

Ediciones G. GILI, S.A.

3100 México D.F. Amores, 2027. Tels. 524 03 81 y 524 01 35

Barcelona-29 Rosellón, 87-89. Tel. 259 14 00
Madrid-6 Alcántara, 21. Tel. 401 17 02

064 Buenos Aires Cochabamba, 154-158. Tel. 361 99 98
Bogotá Diagonal 45 No. 16 B-11. Tel. 245 67 60
Santiago de Chile Santa Victoria, 151. Tel. 222 45 67


ROBERT ROSENBERG, B. S. M. A.

Catedrático de «Profesiones Eléctricas» en la «Alexander Hamilton Vocational and Technical High School» de Brooklyn (Nueva York)

606.963
R 22
22

REPARACION DE MOTORES ELECTRICOS

Tratado práctico sobre el rebobinado de motores de corriente alterna y continua, y sobre la reparación de defectos en los mismos y en el correspondiente aparellaje de arranque y maniobra

Séptima edición,
ampliada y puesta al día

Quinta tirada

PARTE II
ILUSTRACIONES
CUESTIONARIO



GG

calameo



Fig. 1.1. — Motor de fase partida (*Westinghouse Electric Company*).

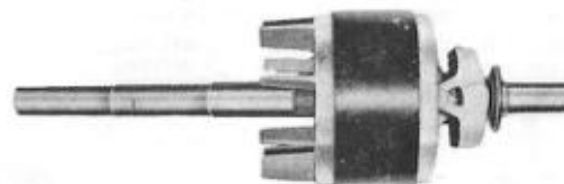


Fig. 1.2. — Rotor de un motor de fase partida (*Wagner Electric Co.*).

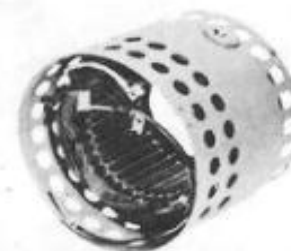


Fig. 1.3. — Estator de un motor de fase partida (*Delco Products*).

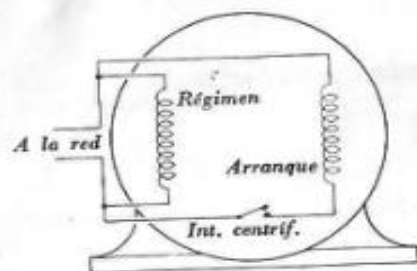


Fig. 1.4. — Esquema que muestra la conexión de los arrollamientos principal y auxiliar y la posición del interruptor centrífugo cuando el motor gira a la velocidad de régimen.



Fig. 1.5. — Aspecto interior de un escudo de motor monofásico mostrando la parte fija del interruptor centrífugo (Wagner Electric Company).

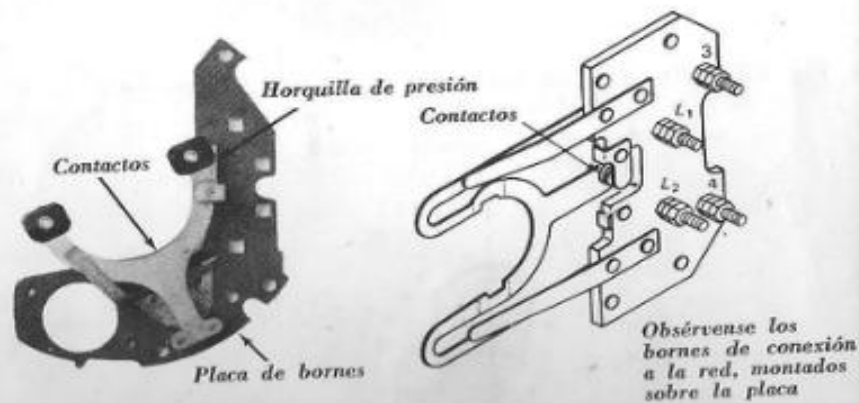
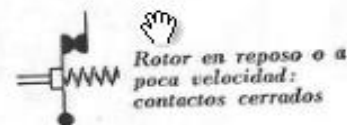


Fig. 1.6. — Dos variantes de la parte fija de un tipo de interruptor centrífugo, la cual consiste básicamente en una horquilla montada sobre una placa de bornes.



Fig. 1.7. — Parte giratoria de un interruptor centrífugo, montada sobre el rotor (Wagner Electric Company).

Fig. 1.8. — Dos fases del funcionamiento de un interruptor centrífugo.



La fuerza centrífuga separa la parte giratoria de los contactos

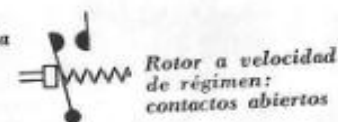


Fig. 1.9. — Mecanismo giratorio de un interruptor centrífugo, montado sobre el rotor (Delco Products).

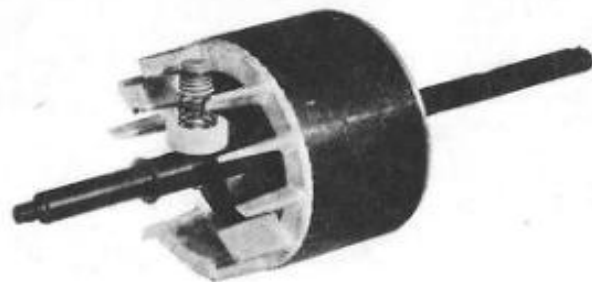


Fig. 1.10. — Mecanismo giratorio de un interruptor centrífugo, montado sobre el rotor (Delco Products).

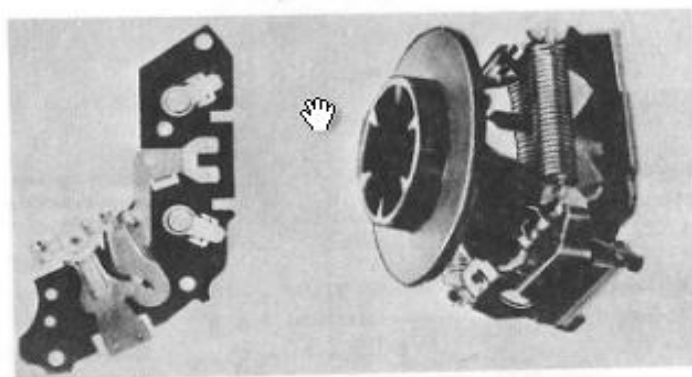


Fig. 1.11. — Mecanismo de un interruptor centrífugo (General Electric Company).

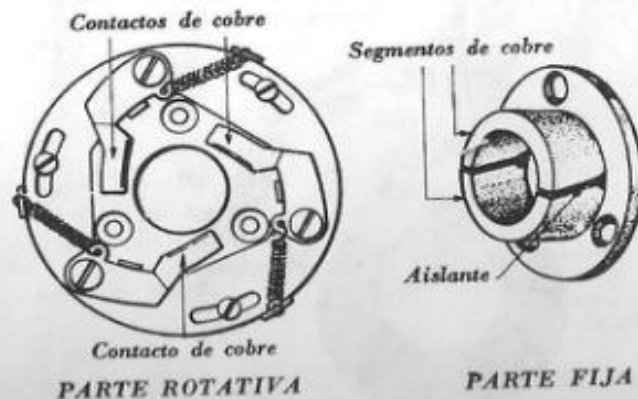


Fig. 1.12. — Partes giratoria y fija de un interruptor centrífugo de tipo antiguo.

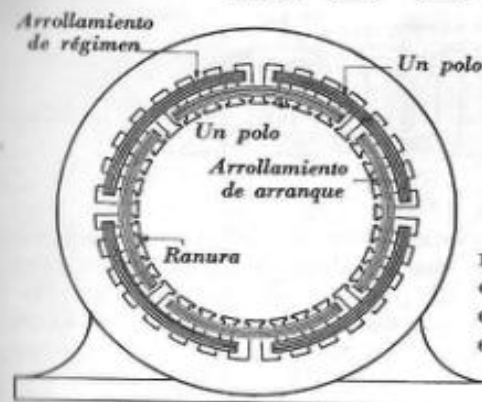
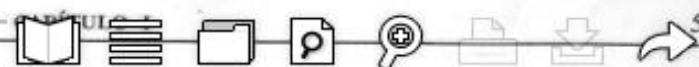


Fig. 1.13. — Los dos arrollamientos estáticos de un motor de fase partida. Obsérvense las cuatro secciones (polos) en que está subdividido cada uno.

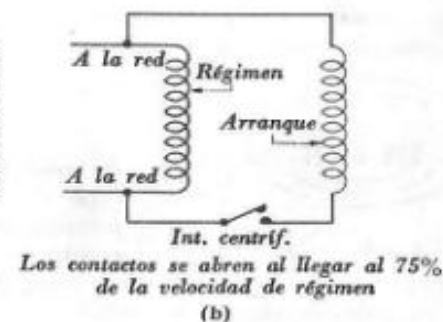
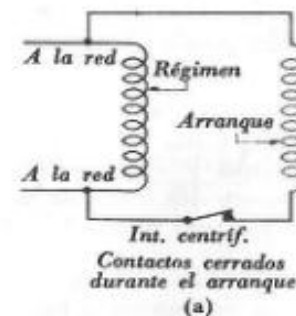


Fig. 1.14. — Modificación provocada por el interruptor centrífugo en el circuito estático de un motor de inducción.



Fig. 1.15. — Los escudos y la carcasa se marcan con un punzón antes de desmontar el motor.

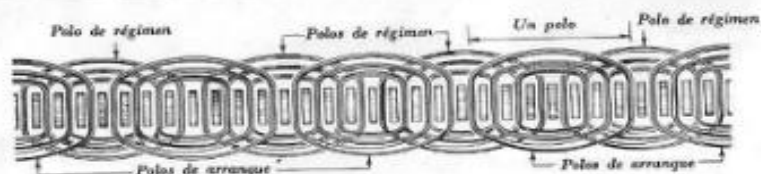


Fig. 1.16. — Diagrama de la superficie interior del estator de la figura 1.13, mostrando las ranuras y los arrollamientos tal como aparecerían si se desarrollaran sobre un plano. Cada polo del arrollamiento de arranque está situado entre dos polos contiguos del arrollamiento de régimen.

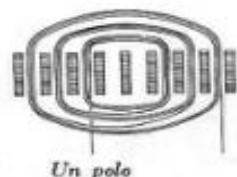
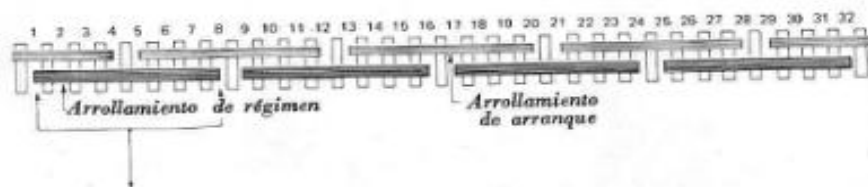


Fig. 1.17. — Cada polo consta de tres bobinas y cada bobina está alojada en dos ranuras separadas entre sí por una o varias ranuras.

Fig. 1.18. — Pasos de las tres bobinas que forman un polo.



Fig. 1.19. — Manera de anotar los pasos de las bobinas en un motor de 4 polos y 32 ranuras. Si así se desea, puede indicarse también el número de espiras de cada bobina junto a la misma.



Fig. 1.20. — Diagrama de pasos para un motor de 4 polos y 36 ranuras. Los polos del arrollamiento de arranque no tienen siempre el mismo número de bobinas, sino que éste oscila alternativamente de 3 a 4.



