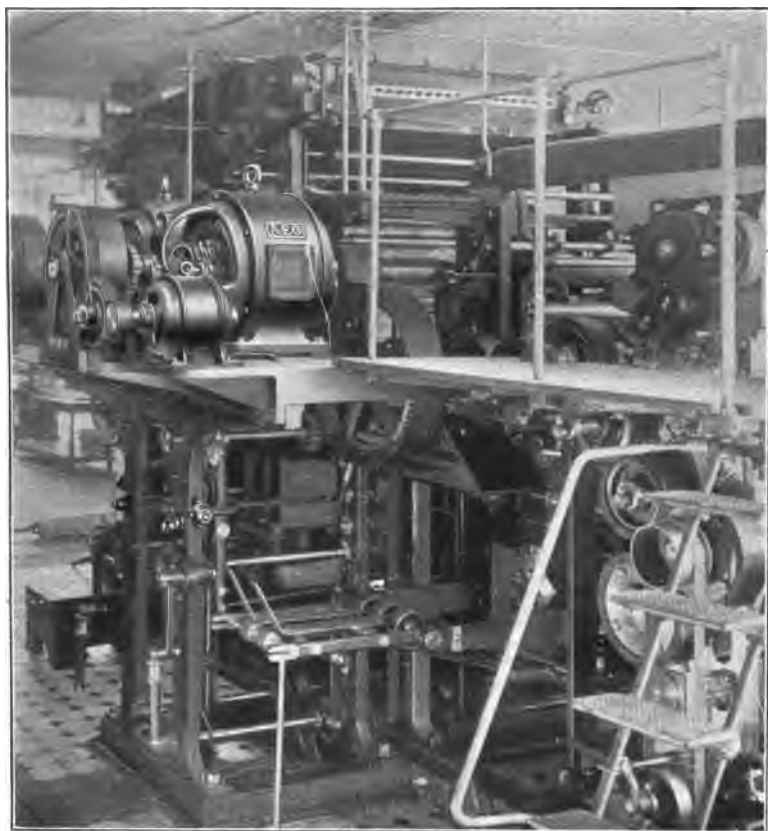


Fig. 2. Accionamiento de una rotativa de 4 rodillos por dos motores trifásicos de 25 H. P. y 50 % de regulación cada uno, y por medio de dos motores con inducido en corte de 3 H. P. cada uno para preparación de la prensa é introducción del papel. La maniobra de los motores auxiliares se hace por pulsadores desde diferentes sitios de las máquinas, mientras que la de los motores principales se hace con un reostato doble de arranque en forma controler.

El accionamiento se verifica por medio de engranajes. La potencia de los motores principales será de 15 á 35 H. P.

La fuerza necesaria para las **máquinas linotipias** es de $\frac{1}{4}$ á $\frac{1}{2}$ H. P. Se emplean motores especiales de corriente continua ó trifásica, de velocidades muy pequeñas, de 300 á 400 r. p. m. Accionamiento por correa.

Máquinas centrifugas.

Para calcular los motores para centrifugas hay que tener en cuenta el peso de las masas aceleradas, el tiempo de arranque, la duración de marcha á la velocidad normal y el número de cargas por hora: El límite inferior para el tamaño de los motores se basa en el calentamiento por la corriente de trabajo.

El **calentamiento** se expresa por la formula:

$$(J_1^2 \times t_1 + J_2^2 \times t_2) \times \text{número de cargas.}$$

De esta formula se deduce la corriente media tomada por el motor:

$$J = \sqrt{\frac{(J_1^2 \times t_1 + J_2^2 \times t_2) \times \text{número de cargas}}{60}}$$

Como en los motores de continua y trifásicos de inducido con anillos rozantes el consumo de corriente J es aproximadamente proporcional á la potencia L , se puede poner en vez de la intensidad de la corriente de potencia, modificando la formula en:

$$L = \sqrt{\frac{(L_1^2 \times t_1 + L_2^2 \times t_2) \times \text{número de cargas}}{60}}$$

El tamaño del motor ha de elegirse por consiguiente tal que el motor admita permanentemente la corriente J , y pueda desarrollar la potencia L . En las formulas precedentes significan:

L = la potencia media en kilovatios, para una hora de marcha,

L_1 = la potencia de arranque en kilovatios,

L_2 = la potencia en kilovatios, á la velocidad normal,

J = la media de la corriente tomada, en amperios,

J_1 = la corriente de arranque,

J_2 = la corriente de regimen, á la velocidad normal,

t_1 = el tiempo de arranque en minutos,

t_2 = el tiempo de marcha á la velocidad normal, en minutos.

Corriente de servicio: Corriente continua ó trifásica.

Clase de motor: Para el accionamiento de las centrifugas pueden emplear: 1. los motores trifásicos con inducido en corto; 2. los motores con inducido de anillos rozantes para regulación con resistencia al resbalamiento fijo; 3. los motores con inducido de anillos rozantes para regulación con aparatos de arranque.



Fig. 1. Centrifuga colgante.

Los **motores con inducido en corto** son adecuados para centrifugas pequeñas con un momento de inercia total hasta 1200 kg. m^2 , mas de 4 cargas por hora y periodo corto de arranque p. e. para centrifugas normales de azucar sin refinar y centrifugas para azucar en pilon, centrifugas para fábricas quimicas de explosivos y lavaderos.

Los **motores con inducido de anillos rozantes** con resistencia al resbalamiento fijo son á proposito para las centrifugas anteriormente indicadas, pero con menos de 4 cargas por hora y un periodo de arranque relativamente mayor.

Los **motores con inducido de anillos rozantes** con aparato de arranque son convenientes para centrifugas con un momento de inercia mayor de 1200 kg. m^2 y menor número de cargas, p. e. para las centrifugas Brode. El accionamiento de las centrifugas se hace mas ventajosamente por acoplamiento directo; el accionamiento por correa está anticuado porque requiere mucho espacio, ocasiona un desgaste grande de correa y ofrece menos seguridad de servicio. La clase de acoplamiento depende de la construcción de la centrifuga.

En las centrifugas suspendidas (centrifugas Weston), fig. 1, el motor está montado en el puente de la centrifuga. El acoplamiento se verifica por acoplamiento de anillo de cuero. En las centrifugas verticales, fig. 2, el motor está montado en el árbol de la centrifuga.

Construcción del motor: Ventilado, protegido, con protección contra la humedad. Velocidad de 500 á 1000 r. p. m. según el diametro del tambor de la centrifuga.