Fig. 1.21. — Diagrama de pasos para un motor de 4 polos y 24 ranuras. Los lados contiguos de las bobinas exteriores de dos polos consecutivos están alojados en la misma ranura.

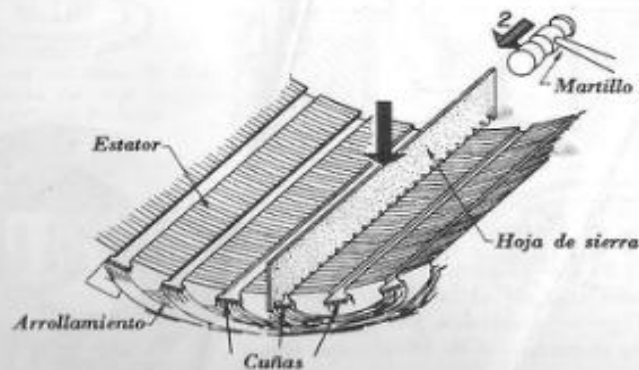


Fig. 1.22. — Manera de extraer las cuñas de las ranuras con auxilio de una hoja de sierra.

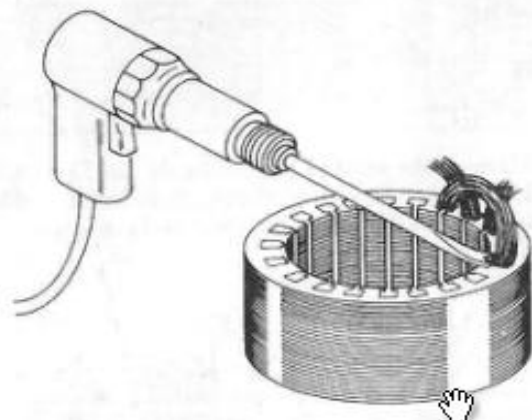


Fig. 1.23. — Escoplo neumático para seccionar cabezas de bobina.

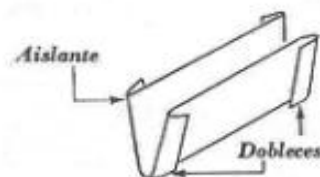


Fig. 1.24 a. — Forma del aislamiento para ranuras y colocación del mismo antes de proceder al rebobinado del estator.

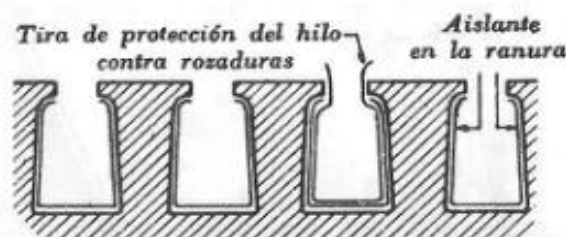


Fig. 1.24 b. — Ranuras de un estator provistas de aislamiento con los extremos doblados (E. I. du Pont de Nemours Co. Inc.).

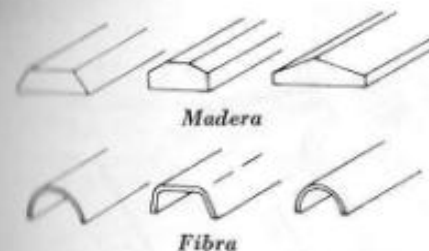


Fig. 1.25. — Cuñas prefabricadas, de madera y de fibra.

Fig. 1.26. — Disposición del estator y del carrete de hilo durante el bobinado.

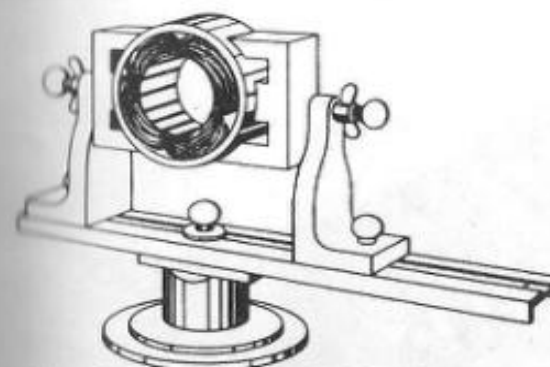
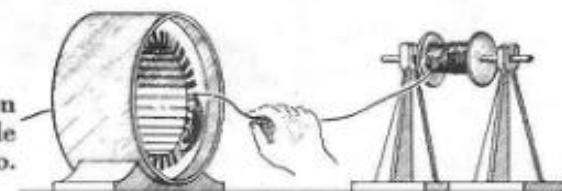


Fig. 1.27. — Porta-estator (Crown Industrial Products).

Gira sobre un cojinete de bolas, lo cual le permite adoptar la posición más idónea para el trabajo



Fig. 1.28. — Manera de bobinar a mano un polo de un estator.

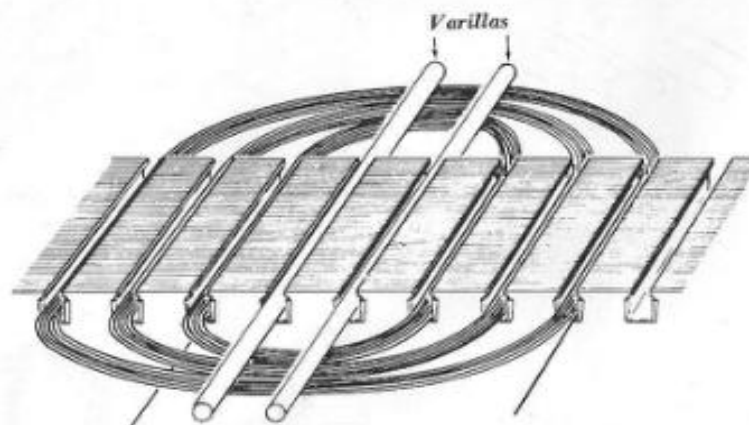


Fig. 1.29. — Es conveniente colocar varillas de madera en las ranuras vacías para mantener las bobinas en su sitio durante el devanado.

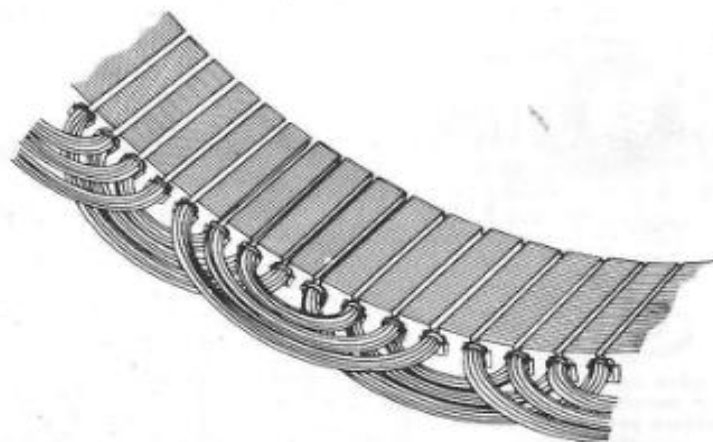


Fig. 1.30. — Aspecto de varios polos de un estator rebobinado.

Fig. 1.31. — La forma de las diversas espiras de alambre grueso, debidamente curvadas y espaciadas, sirve para fijar el tamaño de los moldes de madera representados en la figura 1.32 a.



Tacos de madera empernados

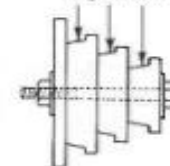


Fig. 1.32 a. — Moldes de madera utilizados para devanar encima las espiras de las bobinas.

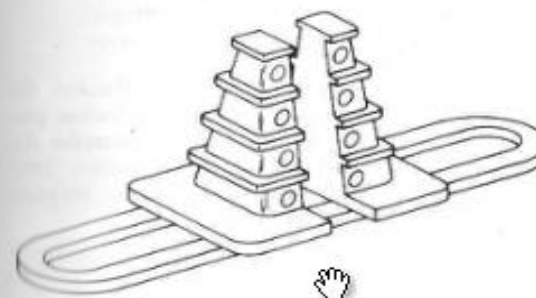


Fig. 1.32 b. — Modelo de molde concéntrico de cabezales ajustables, para devanar bobinas monofásicas.

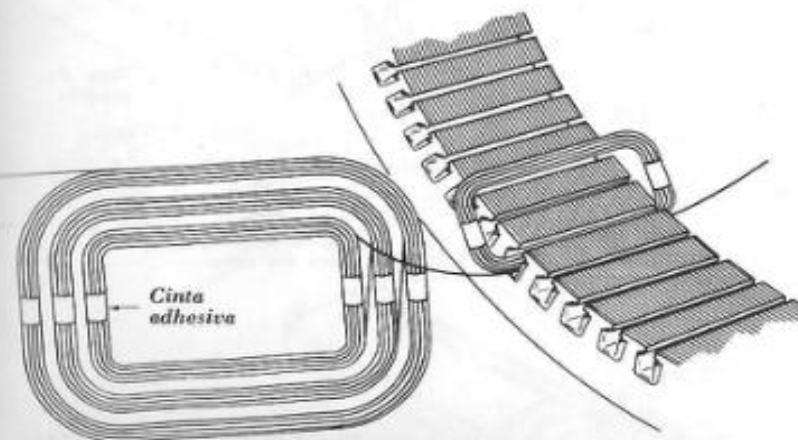


Fig. 1.33. — Manera de alojar bobinas moldeadas en las ranuras estatóricas.

Fig. 1.34 a. — Manera de determinar el tamaño y la configuración de una madeja.

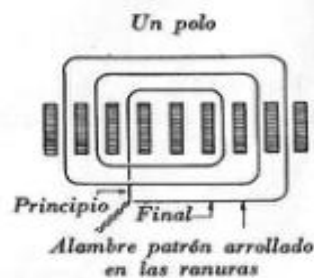


Fig. 1.34 b. — Bucles de alambre grueso utilizados para determinar el tamaño de una madeja, de forma rectangular y oblonga, respectivamente.

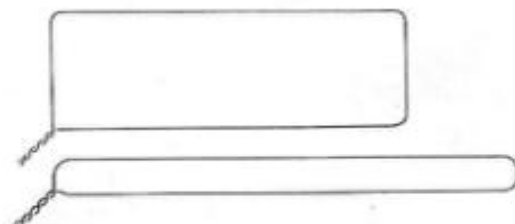


Fig. 1.35 a. — Molde con una bobina rectangular correspondiente a una madeja.

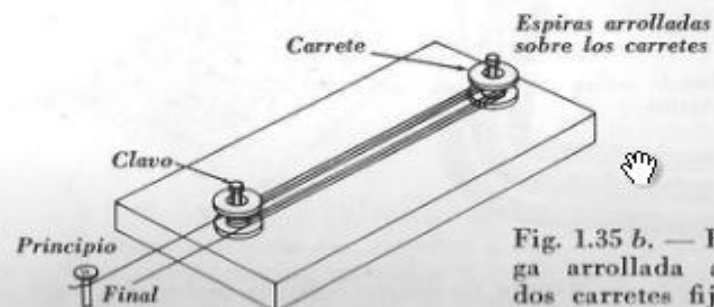
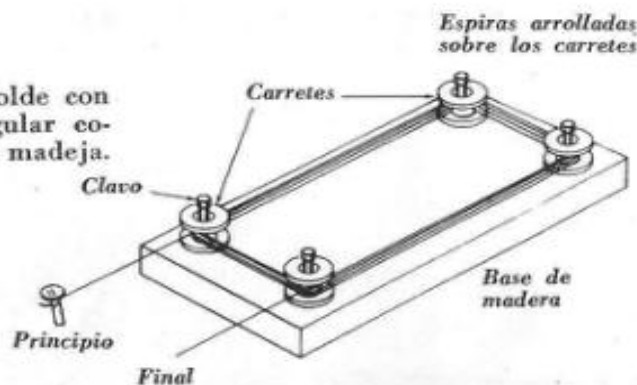


Fig. 1.35 b. — Bobina oblonga arrollada alrededor de dos carretes fijados al lado o encima del banco de trabajo.

Fig. 1.36 a. — Una vez devanada la madeja, se introduce en primer lugar en las dos ranuras que corresponden al paso más pequeño.

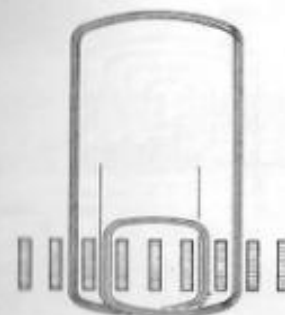
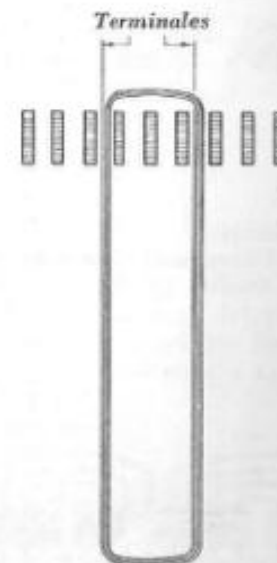


Fig. 1.36 b. — La madeja se retuerce y dobla para alojarla en las ranuras correspondientes al paso inmediatamente superior; luego vuelve a retorcerse y doblarse para completar el polo.

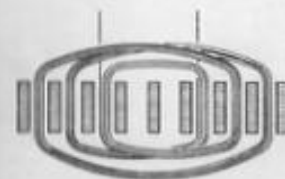
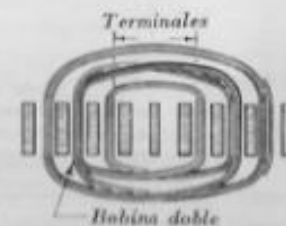


Fig. 1.37. — Polo devanado con una madeja. La bobina central es doble.



Polo 1
La corriente circula a derechas

Polo 2
La corriente circula a izquierdas

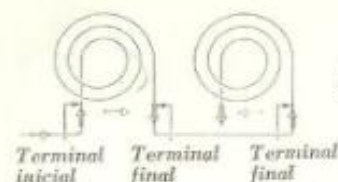


Fig. 1.38. — Conexión de dos polos contiguos (1 y 2) para conseguir polaridades contrarias.

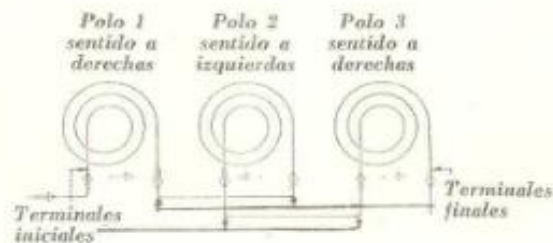


Fig. 1.39. — Conexión en serie de los polos 1, 2 y 3.

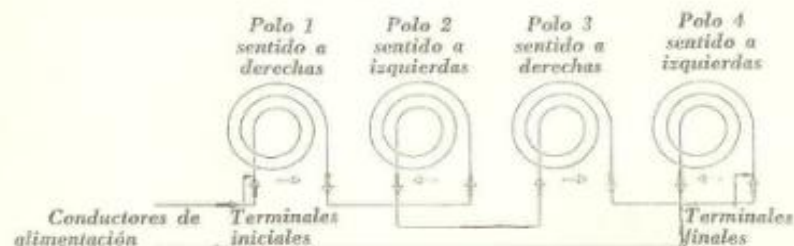


Fig. 1.40. — Conexión de los cuatro polos entre sí y a la red de alimentación.

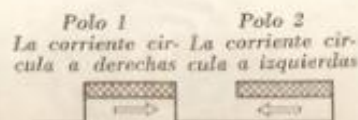


Fig. 1.41. — Esquema simplificado del circuito de la fig. 1.38.

Fig. 1.42. — Continuación del esquema de la figura 1.41. El terminal del polo 2 se conecta al terminal inicial del polo 3.

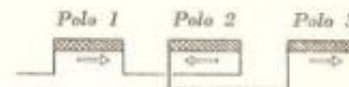


Fig. 1.43. — Continuación del esquema de la figura 1.42. El terminal final del polo 3 se conecta al terminal final del polo 4. Los terminales iniciales de los polos 1 y 4 se conectan a la red.

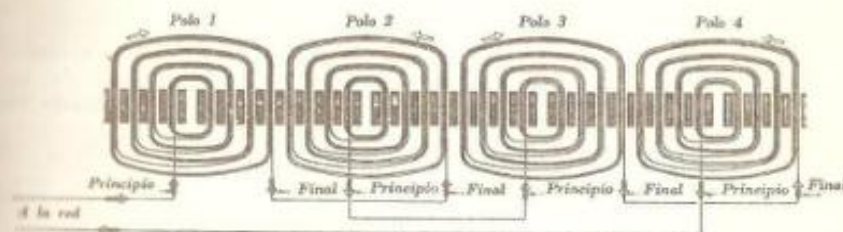


Fig. 1.44. — Representaciones detallada y esquemática de los cuatro polos de un arrollamiento de trabajo completo. Están conectados entre sí de modo que la corriente circule por ellos como sigue: polos 1 y 3, a derechas; polos 2 y 4, a izquierdas.

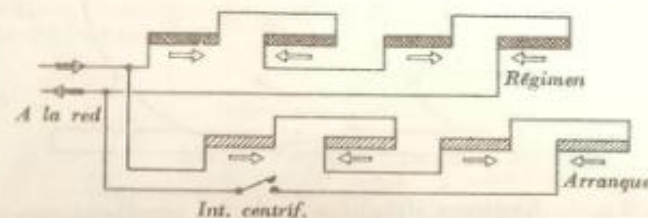


Fig. 1.45. — Esquema de conexiones de los arrollamientos de un motor tetrapolar de fase partida. El interruptor centrifugo está conectado en el extremo del arrollamiento de arranque.

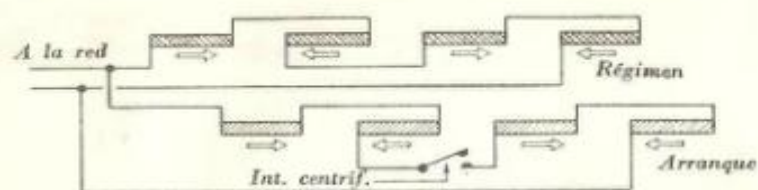


Fig. 1.46. — Esquema de conexiones de los arrollamientos de un motor tetrapolar de fase partida. El interruptor centrífugo está conectado en el centro del arrollamiento de arranque.

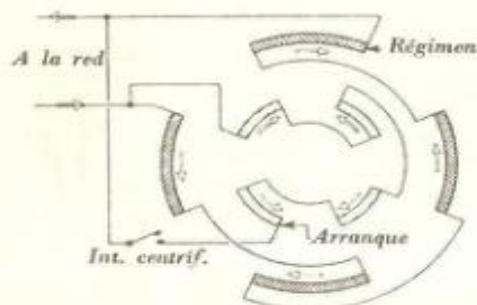


Fig. 1.47. — Esquema circular equivalente al esquema de conexiones lineal representado en la figura 1.45.

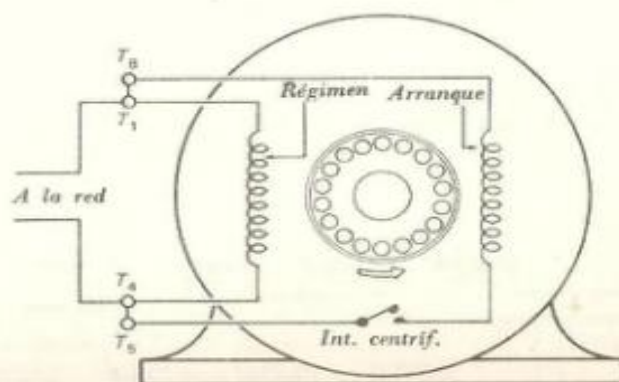


Fig. 1.48 a. — Esquema simplificado de los arrollamientos estáticos de un motor de fase partida, con salida al exterior de los cuatro terminales a fin de poder invertir el sentido de giro del motor.

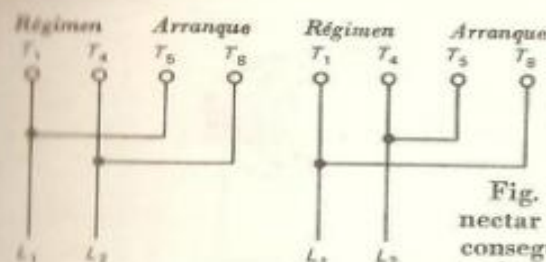


Fig. 1.48 b. — Manera de conectar los cuatro terminales para conseguir que el motor gire a derechas y a izquierdas.

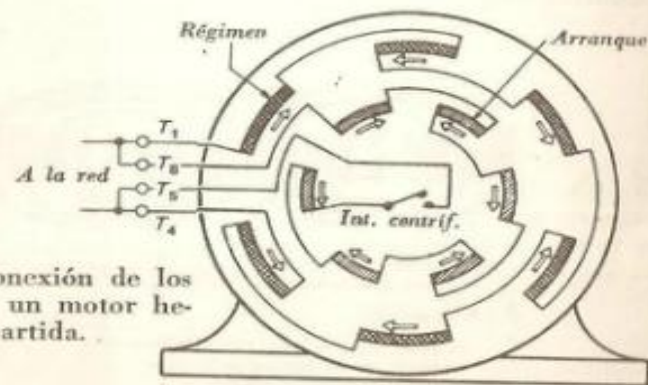


Fig. 1.49. — Conexión de los arrollamientos en un motor hexapolar de fase partida.

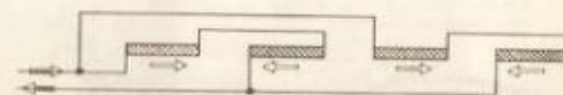


Fig. 1.50. — Conexión serie-paralelo de los cuatro polos de un arrollamiento de trabajo.

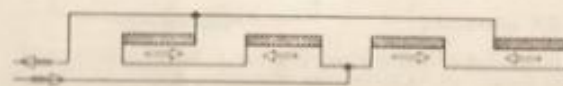


Fig. 1.51. — Otra conexión serie-paralelo de los polos del arrollamiento de la figura 1.50.

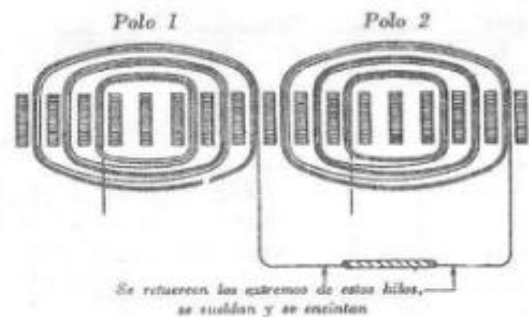


Fig. 1.52. — Una manera de empalmar los terminales de dos polos. La unión se deja encintada.