Para calcular el motor hay que conocer: 1. La clase y tensión de la corriente, 2. la velocidad en el servicio normal, 3. el tiempo de arranque, 4. el número de cargas, 5. el momento de inercia del tambor cargado.



Fig. 2. Centrifuga con pie.

Soldaduras eléctricas.

Generalidades. Se distinguen dos grupos principales: la soldadura por resistencia y la soldadura con el arco voltaico.

Ventajas: Contrario á los demas sistemas de soldar, el calor no se transmite de fuera á dentro, lo que ocasiona perdidas de calor sensibles, sino que la corriente eléctrica se aplica directamente al sitio de la soldadura, produciendo un calentamiento local en cierto modo desde dentro, y por consiguiente casi sin pérdida.

A. Soldadura por resistencia.

Clase de corriente: Casi exclusivamente corriente alterna.

Principios de construcción: Para la transformación de la energía eléctrica en calor se utiliza la resistencia interior del objeto á soldar. Las intensidades de la corriente tienen que ser extraordinariamente altas, y se elevan muchas veces á 100000 amperios; las tensiones en cambio son muy bajas y oscilan entre 0.5 y 20 voltios, según el tamaño y clase del objeto á soldar.

Formas de la soldadura por resistencia: **Soldadura al tope, de puntos y de costuras.**

1. Soldadura al tope.

Procedimiento. Las dos partes á soldar se fijan á tope en la máquina de manera que exista contacto y se inserta la corriente. En cuanto el calor aparezca en la superficie está caldeada toda la sección y entonces pueden empujarse con fuerza los dos extremos quedando las dos piezas unidas mejor dicho empotradas desconectandose al mismo tiempo la corriente. La soldadura propiamente dicho está con esto terminada. El realce producido se puede aplanar forjando la pieza que está todavía caliente por el sitio de la soldadura. Para que la soldadura salga bien es condición de que los dos extremos por donde se hará la soldadura tengan igual sección. Las piezas cerradas como anillos, hebillas, eslabones, etc. necesitan mas energía que objetos abiertos.

Aplicaciones. Todos los trabajos de soldadura en las cuales es necesario hacer



Máquina para soldar á tope para la pequeña industria, capacidad 7.5 kilovatios.

uniones, p. e. en la unión de hierros redondos y perfilados, anillos, hebillas, eslabones, etc. puede soldar al tope el hierro dulce, la fundición maleable, el acero, el cobre, el latón y el aluminio.

Ventajas: El calor se desarrolla á los pocos segundos, el caldeo se puede observar sin inconveniente, de modo que es imposible que se quemen las piezas. La soldadura es extraordinariamente pura y desde el punto de vista metalurgico homogenea, porque no pueden penetrar materias extrañas en la soldadura ni oxidarse.

Datos técnicos: La tabla á continuación da un estado aproximado de la energia consumida y del tamaño de la soldadura á elegir, estando indicadas las máximas para la soldadura de piezas abiertas.

Máquina para soldar al tope		Capacidad máxima Sección de la soldadura en mm.		Potencia del transformador en kilovoltamperes
Tipo	Peso neto en kg.	hierro	cobre	
St 1'5	22	50	25	1'5
St 2	32	65	30	2
Sta 1'5	25	50	25	1'5
Sta 2	35	65	30	2
St 3	225	100	40	3
St 3/7'5	260	250	80	7'5
St 7'5	340	250	80	7'5
St 15	480	500	125	15
St 40/25	1465	800	165	25
St 40	1500	1200	200	40
St 60	1675	1800	300	60
St 60/80	1875	2400	400	80
St 120	6500	3600	600	120
St 200	11500	6000	1000	200

Procedimiento por fusión parcial. Los aceros de alta calidad se sueldan según el procedimiento por fusión parcial. Este se distingue de la soldadura por resistencia normal, en que no se fijan de antemano las partes á soldar la una contra la otra, sino que se deja una pequeña separación en el sitio de la soldadura.

Procedimiento de trabajo. Se inserta la corriente para soldar y despues se acercan los dos pedazos insensiblemente hasta que la resistencia sea tan pequeña que salte la corriente en forma de chispas. Este procedimiento se gradua de modo que el calor se reparta por igual en toda la superficie de la unión. Despues de obtenido el calor necesario

para soldar, las dos partes se unen por choque, de modo que la masa fundida en las secciones se estruje en parte.

Aplicaciones. Este sistema tiene un valor especial en la fabricación de utensilios cortantes de aceros de alta calidad, y para la soldadura de tubos y objetos de sección desigual.

2. Soldadura de puntos. Aplicaciones: Se emplea para la unión de objetos contruidos de chapa de hierro y similares, y como sustitución del remache antes usado; por puntos se pueden soldar las chapas de hierro, latón, cinc y aluminio. La soldadura de piezas en las cuales han de alojarse grandes masas de hierro entre el electrodo para soldar y los brazos de los electrodos requiere mas energia que la de piezas en las cuales se ponen masas relativamente pequeñas entre los brazos de los electrodos.

Ventajas: Mayor resistencia, comparada con la unión de remaches, porque la perforación necesaria para el remache, que debilita el material, no se hace.

Datos técnicos: La tabla á continuación da un estado del consumo de energia para los gruesos diferentes de chapas:

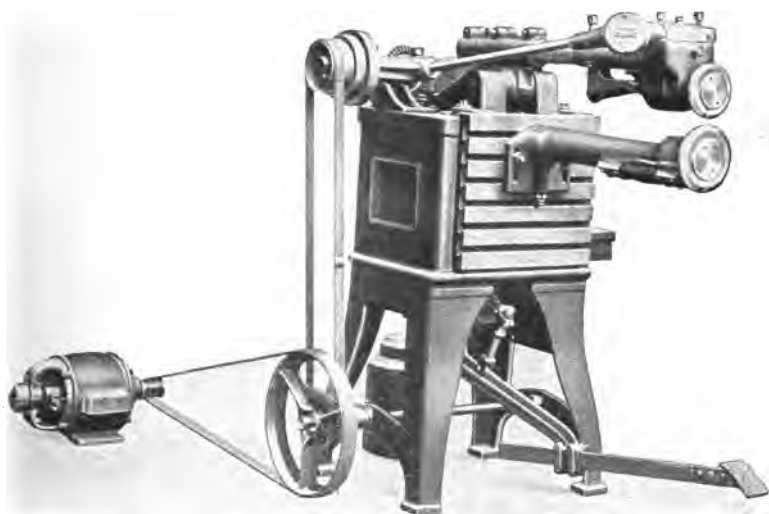


Máquina para soldar por puntos de accionamiento por pedal.

Máquina para soldar puntos		Capacidad media permanente de soldar en mm de la chapa sencilla		Potencia del transformador en kilovo'tampere
Tipo	Peso neto en kg.			
BT 1'0	70	0'2	no sirve	1'0
BT 1'5	75	0'5	no sirve	1'5
BT 3'0	90	1'0	no sirve	3'0
B 7'5	240	1'5	0'8	7'5
B 15'0	550	4'0	1'2	15'0
B 25'0	1170	7'5	2'0	25'0

3. Soldadura por costuras. Procedimiento: Las chapas que se han de soldar se pasan por entre dos ruedas conductoras de corriente que prensan la costura al mismo tiempo. La velocidad de la soldadura varia entre 2 y 50 mm. por segundo. Las piezas soldadas se pueden embutir, prensar o estampar posteriormente.

Aplicaciones: Unión de chapas de hierro, latón y cinc, desde las chapas mas delgadas hasta 2 mm. de grueso, lo mismo con costuras rectas que circulares, porque la corriente de soldar se puede regular con gran precisión, y el peligro de quemar las piezas no existe.



Máquina para soldadura por costura circular.

B. Soldadura con el arco voltaico.

Clase de corriente: Continua, en el último tiempo también alterna.

Principios de construcción: Transformación de la energía eléctrica en calor por medio del arco voltaico. Un polo de la generatriz de corriente se une con la pieza á soldar, y el opuesto á un mango que lleva un electrodos de carbón (sistema de Bernados) ó un electrodos de metal (sistema de Slavianoff).

Datos técnicos: Tensión para soldar, de 10 á 65 voltios, intensidad de 50 á 800 amperios, según el tamaño de la pieza á soldar.

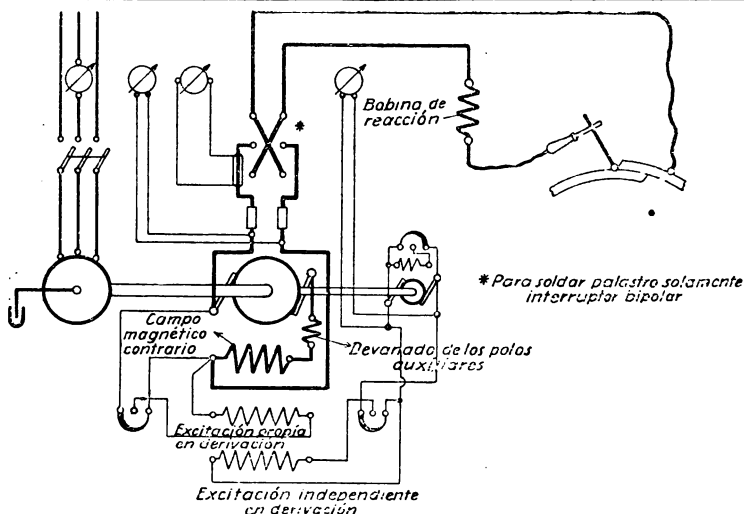
Procedimiento de trabajo: El operario toca el objeto de soldar con el electrodos. El arco funde las piezas en los cantos que se han de soldar. Al mismo tiempo se hacen fundir en el arco varillas de metal que va rellorando la rendija de la soldadura y se une con la masa fundida de la pieza. (Procedimiento de Bernados.) Este sistema se emplea todavía en las fábricas de recipientes de chapa delgada (tanques de hierro, etc.), y en la soldadura eléctrica de rieles.

En el sistema de Slavianoff los mismos electrodos metalicos se funden y se depositan en el sitio de la soldadura. Este procedimiento se puede aplicar para la ejecución de casi todas las soldaduras, composuras de piezas de fundición, rotas ó rajadas, soldaduras en chapas, piezas de construcción de hierro de todas clases, en buques, calderas, etc.

En estos últimos tiempos se emplean principalmente los electrodos de metal recubiertos con capa aisladora, estos concentran el arco y permiten la ejecución de costuras horizontales y verticales.

Referencia para la capacidad de soldadura y el consumo de energía y de electrodos se dan en la tabla siguiente.

Grueso de la chapa en mm.	Diametro de los electrodos en mm.	Intensidad de la corriente en amp.	Clase de soldadura	Rendimiento de la soldadura en m/hora	Consumo de alambre en kg. por mm. de costura
1.58	1.58	30	á solapa	4.86	—
3.17	3.92	100	á solapa	3.35	0.2075
3.17	3.92	95	al tope	2.28	0.34
4.76	3.92	130	á solapa	3.04	0.325
4.76	3.92	117	al tope	1.92	0.459
6.35	3.92	140	á solapa	1.82	0.502
6.35	3.92	137	al tope	1.13	0.74
9.52	3.92	140	á solapa	1.219	0.695
9.52	3.92	140	al tope	0.762	0.83
12.70	4.76	150	á solapa	1.097	0.8
12.70	4.76	150	al tope	0.609	1.48
15.87	4.76	165	á solapa	0.609	1.48
15.87	4.76	165	al tope	0.405	2.15
Remache de 19 mm.	3.92	135	substitución de costura martillada	2 min. p 1 roblon	0.1 por 1 roblon
Espiga de Piron con chapa de 12 mm.	3.92	150	substitución de costura martillada	23 min. p 1 soldadura	0.18 por 1 espiga
Tubo de caldera de 50 mm con chapa de 6.3 á 3.1 de espesor	3.92	135	soldadura especial	3 min. por 1 soldadura	0.59 por 1 tubo



Instalación para soldadura por arco (conexión Kraemer).

Máquinas para la soldadura con el arco voltaico: Para todos los sistemas de soldadura con el arco voltaico se recomienda emplear máquinas especiales que trabajan á intensidad constante. (Vease: Máquinas Querfeld ETZ 1906, pág. 1035 y máquinas de continua con las conexiones de Kraemer, ETZ 1919, pág. 798.) Estas máquinas permiten transmitir toda la energía desarrollada al sitio de la soldadura, sin pérdidas por resistencia. Si se quiere trabajar inmediatamente con la línea de corriente continua hay que intercalar resistencias delante de los electrodos, que absorben una parte de la energía y hacen mas caro el servicio que con las máquinas á intensidad constante. En los últimos tiempos se emplean también transformadores para la soldadura con el arco voltaico, pero el factor de potencia es solamente 0.2 proximately: Para corriente alterna la tensión de la corriente para soldar es algo mas alta que para corriente continua.