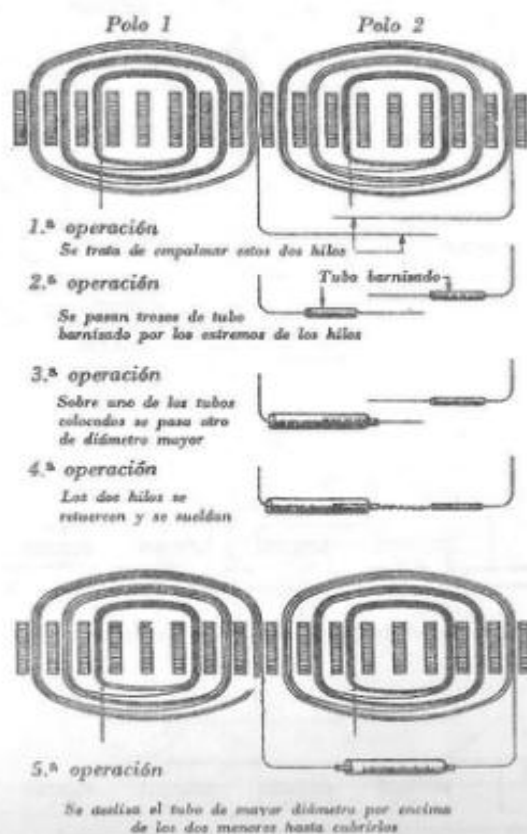


Fig. 1.53. — Otra manera de empalmar los terminales de dos polos. La unión queda aislada con manguitos.



Fig. 1.54. — Empalme soldado con lámpara y aislado con un manguito.

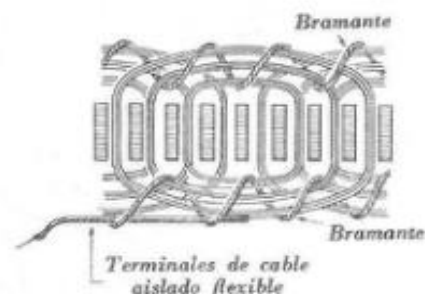


Fig. 1.55. — Cada cable terminal flexible se sujeta a su arrollamiento con varias vueltas de cordel, para evitar que pueda ser arrancado. Las bobinas de los arrollamientos se aseguran también sólidamente para impedir que se deshagan.



Fig. 1.56. — Impregnación a mano de arrollamientos con barniz a base de resina «epoxy». El estator se coloca en posición horizontal, con los terminales hacia abajo. Los arrollamientos están a unos 130°C. Se vierte barniz hasta que se solidifica el que ha llegado al extremo de los terminales (3M Company).

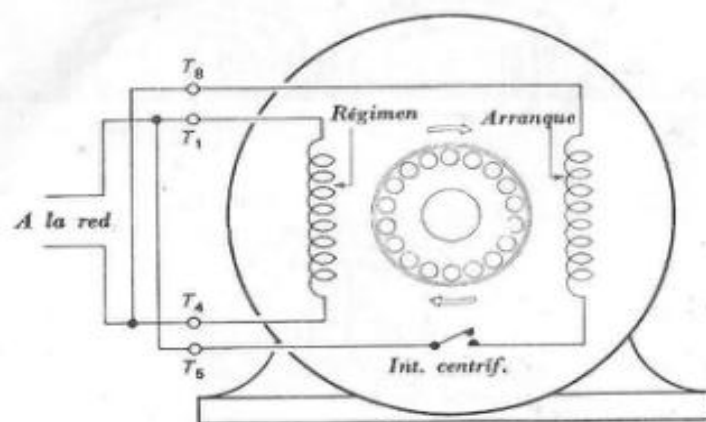


Fig. 1.57. — El mismo motor de la figura 1.48 a, con la conexión del arrollamiento de arranque permutada para conseguir la inversión del sentido de giro.

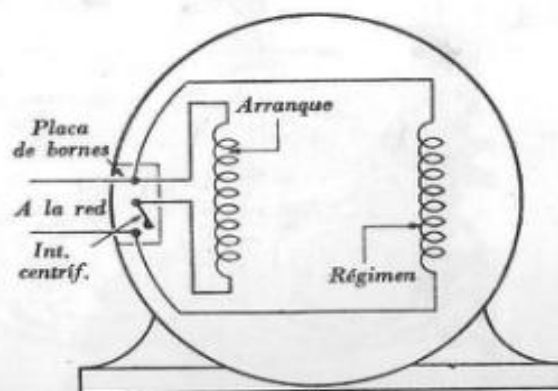


Fig. 1.58. — Conexión de los terminales de los arrollamientos a la placa de bornes, montada sobre un escudo del motor. La parte fija del interruptor centrífugo suele estar dispuesta en la placa de bornes.

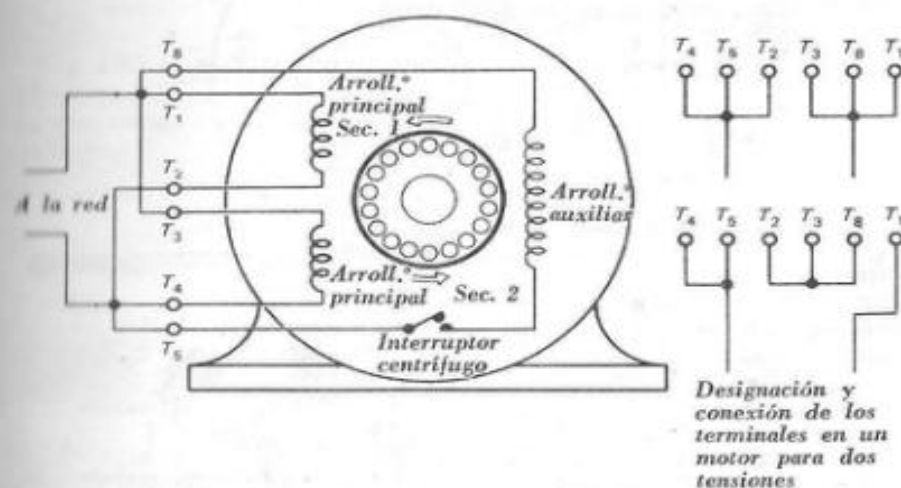


Fig. 1.59. — Motor de fase partida previsto para funcionar a dos tensiones de servicio distintas. A la izquierda, esquema de conexiones para 115 V. A la derecha, conexión de los terminales para 115 V (arriba) y 230 V (abajo). El sentido de giro es a izquierdas. Si se desea invertirlo, basta permutar T_2 y T_3 .

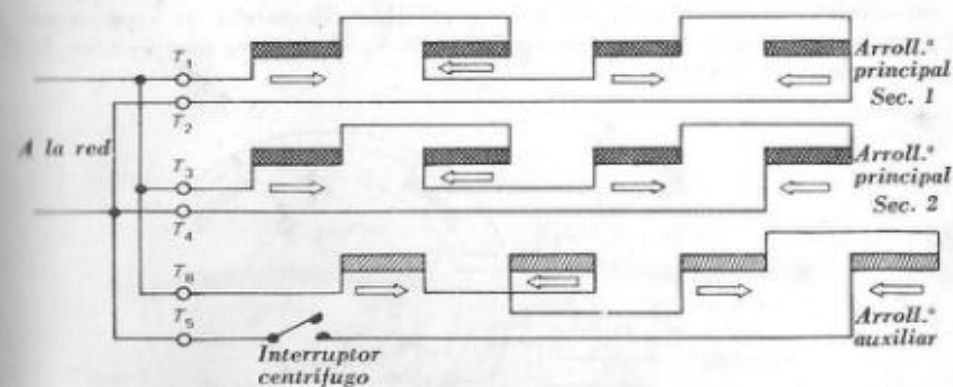


Fig. 1.60. — Esquema que muestra la disposición y conexión de los arrollamientos en un motor tetrapolar de fase partida, previsto para dos tensiones de servicio. El esquema reproduce las conexiones para la tensión más baja (115 V) y un sentido de giro a izquierdas.

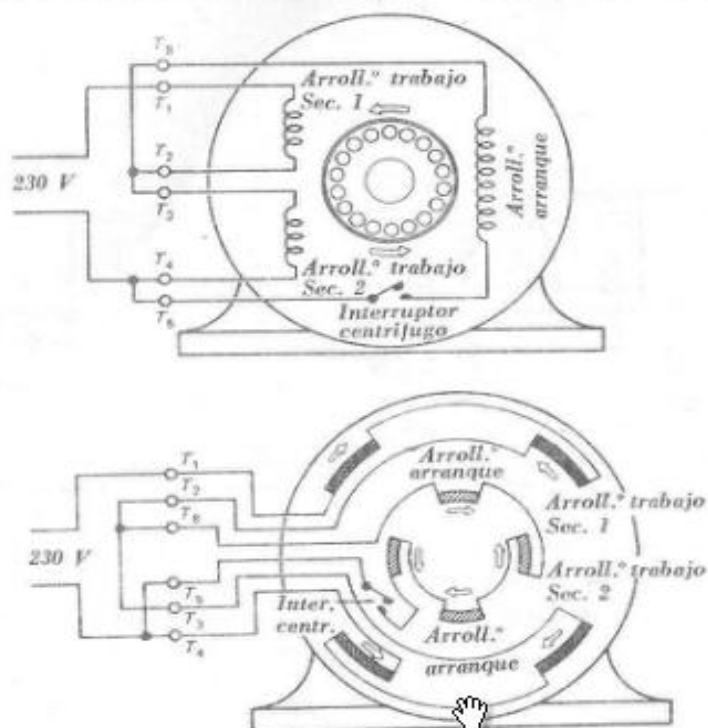


Fig. 1.61. — Motor tetrapolar de fase partida, para dos tensiones de servicio y con sentido de giro reversible. Esquema de conexiones para giro a izquierdas y tensión de 230 V. Conexión corta entre los polos de cada sección.

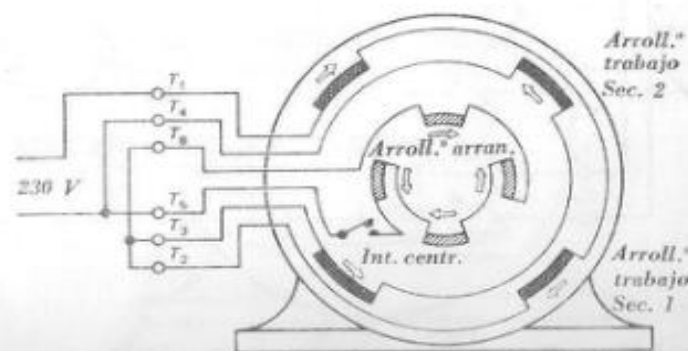


Fig. 1.62. — Motor tetrapolar de fase partida, para dos tensiones de servicio y con sentido de giro reversible. Esquema de conexiones para giro a izquierdas y tensión de 230 V. Conexión larga entre los polos de cada sección.



Fig. 1.63 a. — Elemento bimetálico de protección contra sobrecargas en posición normal de trabajo.



Fig. 1.63 b. — Elemento bimetálico de protección contra sobrecargas en posición de apertura, por efecto de un calentamiento excesivo.

Fig. 1.64. — Disco bimetálico de protección contra sobrecargas, provisto de dos contactos.