C. Construcciones especiales.

A estas pertenecen los calentadores eléctricos de remaches y los aparatos eléctricos para marcar. Los **calentadores eléctricos de remaches** se basan en los mismos principios que las soldaduras eléctricas, solo que el caldeo no se verifica por la resistencia de paso sino por la que ofrece á la corriente la espiga del roblon ó perno.

Clase de corriente: Los calentadores eléctricos de remaches están provistos de transformadores monofásicos; hasta potencias de 15 kilovatios pueden ser acoplados también á una fase de una red trifásica.

Procedimiento de trabajo: El electrodos superior del calentador es fijo, mientras el inferior se apoya por la presión de un muelle contra el remache ó perno á calentar. Los calentadores se fabrican en tres tamaños.



Calentador eléctrico de roblones, para calentar tres á un mismo tiempo.

Tipo	Número de remaches que pueden calentarse á la vez	Potencia del transformador	Sirve para remaches de diámetros
I	2	7.5	2 á 10 mm. Diámetro 1 á 16 mm. Diámetro
II	3	15	3 á 13 mm. Diámetro 2 á 20 mm. Diámetro 1 á 26 mm. Diámetro
III	3	25	3 á 20 mm. Diámetro 2 á 30 mm. Diámetro 1 á 38 mm. Diámetro

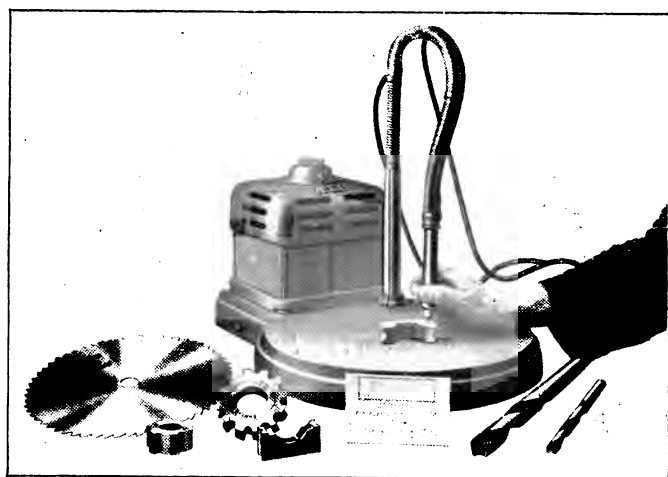
Aplicaciones: Los calentadores eléctricos de remaches se emplean en los talleres para construcciones de hierro y casas constructoras de puentes. Los remaches para este empleo se calientan en el extremo al rojo blanco, en el centro de la espiga al rojo y en la cabeza al rojo obscuro. El calentamiento por igual necesario para los remaches de

calderas y buques se obtiene prolongando el tiempo del caldeo. Estos roblones calentados por igual dan un remache fuerte y una unión completa, y por consiguiente se obtienen uniones hermeticas.

Ventajas en comparación con el calentamiento de remaches á fuego directo. No hay humo ni hollin molesto; el aparato está dispuesto para el servicio á cada instante, no se gasta energia por marchó en vacío. El calentamiento requerido se puede obtener á voluntad, regulando tensión é intensidad de la corriente, por consiguiente no habra perdida de materiales. Un estado del consumo aproximado de energia, corriente y tiempo para el caldeo de los remaches de la tabla á continuación.

Diametro de los remaches en mm.	Largo en mm.	Consumo de energia por remache en kilovatios	Duración del caldeo en segundos	Consumo de corriente por 100 remaches en kilovatios-hora
10	25	5	8	1
13	35	6	11	2
20	50	12	24	7
25	65	14	37	15

Aparatos eléctricos para marcar. Estos constan esencialmente de un transformador de baja tensión con la potencia de 500 vatios proxiamamente. Un terminal del arrollamiento de bajo voltaje del transformador



Aparato eléctrico de marcar con equipo

forma una placa de basamento, conductoras de corriente, el otro tiene un punzón par escribir, refrigerado con agua. Las piezas que se han de marcar se ponen encima de la placa y con ayuda del punzón se escribe como con una pluma de escribir, y con los caracteres que se quieren. El punzón lleva en su extremo una punta especial y se maneja con ligera

presión. Los marcadores se construyen para ser accionados por corriente monofásica ó por una fase de una red trifásica, hasta 500 voltios como máximo. Especialmente se usan para marcar herramientas templadas y sin temple en los talleres de construcción de herramientas, para marcar las lámparas incandescentes en el portalámpara de metal, para evitar los robos domésticos, para marcar los automóviles y piezas de ellos, como para marcar las máquinas de escribir y piezas de las máquinas de escribir y cosas analogas para evitar robos. La señal de estas piezas se puede hacer también con la firma autentica. La falsificación de las marcas que se podria hacer, en este caso es imposible.

El marcado eléctrico es duradero y no se puede quitar.

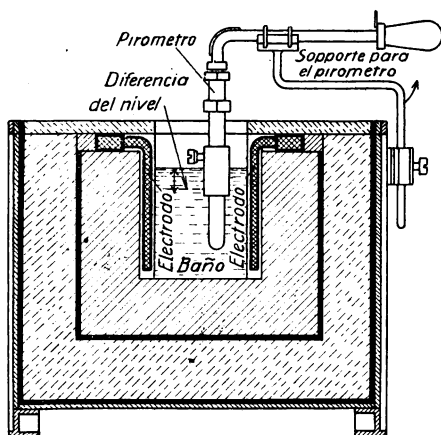
Si parece que por medio de la lima ó de la lija se haya quitado volverá á aparecer en el acto al tratar el sitio en cuestión con un ácido.

Hornos de temlar.

Instalación para recocer y temlar con baño para temple, caldeoado eléctricamente.

Corriente de servicio: Mono- ó trifásica hasta 500 voltios.

Principios de construcción: Producción del calor dentro del baño de sales por medio de corriente alterna de baja tensión y gran intensidad; conducción de la corriente por medio de electrodos de hierro, y regulación de la temperatura por un transformador de regulación.