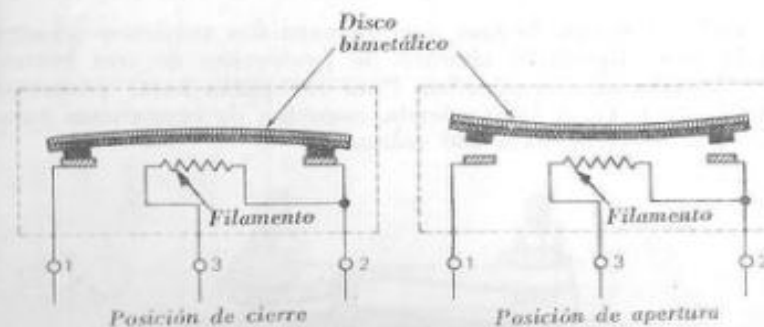
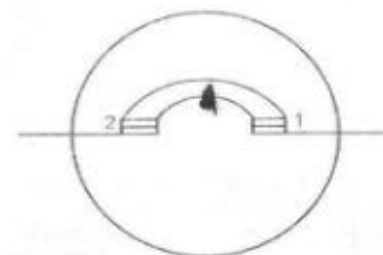


Fig. 1.65. — Dispositivo protector con tres bornes y filamento auxiliar de caldeo.

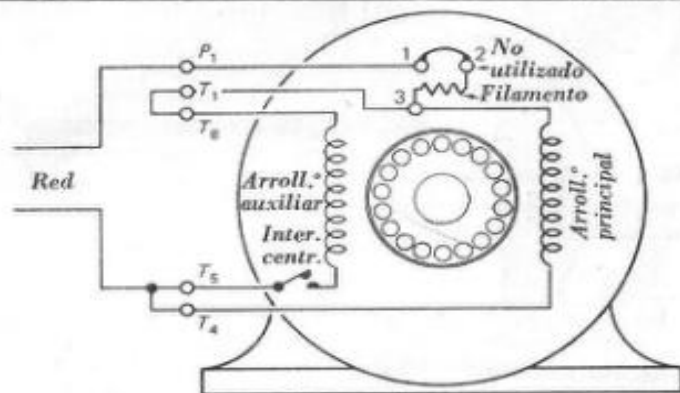


Fig. 1.66. — Motor de fase partida y una sola tensión de servicio, equipado con dispositivo térmico de protección de tres bornes. El sentido de giro es a izquierdas. Para invertirlo basta permutar los terminales T_5 y T_4 .

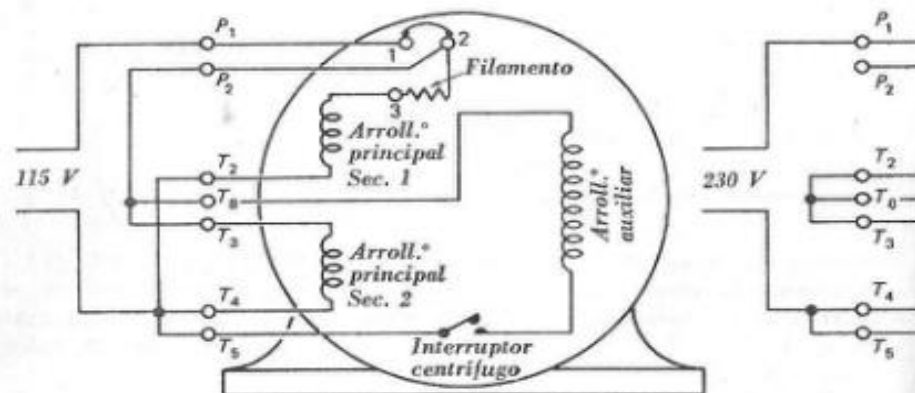


Fig. 1.67. — Motor de fase partida para dos tensiones de servicio, equipado con dispositivo térmico de protección de tres bornes. El sentido de giro es a izquierdas. Para invertirlo basta permutar los terminales T_5 y T_4 . A la izquierda, esquema de conexiones para 115 voltios; a la derecha, para 230 voltios.

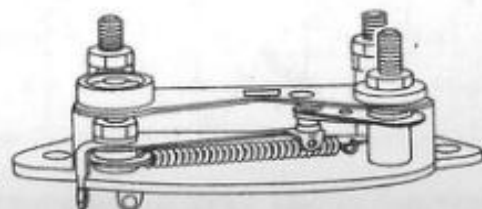


Fig. 1.68. — Dispositivo bimetálico de protección «thermotron» (Delco Products).

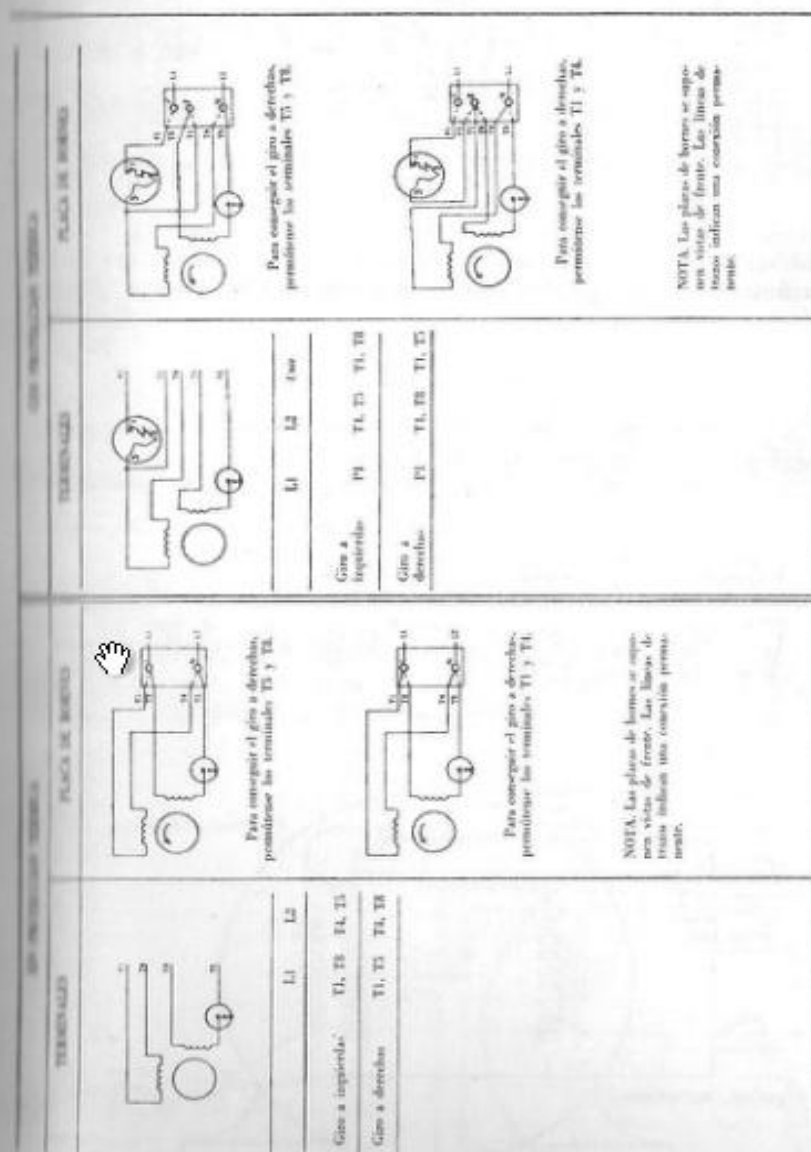


Fig. 1.69. — Esquemas de conexiones con designación de terminales para motores de fase partida, con una sola tensión de servicio y sentido de giro reversible (según MG 1-2.47). El interruptor centrífugo está representado en posición de apertura (motor en servicio). Todos los sentidos de giro señalados se consideran vistos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

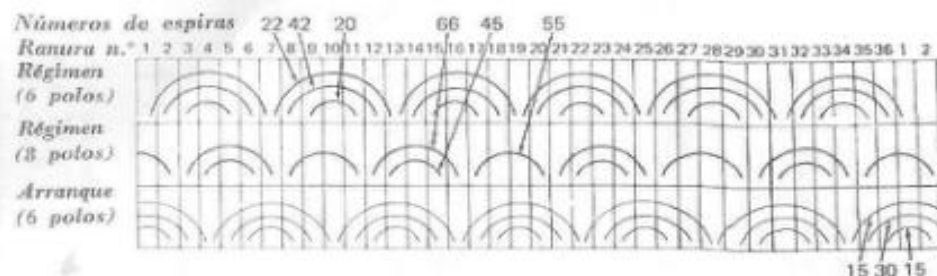


Fig. 1.70. — Diagrama de pasos y disposición relativa de las bobinas en un motor de fase partida para dos velocidades (6 y 8 polos), provisto de tres arrollamientos.

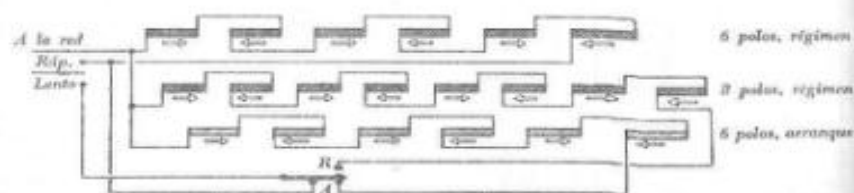


Fig. 1.71. — Esquema de conexiones de los tres arrollamientos representados en la figura 1.70.

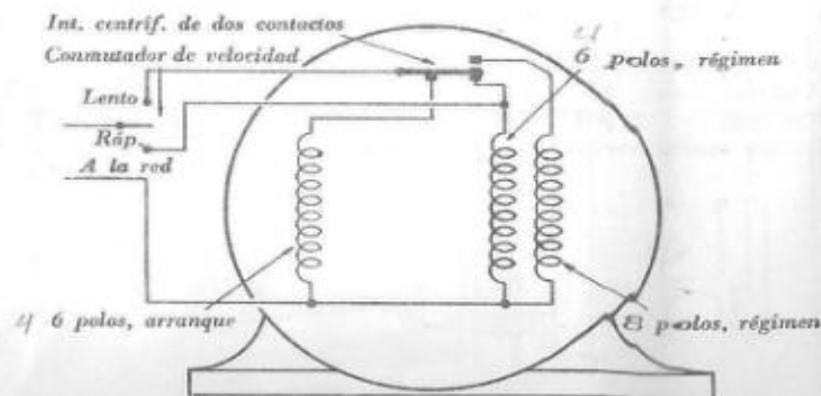


Fig. 1.72. — Esquema simplificado de los tres arrollamientos representados en las figuras 1.70 y 1.71.

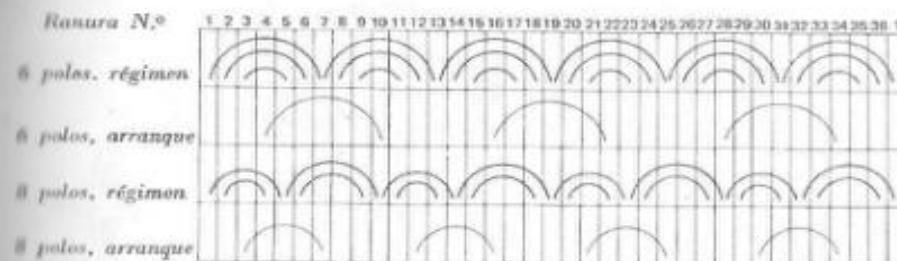


Fig. 1.73. — Típico diagrama de pasos y disposición relativa de las bobinas en un motor de fase partida para dos velocidades (6 y 8 polos), provisto de cuatro arrollamientos. Los dos arrollamientos de arranque son de polos consecuentes.

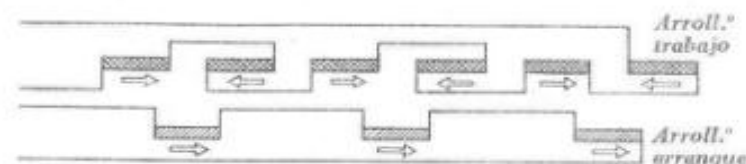


Fig. 1.74. — Arrollamientos de trabajo y arranque de la parte heptapolar del motor a que hace referencia la figura 1.72. Los polos del arrollamiento de arranque están conectados de manera que sean de igual signo. Sólo hay tres polos bobinados; en el núcleo de estator se originan tres polos magnéticos más, de signo contrario.

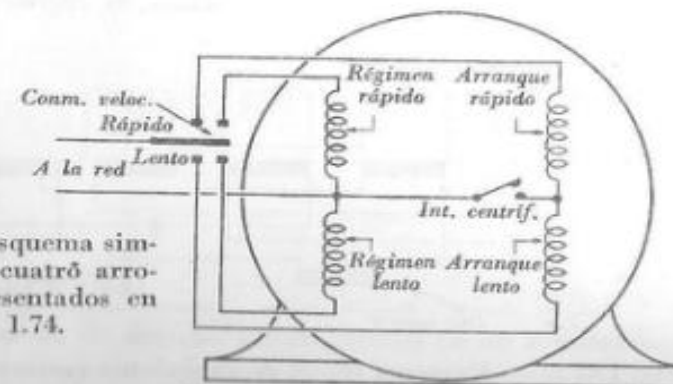


Fig. 1.75. — Esquema simplificado de los cuatro arrollamientos representados en las figuras 1.73 y 1.74.

Fig. 1.76. — Si los polos de un motor bipolar se conectan de manera que ambos sean del mismo signo (por ejemplo, norte), las líneas de fuerza crearán dos polos magnéticos más de signo contrario (sur) en las zonas donde penetran en el núcleo estatórico.

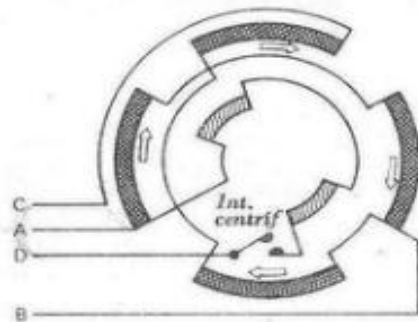
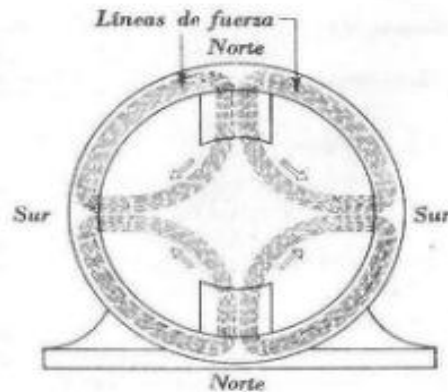


Fig. 1.77 a. — Esquema circular de conexiones de un motor de fase partida con dos arrollamientos estáticos y dos velocidades de régimen.

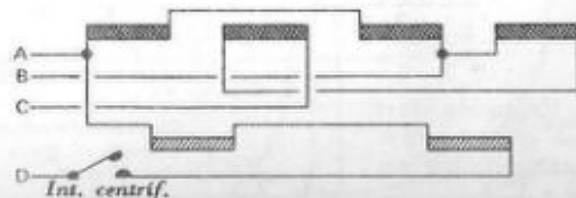
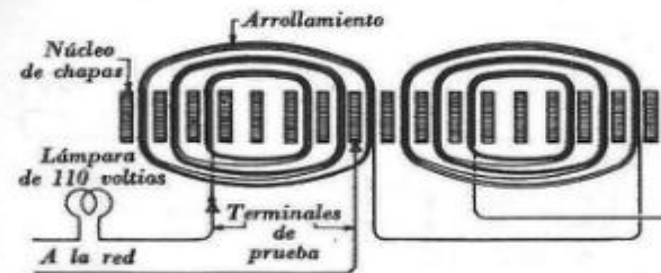
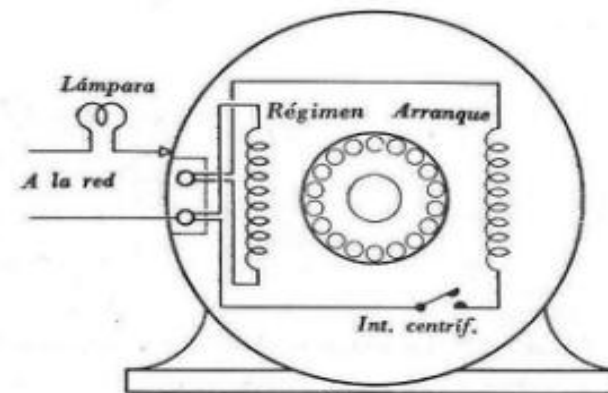


Fig. 1.77 b. — Esquema lineal de conexiones correspondiente al representado en la figura 1.77 a.



(A)



(B)

Fig. 1.78. — Para detectar un posible contacto a masa en un arrollamiento, se pone un terminal de la lámpara de prueba en contacto con un extremo del arrollamiento, y el otro con la carcasa o el núcleo del estator. Si la lámpara se enciende, hay contacto a masa.

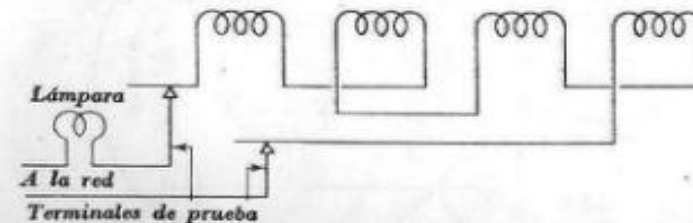


Fig. 1.79. — Manera de detectar interrupciones en un arrollamiento.

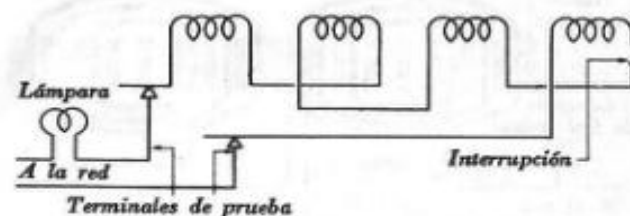


Fig. 1.80. — A causa de una interrupción en un polo, el circuito queda abierto y la lámpara de prueba no se enciende.

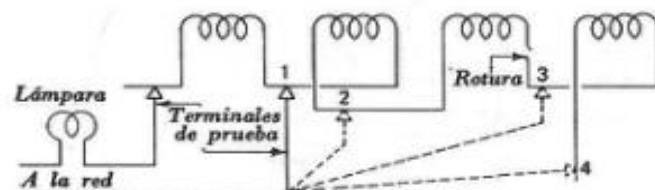


Fig. 1.81. — Manera de localizar cuál de los polos está interrumpido.

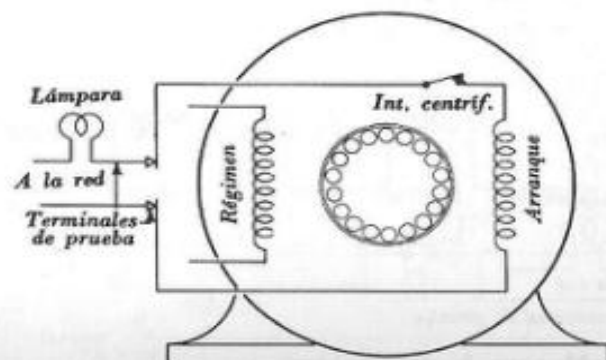


Fig. 1.82. — Manera de detectar una interrupción en un circuito de arranque montado en su estator.



Fig. 1.83 a. — Localización de bobinas con espiras en cortocircuito por medio de una bobina inductora o de prueba.



Fig. 1.83 b. — Aspecto exterior de una bobina de prueba (Crown Industrial Products).

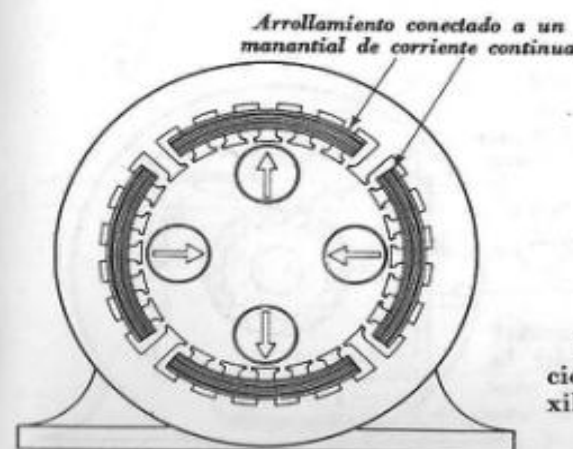


Fig. 1.84. — Comprobación de polaridades con auxilio de una brújula.

Fig. 1.85. — Manera de hacer girar el rotor por medios mecánicos.

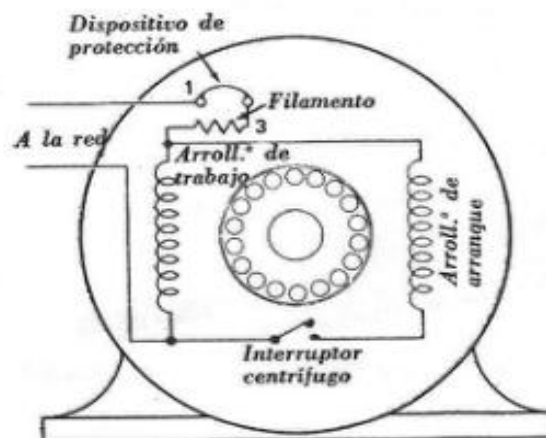
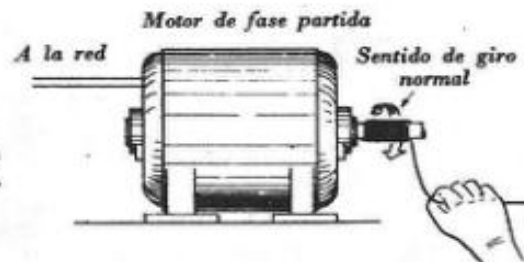


Fig. 1.86. — Esquema simplificado de los arrollamientos de un motor de fase partida, provisto de dispositivo de protección térmica. Éste, conectado en serie con uno de los conductores de alimentación, interrumpe el circuito cuando se presenta una sobrecarga.

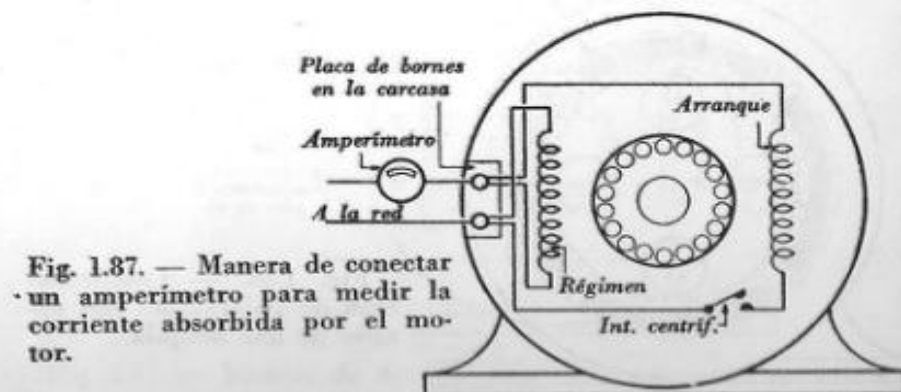


Fig. 1.87. — Manera de conectar un amperímetro para medir la corriente absorbida por el motor.