Sección longitudinal

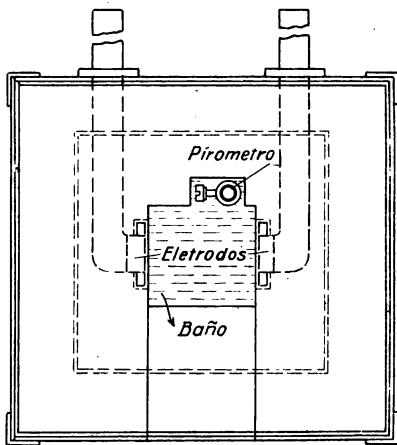


Fig. 1. Proyección horizontal

de un horno eléctrico de temlar con corriente monofásica.

Composición del baño de sales.

Temperatura in centigr.	Clase de sales
1000—1300	Cloruro de bario
750—850	Mezcla de cloruro de bario y cloruro de potasio
500—700	Mezclas especiales de otras sales
220—350—500	Sales de nitro

Dimensiones del baño y potencia del transformador.

Tipo del horno	Dimensiones interiores del baño en mm.			Potencia necesaria del transformador en kilovoltamperes			
				para servicio normal		para servicio intensivo	
	Largo	Ancho	Profundidad	850° C.	1300° C.	850° C.	1300° C.
I	120	120	120	5	8	8	12
II	150	150	170	8	12	12	17
III	200	200	270	12	25	17	38
IIIa	250	250	350	17	38	25	50
IV	300	300	370	25	50	38	75
V mod	350	350	450	38/50	75	50	100
IV	400	400	500	50	100	75	100

Instalaciones adecuadas:

1. Instalación de un solo horno para las diferentes temperaturas, lo que según el caso puede imponer el cambio de baño.
2. Servicio alternativo de dos hornos, empleando el horno pequeño para acero rápido, el mayor para acero al carbono, y también para cementar p. e. en talleres ferroviarios.
3. Servicio simultáneo, de varios hornos (para diferentes temperaturas).

Ventajas principales:

Fijación exacta de la temperatura de temple hasta 1350° C. Calentamiento muy rápido de las piezas y por consiguiente eficacia muy grande. (Temple en gran escala.) Capacidad aproximadamente al cuadruplo de un horno de mufla corriente de igual tamaño. Exención casi completa de desecho, porque el caldeo de las piezas á temprar es sumamente igual. Combustión de la pieza imposible (caldeo con exclusión de aire): Servicio exento de peligro. (Tensión bajísima del horno.) Servicio silencioso (no hacen falta soplantes). Suma limpieza.



Fig. 2. Horno eléctrico para corriente trifásica.

Aplicaciones.

1. Como horno de temprar herramientas como fresas, brocas, cuchillas de tornear, punzones troqueles, etc., para utiles de diversas clases de acero como guadañas, hocinas, palas, horcas, hachas, perforadoras, hazadones, piezas de maquinaria, etc., de acero, como muelles, ganchos, clavos, imanes, ademas para cintas de acero y alambres (servicio permanente).
2. Como horno de cementación (temple superficial) para las superficies de resbalamiento de ejes, cojinetes, cubos, pernos, organos de acoplamientos, guias, ruedas dentadas, pernos de manivela, etc. (según procedimiento especial).
3. Como horno para el tratamiento termotecnico suplementario de las piezas cementadas, para el recocido del material y piezas de construcción con el fin de mejorar sus propiedades ó facilitar su trabajo.

Lugares de empleo. Talleres para la fabricación de herramientas y máquinas herramientas, cuchillos, navajas y guadañas; talleres para la construcción de locomotoras, talleres ferroviarios, fábricas de automoviles y bicicletas, fábricas grandes de maquinaria, construcciones de máquinas agricolas y piezas para máquinas, fábricas de cojinetes de bolas, talleres mecanicos de precisión, establecimientos siderurgicos y metalurgicos, astilleros del estado y privados, fábricas de armas y municiones, fábricas de tornillos y clavos, fábricas de alambres, cables y flejes de acero, fábricas de muelles, fábricas de imanes, minas especialmente las de potasa, etc. etc.

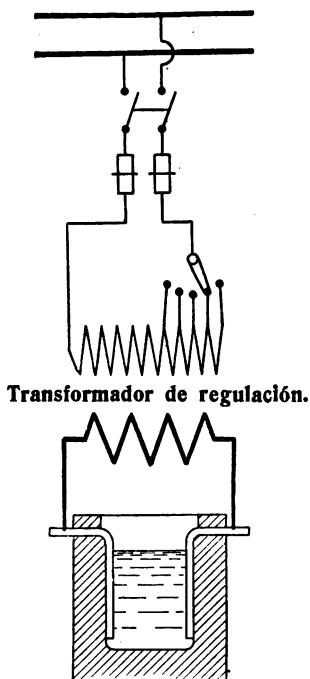


Fig. 3. Conexión de un horno eléctrico monofásico.

Baños eléctricos,

para el temple al aceite ó sales.

Corriente de trabajo: Para todas las temperaturas hasta 350 centígrados, con acoplamiento directo á líneas de corriente continua, mono- y trifásica hasta 300 voltios.

Principios de construcción: Baño fuerte de hierro fundido combinado con elementos termicos especiales recambiables. Estos son resistentes al calor y están alojados en una masa aislante protectora. El baño con los elementos termicos está rodeado de una caja protectora de palastro y metidos juntos en una caja exterior de hierro, que contiene el aislamiento. Los elementos termicos se pueden sacar con facilidad.

Ventajas principales: Facilidad de regular y mantener constante la temperatura y por lo tanto seguridad absoluta de obtener el temple y color requeridos. Limpieza y sencillez extrema.

Empleos:

1. Para el temple suplementario de toda clase de herramienta que requieren un grado determinado de elasticidad, que se da á una temperatura de 220 á 300 centigr. proxivamente como p. e. casi todas las herramientas para labrar madera como cuchillas, taladros y barrenas para madera escoplos, cinceles, terrajas y cuchillas de terraja navajas, escariadores, instrumentos odontologicos y quirurgicos, hachas tenazas de cortar, sierras para madera, etc. con diversos grados de elasticidad.
2. Para pavonar los objetos de acero con uno de los colores conocidos desde el amarillo palido hasta el azul claro.
3. Para fundir metales con punto de fusión bajo, como p. e. el estaño, plomo y metal para caracteres de imprenta.
4. Para estañar y procedimientos análogos en los cuales se emplean metales fundidos y otros liquidos á temperaturas hasta 350 centigr.

Sítios de empleo: Fábricas de herramientas, especialmente las que fabrican utiles para trabajar la madera, como los especificados anteriormente, talleres mecanicos de precisión y opticos, fábricas de muelles, fábricas de relojes, fundición de metal, imprentas, talleres para estañar, etc.

Tamaños corrientes de baños.

Tamaño del horno	Dimensiones interiores del baño en mm.			Energía máxima consumida en kilovatios
	Largo	Ancho	Profundidad	
I	300	300	300	7.5
II	450	300	300	12

Hornos eléctricos de mufla,

para temperaturas hasta 1000 centigr. proxivamente.

Para usos analogos á los del horno eléctrico con baño de sales y como suplemento del mismo, ante todo para casos en los cuales no es á proposito el baño de sales, ó donde se requiere un aumento ó disminución de temperatura paulatinos. Indicaciones detalladas referentes á las dimensiones de las muflas, consumo de energia y potencia desarrollada sobre demanda.

Hornos de crisol. (Sistema Hellberger.)

Corriente de trabajo: Monofásica.

Principios de construcción: El calentamiento del crisol se verifica según el sistema, por resistencia, formando el crisol la resistencia. La conducción de la corriente desde el transformador se verifica por dos electrodos de carbón con mangos refrigerados por agua, de modo que el crisol es recorrido por la corriente en sentido axial. La regulación del calor se hace por medio de la regulación de la tensión, con un conmutador de regulación y bornas subdivisorias del transformador.

Material de los crisoles: Con crisoles termicos solo sirven los que conducen la corriente, de carbón ó de arcilla plumbagina. Para substancias que no deben de tener contacto con el carbón, se emplean los crisoles interiores correspondientes.

Datos termicos: La relación entre la capacidad de fusión y la potencia del transformador se desprende de la tabla á continuación.



Horno de fusión tipo TO I—III.

Capacidad para la fusión de cobre y potencia del transformador.

Tipo de horno	TO ₀₀	TO ₀	TO _I	TO _{II}	TO _{III}	TO _{IV}	TO _V	TO _{VI}	TO _{VII}
Capacidad para la fusión de cobre en kg.	0.05	0.7	3	5	10	15	25	50	100
Potencia del transformador en kilovoltamp.	1	3	4	6	10	15	25	50	100

El consumo de energía depende del punto de fusión, peso específico y cantidad de calor para la fusión, para algunos metales está indicado en la tabla siguiente.

Consumo de energía en kilovatios-hora por cada 100 kg. de metal á fundir.

Clase de metal	Hierro	Cobre	Oro	Plata
Consumo de energía en kilovatios-hora	140	60	50	45

Ventajas principales: Limpieza del trabajo, disponibilidad instantanea para el servicio, regulabilidad muy extensa, cuidado sencillo, espacio reducido, duración muy corta de la fusión, seguridad del funcionamiento y duración del aparato.

Aplicaciones: Para la fusión de bronce, hierro, latón, bronce amarillo, productos quimicos, hierro, acero, oro, plata, níquel, aluminio, etc. en las fábricas de maquinarias, talleres ferroviarios, fábricas quimicas fundiciones de hierro y acero, talleres de elaborar metales preciosos, fábricas de lámparas incandescentes, etc.

Indice de materias.

A.	Página		Página
Abanicos	251	Automaticos de inversion de corr.	15
Acción á distancia	14, 15	„ „ máxima	15
Aceite, calentadores	44	„ „ mínima	15
„ , condiciones tecnicos	43	Averias de los motores	169
„ , desecación	42		
„ , ensayo	42	B.	
Acoplamiento Leonard	212	Bajo voltaje	19
Acumuladores	12	Baño de sales	273
Aereadores	251	„ para el temple	275
Aisladores de campana	21, 117	Barras de cobre, peso de	56
„ „ porcelana	21, 117	Batán	255
„ „ retención	123	Baterias	12
Aislamiento	17, 132	Bobinadores	257
„ de papel	21	Bobinas del inducido	9
Ajuste de escobillas	159	Bombas	200, 246
Alto voltaje	19	„ centrifugas	200, 247
Altura del hilo de corriente	231	„ , generalidades	246
„ geometrica	249	„ de agua de condensación	200
Alumbrado de calles	148	„ „ „ potable	246
„ en el interior	146	„ „ aire	200
Amperímetro	14	„ „ embolo	246
Amperio	9	„ „ profundización	250
Amperios-hora	13	„ „ vacio	252
Ancho de la correa	179	Booster	212
Anillos rozantes	11	Bucle terminal	126
Aparatos condensadores	200	Bujias Hefner	28
„ eléctricos para marcar	272		
„ elevadores	220	C.	
„ protegidos (montaje de)	103	Caballo-vapor	23
„ de maniobra	222	Cables	21, 54
„ de medida	17, 132	„ , colocación de	94
Arboles de transmisión	180	„ forrados de plomo	21, 94
Arco voltaico	28, 195	„ de cañamo	181
Armadura	25	Caida de potencial	20
Arranque de motores de corr. cont.	159	„ „ tensión	49, 52
„ „ para lamina-		Caja de contacto	14
„ dores	236	„ „ distribución	20
Arranque de motores trifásica	161	„ „ electroimanes	9
Arrollamiento compound	237	„ „ empalme	101
„ primario	18	„ protectora para anillos rozantes	242
„ secundario	18	„ terminal para cables	100
Ascensores	228	Calandrias	261
Atadura á la cabeza	127	Cálculo de alumbrado	146
„ de los conductores	127	„ „ la sección de conduc-	
		tores	47

	Página
Calefacción	28, 194
„ por arco voltaico	28, 195
„ „ electrodos	28, 195
„ „ resistencia	28, 195
Calentadores de aceite	44
„ eléctricos de remaches	271
Campo rotatorio	11
Capacidad	13
Cardas	254
Carga	13
„ admisible para cables sub- terranos	48
„ admisible para conductores aislados	47
„ admisible para motores (ser- vicio intermitente)	222
Carrete del inductor	10
Carriles tensores	178
Cascada	236
Caudal en litros por segundos	249
Centrifugas	264
„ Brode	265
„ Weston	264
„ para azucar en pilon	265
Clases de conductores	20
Clavija	14
Colector	9
Collar de escobillas	9
Colocación de los cables subterranos	94
„ „ „ tubos aislantes	59
Comunicación con tierra	19
Compresores	200, 252
Comprobación del aislamiento	132
Condensación por mezcla	202
„ de superficie	200
Condiciones técnicas de los aceites	43
Conducciones	247
Conductibilidad	20
Conductores aislados con goma	21
„ armados	21
„ de cobre aislados	21
„ desnudos	20, 48
Conmutador	9
Conmutadores	14
„ de estrella-triángulo	25
Conexión Highfield	212