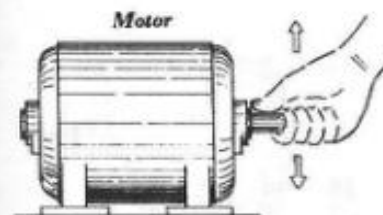


Fig. 1.88. — El estado de los cojinetes se comprueba tratando de mover verticalmente el extremo libre del eje.

Fig. 1.89. — Si el extremo del eje puede ser movido verticalmente, es señal de que el cojinete o el propio eje están desgastados.

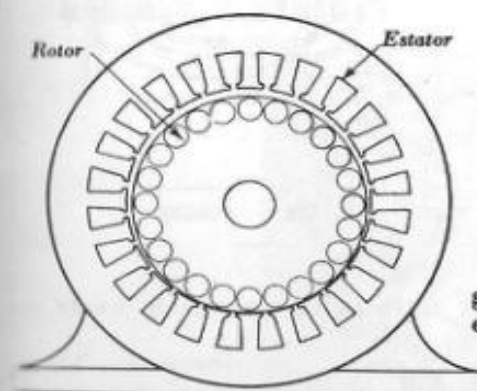
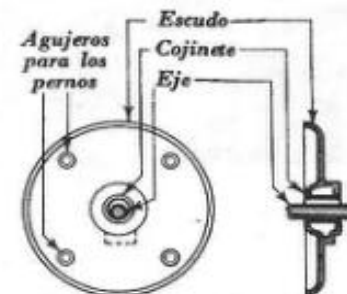


Fig. 1.90. — Un cojinete desgastado puede ser causa de que el rotor roce contra el estator.

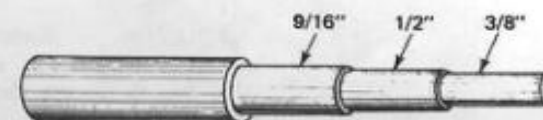


Fig. 1.91. — Herramienta para extraer casquillos de cojinete de su escudo.

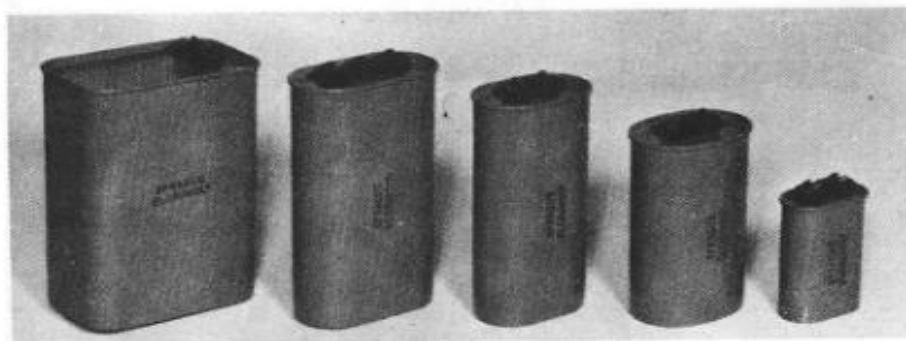


Fig. 2.3. — Condensadores con dieléctrico impregnado a base de líquido sintético (Sprague Electric).



Fig. 2.4. — Condensador electrolítico (Sprague Electric).

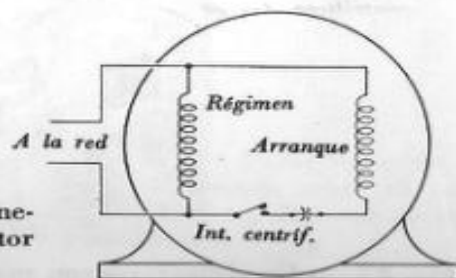


Fig. 2.5. — Esquema de conexiones simplificado de un motor con condensador de arranque.



Fig. 2.6. — Esquema de un motor con condensador de arranque y una sola tensión de servicio, conectado de modo que gire a derechas. Obsérvese el sentido de la corriente en los arrollamientos.

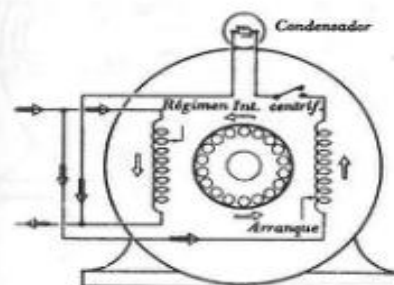
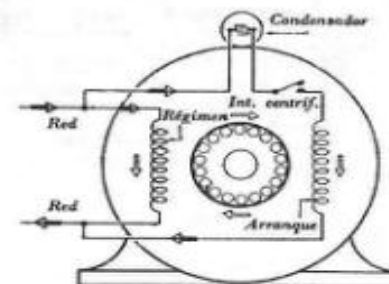


Fig. 2.7. — Esquema del motor de la figura 2.6, pero conectado de modo que gire a izquierdas. Obsérvese que por el arrollamiento de arranque circula ahora la corriente en sentido inverso.

Fig. 2.8. — Esquema de conexiones lineal de un motor tetrapolar con condensador de arranque. Los polos de cada arrollamiento están conectados en serie.

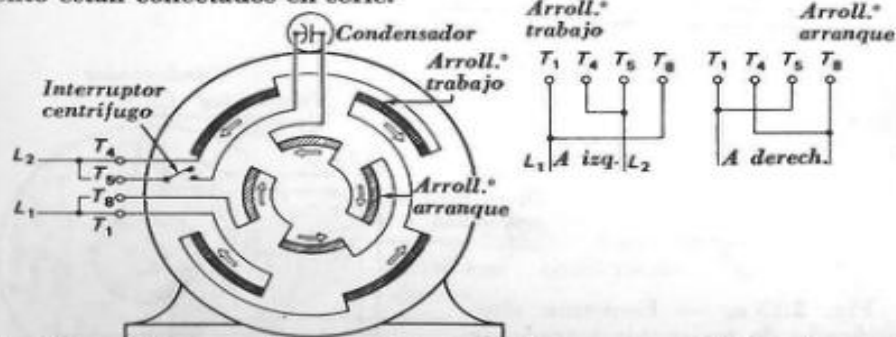
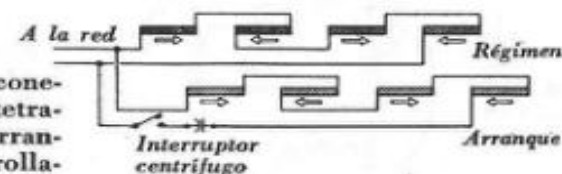


Fig. 2.9. — Esquema de conexiones circular correspondiente al motor de la figura 2.8. Para invertir el sentido de giro basta permutar los terminales T₅ y T₈.

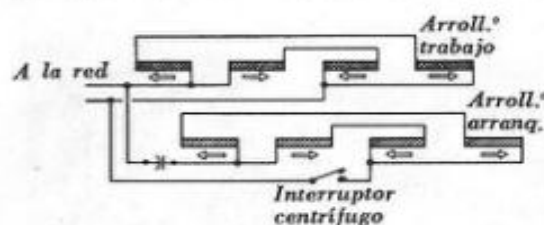


Fig. 2.10. — Esquema de conexiones lineal de un motor tetrapolar con condensador de arranque. Los polos de cada arrollamiento están subdivididos en dos series de dos, conectadas en paralelo.

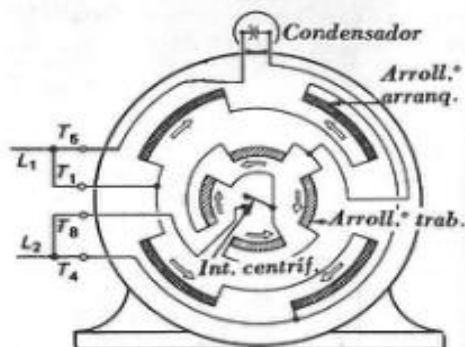


Fig. 2.11. — Esquema de conexiones circular correspondiente al motor de la figura 2.10.

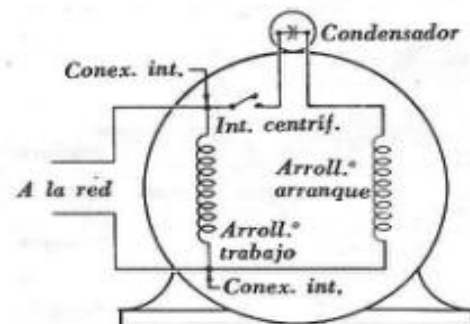


Fig. 2.12. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque y sentido de giro irreversible.

Fig. 2.13 a. — Esquema simplificado de un motor tetrapolar con condensador, provisto de dispositivo de protección térmica contra sobrecargas.

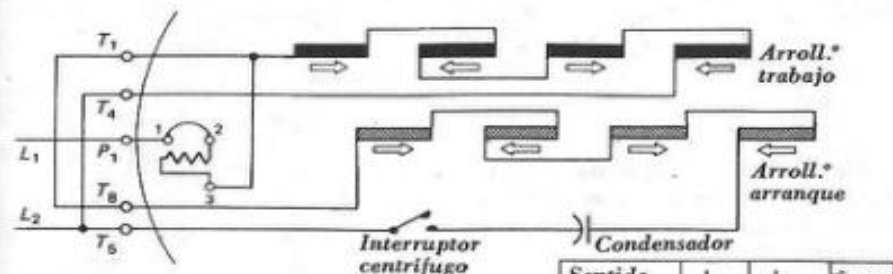
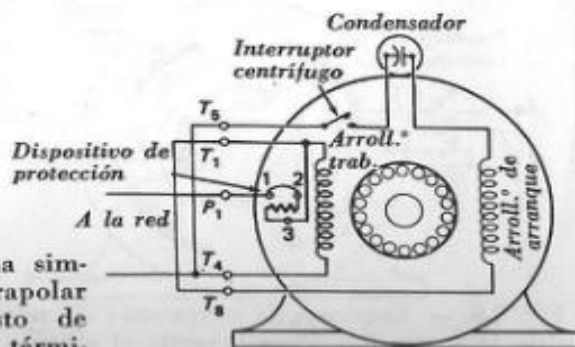


Fig. 2.13 b. — Esquema de conexiones lineal del motor de la figura 2.13 a.

Sentido	L ₁	L ₂	Unase
A izquierdas	P ₁	T ₄ T ₅	T ₁ T ₈
A derechas	P ₁	T ₄ T ₈	T ₁ T ₅

Fig. 2.14. — Esquema de conexiones circular de un motor bipolar con condensador de arranque y protección térmica.