	Página
Conexión Kraemer	270
„ Leonard	212, 240
„ Pirani	212
„ en derivación	16
„ „ paralelo	16
„ „ serie	16
Conexiones de motores y reostatos	162
„ „ rectificadores	216
„ „ transformadores	45
Cono de empalme	130
Conservación de los cojinetes	161
Consumo de vapor de las turbinas	201
Contadores	14
„ de kilovatios-hora	14
Continuas de anillo para hilar	256
Contramarcha de correa	175
Controlers	222
„ de arranque y regulación	244
„ „ retención	244
Convertidores Ilgner	237
„ Leonard	235
„ posteriores	236
„ rotativos	18, 212, 237
Cordon flexible	21
„ para talleres	21
Corriente alterna	10
„ continua	9
„ eléctrica	9
„ monofásica	11
„ trifásica	11
„ de arranque	156
Corto circuito	15
Cortacircuito de seguridad	15, 22
Coseno de φ	12
Cuadro de distribución	17, 23
Cubierta protectora metálica	21

D.

Desconectores de fin	226
Derivación á tierra	17
Derivaciones	18
Desague de las minas	248
Descarga	13
Descargadores de sobretensión	22
Diametro de la rueda de guía	233
„ „ polea	175

	Página		Página
Diametro interior de los tubos aislantes	57	G.	
Dinamos 9, 10, 11		Galvanoscopios	134
„ acopladas	203	Generatrices 9, 203	
„ compound	10	Grado de irregularidad	209
„ de corriente trifásica	11	Grapas de porcelana	21
„ en derivación (shunt)	10	Gruas	220
„ „ serie	10	„ para casa de máquinas	221
„ suplementaria (booster)	212	„ „ fábricas de acero	221
Dispositivos de seguridad	233	„ „ fundiciones	221
Distancia entre los ejes	176	„ „ talleres	221
„ explosiva	46	Grupos de regulación 212, 236	
„ mínima de conductores	57	„ eléctrogenos	203
Distribuidor de tensión	19	„ normales (transformadores)	39
Disyuntor automático	15	„ para cargar	21
E.		H.	
Efectos térmicos	28	Hilo aislado con caucho	21
Elementos	12	Hilo central 11, 19	
Elevador de tensión	13	„ con cubierta protectora metálica	21, 76
Escobillas	9	Hilo de cobre	20, 56
Esquema de conexiones 30, 31, 154		„ „ medida	20
Estampación de tejidos	258	„ neutro	11, 19
Estator	11	„ para montar lámparas	21
Estructura de los cables subterráneos	54	„ piloto	20
Excitatriz 11, 235		„ tubular	82
F.		Hornos de crisol	277
Factor de potencia	12	„ eléctricos 273, 276	
„ „ rendimiento	23	„ „ Héroult	195
„ „ transformación	18	I.	
Feeders	20	Indicadores de aislamiento	17, 134
Ferrocarriles industriales	231	„ „ fases	17
Flecha para líneas aéreas	58	„ „ tierra	17, 133
Frecuencia	11	Inducción	18
Frecuencímetro	17	Inducido 9, 25	
Frenos para máquinas de extracción	239	„ con anillos rozantes	26
Fuentes de luz eléctrica	145	„ en circuito corto	25
Funcionamiento en paralelo (convertidores)	214	Inductor	9
Funcionamiento en paralelo (dinamos)	209	„ magnético de manivela	140
Funcionamiento en paralelo (transformadores)	40	Instalación de líneas aéreas	117
Fusibles 15, 22, 74		„ hidráulica	246
„ de tapón	22	Instrumentos	14, 17
Fusion parcial	267	Intensidades admisibles para carga continua	53
		Intensidades en amperios	33
		„ nominales de cortacircuitos	53

	Página		Página
Interruptores	14, 104	Máquinas de extracción	239
„ automáticos de seguridad	16	„ „ fabricar papel	259
„ de acción á distancia . .	15	„ „ imprenta	262
„ „ aceite	19	„ „ parar	257
„ „ llave	14	„ „ preparación	257
„ „ palanca	14	„ „ vapor para dinamos .	204
„ separadores	19	„ „ „ de una manivela	206
		„ „ „ „ dos manivelas	207
K.		„ herramientas	242
Kilogrametro	156	„ linotipias	263
Kilovatio	11	„ para el hilado	254
Kilovatios-hora	11	„ „ fábricas de tejidos .	257
		„ rotativas (imprenta) . .	262
L.		„ soldadoras	266
Laminadores reversibles . . .	235	„ textiles	254
Láminas	9	Megóhmio	132
Lámparas azo	145	Molino á cilindro	260
„ centra	145	„ desfibrador	259
„ incandescentes	145	Momento de inercia	209
„ Nitra	28, 145	„ „ torsión	155
„ Osram	145	Montaje al descubierto . . .	21, 113
„ Volfram	28, 145	„ de los aparatos protegidos	103
„ con atmosfera de gas .	145	„ „ „ cables	94
„ „ filamento de carbon	28	„ „ „ conductores . . .	128
„ „ „ metálico	28, 145	„ „ „ hilos con cubierta	
„ de acoplamiento	17	„ metálica	76
„ „ medio vatio	145	Montaje de las lineas aereas .	117
Levantaescobillas	26	„ „ los motores	182
Levanta-frenos	226	„ „ „ tubos aislantes . .	59
„ „ de motor	226	„ „ „ „ de acero . . .	85
Líneas desnudas de aluminio .	56	„ „ „ „ gas	90
„ „ „ cobre	56	„ debajo del tendido . .	21, 65
„ „ „ hierro	56	„ en estrella ó Y	11, 25
Localización de una averia . .	133	„ „ triangulo ó Δ . .	11, 25
Locomotoras con acumuladores .	231	Motores blindados	27
„ eléctricas	231	„ „ y aereados	27
„ para desmontar	231, 233	„ compensados (compound)	23
„ „ minas	231	„ de corriente continua	23, 159
Lux	146	„ „ „ trifásica	25, 160
		„ Diesel	204
M.		„ en derivación (shunt) . .	23
Maniobra por cuerda	229	„ „ serie	23
„ „ pulsadores	229, 263	„ generadores	18, 210
„ „ volante	229	„ para locomotoras . . .	231
Manuares	255	„ posteriores	236
Máquinas de encolar	257	„ protegidos	26
„ „ enrollar	261		

	Página		Página
Motores protegidos y aereados . . .	27	Regulación del campo de excitación	25
„ trifásicos con colector . . .	26	„ „ circuito principal . . .	24
N.		Reguladores automáticos Tirrill . . .	12
Número de cambios	26	„ de tensión	18
O.		„ „ trabajo	243
Ohmio	9	„ „ resbalamiento	238
P.		„ del campo magnético	12
Pararrayos	22	Relais de tiempo	15
„ de cuernos	22	Relación de transformación	18
Pérdida de corriente	132	„ „ transmisión	175
„ „ energía	49	Rendimiento	23
„ „ tensión	20	„ de la soldadura 267, 270	
Periodo	11	„ luminoso	146
Peso de barras de cobre	56	Reostatos de arranque	24, 26
„ „ servicio de locomotoras	233	„ „ „ de estator	25
Pieza de circuito corto	26	„ „ excitación	12
Placa de contacto	23	Reparación de cortacircuitos	22
„ indicadora	24, 26	Resistencia	9
Plano de una instalación sencilla	29	„ de aislamiento	17
Poleitas de porcelana	21, 113	„ „ arranque	232
Polos auxiliares	10, 25	Rodillos tensores	178
„ de conmutación	10, 25	Rotor	11, 25
Portaescoyillas	9	S.	
Postes	117	Secciones mínimas	48
„ dobles	122	Signos convencionales en los em-	
Potencia de motores para locomotoras	233	bornamientos	34
„ en kilovatios	32	Sincronismo	16
Prensas de platina	262	Sistema bifilar	19
„ mecánicas de cilindro	262	„ de cuatro filos	20
Protecciones de alto voltaje	22	„ trifilar	19
Puente de escobillas	9	Soldadura al tope	266
Puesta en marcha de los motores	166	„ con el arco voltaico	269
Puntos de alimentación	20	„ de puntos	268
R.		„ por costuras	268
Rectificadores	214	„ „ resistencia	266
„ de hierro	218	„ sistema de Bernados	269
„ de vidrio	217	„ „ „ Slavianoff	269
„ grandes	219	Sopladores	251
Red de distribución	20	Soplantes de embolo	253
Reductores de carga automáticos	12	Soportes de hierro para lineas aereas	122
„ „ „ dobles	13	„ para lineas	124
„ „ „ simples	13	„ „ tejados	122
„ „ „ Trumpy	13	Sujeción del conductor en el cuello	
Reflectores Wiskott	153	del aislador	129
		Superficie de alumbrado	151
		Survolteur	13

	Página		Página
T.			
Tabla de conmutaciones de aparatos		Tubo de carton	21
de maniobra	224	" " caucho	21
Tabla de los aparatos de maniobra	223	Turbinas de baja presión	200
Tapa protectora	16, 223	" " contrapresión	200
Telares	257	" " deyección	200
Temperaturas de calentamiento	196	" " doble expansión	200
" para máquinas	158	" " vapor	199
" " motores	158	" " " de escape	200
" " transformadores	46	" hidraulicas	209
Tensión	9	" pequeñas	199
" compuesta	11	Turbo-bombas	202
" de la correa	178	" generadores	199
" de impedancia	40	" soplantes	200
" simple	11		
Tensores basculantes	178	U.	
Toma de contacto	14	Urdideras	257
Tornillo portatil	85		
Tornos de extracción	241	V.	
" eléctricos para ascensores	228	Varilla	9
" para anillos rozantes	250	Vatímetros	14
Transformadores giratorios	18	Vatio	11, 12
" trifásicos	18	Vatios-hora	11
Transmission por cable	181	Velocidad de locomotoras	231
" " correa	175	Ventilador centrifugo	251
Transportadoras	237	" de forja	253
Trapecio	232	" para minas	252
Tratamiento de los transformadores	42	Ventiladores	251
Trole pantografo	232	Vias portatiles	231
Tubo aislante	21	Vientos para lineas	121
" aislantes empotrados	65	Voltímetros	14
" de acero	21	" de fases	17
		Voltio	9

Tablas della parte primera.

	Página
Potencia en kilovatios (kW) en relación con la intensidad de la corriente (amp.)	32
Intensidad de la corriente (amp.) en relación con la potencia (kW)	33
Grupos normales de acoplamiento de los transformadores trifásicos	39
Cálculo de la sección de los conductores:	
1. Cálculo por razón á la resistencia mecánica	47
2. " " " al calentamiento	47
Tabla de cargas admisibles para conductores aislados	47
Secciones mínimas de los conductores aislados	84
Cargas admisibles para los cables subterráneos de cobre	48
3. Cálculo por razón á la caída de tensión	49
Formulas para calcular la caída de tensión y de la sección del conductor	49
Caída de tensión en voltios en líneas de cobre	52, 53
Intensidades admisibles para carga continua, intensidades nominales de los cortacircuitos, potencia que se pueden transmitir y caída de tensión en voltios y en el tanto % para cada 100 m. de línea al carga del conductor de cobre con la corriente nominal del cortacircuitos	53
Estructura de los cables subterráneos	54, 55
Estructura y peso de líneas desnudas	56
Peso de barras de cobre	56
Distancias mínimas de los conductores	57
Diametro interior de los tubos aislantes para conductores de determinadas secciones	57
Mínimo de flecha para líneas aéreas de baja tensión	58
Alumbrado:	
Indicaciones para el cálculo de alumbrado	147
Rendimiento de alumbrado	149
Superficie en m ²	151
Alumbra en lux	152
Número admisible de lámparas con atmosfera de gas para un circuito	152
Motores:	
Momento de torsión normal	155
Temperaturas máximas admisibles para las máquinas eléctricas	158
Consumo aproximado de corriente de los motores en amperios por cada H. P.	174
Diametro máximo y mínimo de poleas en mm.	175
Distancia entre los ejes	176
Relación de transmisión	177
Número de H. P. transmisibles por cada cm. de ancho de correa	179
Arboles de transmisión	180
Separación de los apoyos para árboles de transmisión normales	181
Tabla referente al empleo de cables de cañamo	181

Ⓟ