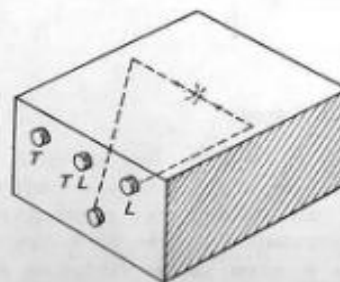
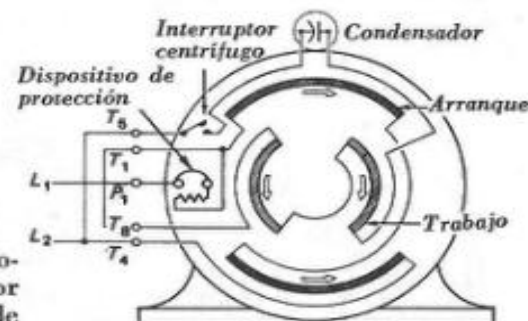


Fig. 2.15. — Caja de bornes con condensador incluido.

Fig. 2.16. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque incluido en una caja de bornes.

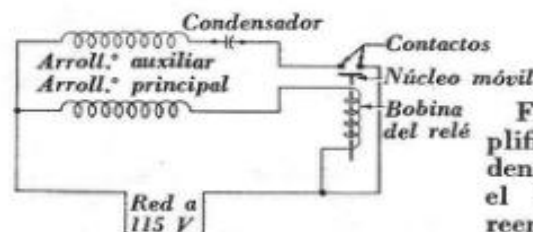
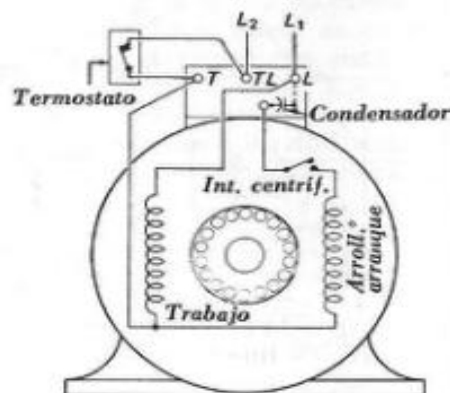


Fig. 2.17 a. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque, en el cual el interruptor centrifugo está reemplazado por un relé de corriente.

Fig. 2.17 b. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque, provisto de un relé de corriente de tipo distinto al de la figura 2.17 a.

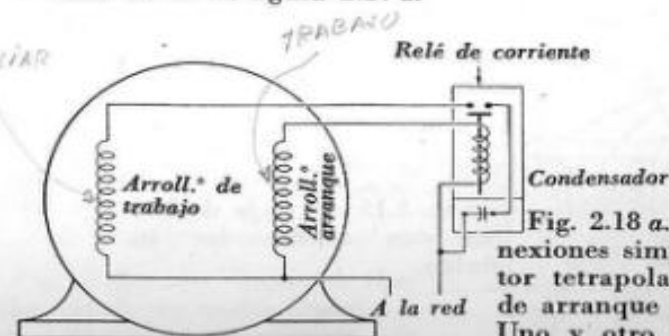
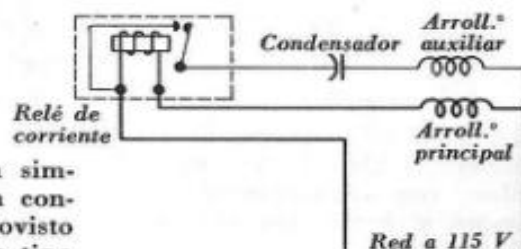


Fig. 2.18 a. — Esquema de conexiones simplificado de un motor tetrapolar, con condensador de arranque y relé de corriente. Uno y otro están situados conjuntamente, al exterior del motor.

Fig. 2.18 b. — Esquema de conexiones simplificado de un motor tetrapolar con condensador de arranque y relé de corriente. Uno y otro están situados separadamente, fuera del motor.

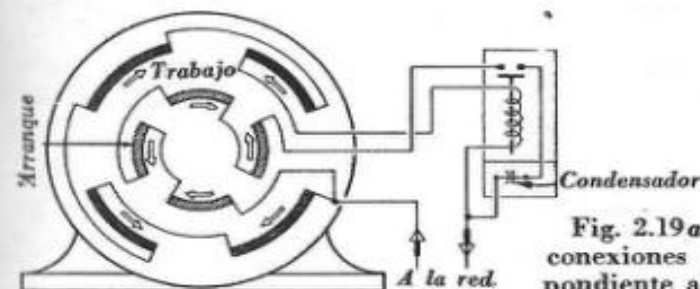
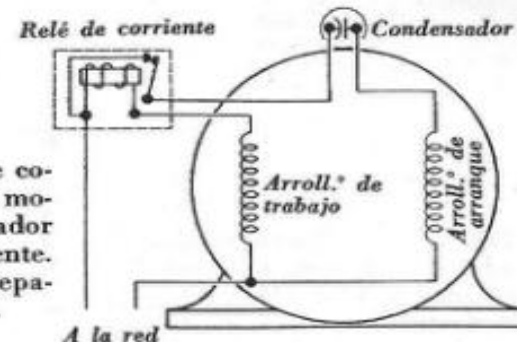


Fig. 2.19 a. — Esquema de conexiones circular correspondiente al motor de la figura 2.18 a.

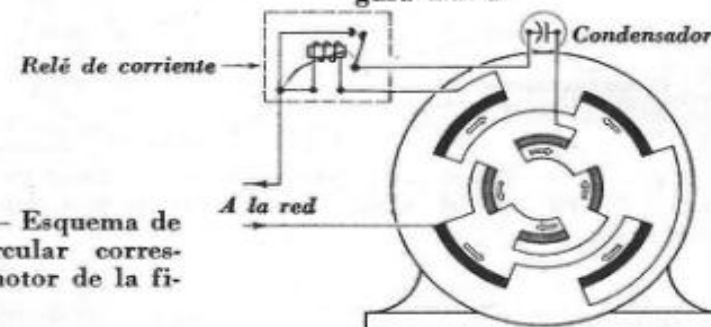


Fig. 2.19 b. — Esquema de conexiones circular correspondiente al motor de la figura 2.18 b.

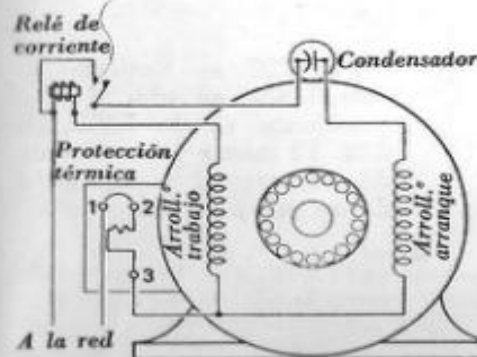


Fig. 2.20. — Esquema de un motor con condensador de arranque, relé de corriente y protección térmica con dos bornes en servicio.

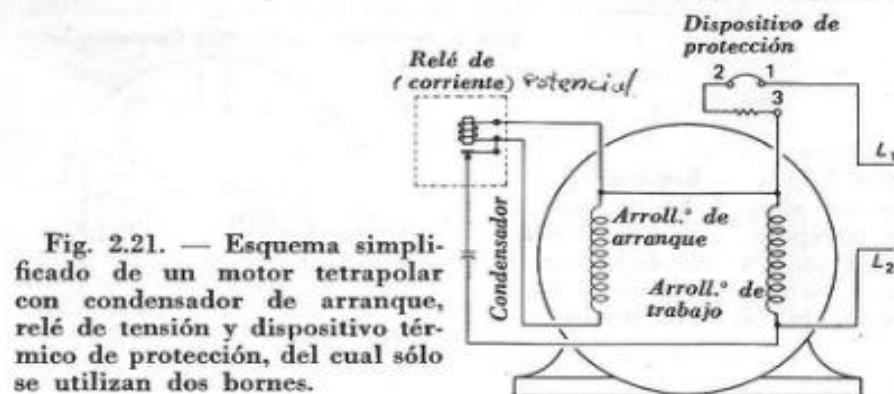


Fig. 2.21. — Esquema simplificado de un motor tetrapolar con condensador de arranque, relé de tensión y dispositivo de protección, del cual sólo se utilizan dos bornes.

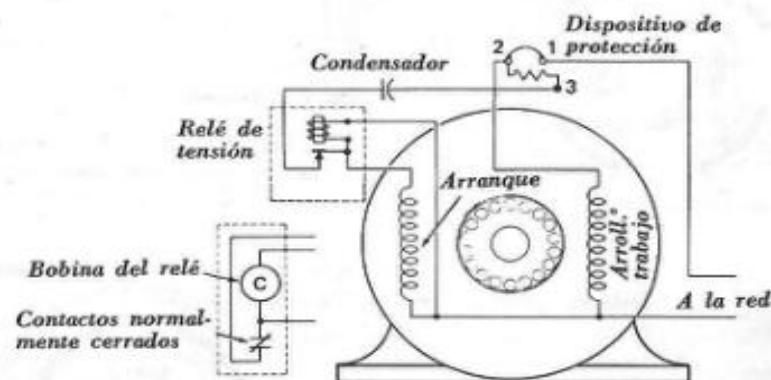


Fig. 2.22. — Esquema simplificado de un motor como el de la figura 2.21, en el cual se utilizan los tres bornes del dispositivo de protección.

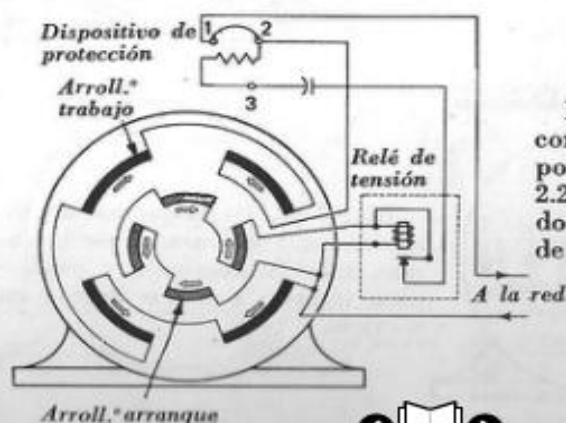


Fig. 2.23. — Esquema de conexiones circular correspondiente al de la figura 2.22. El motor gira en sentido contrario al de las agujas de un reloj.

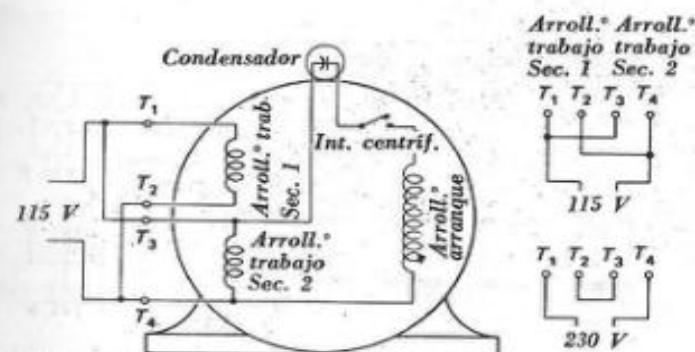


Fig. 2.24. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque y sentido de giro irreversible, previsto para dos tensiones de servicio. El conexionado corresponde a la tensión menor, en este caso 115 V.

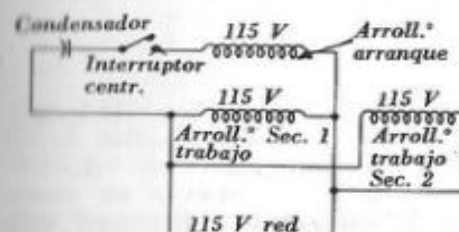


Fig. 2.25. — Esquema de conexión de los arrollamientos del motor de la figura 2.24 para una tensión de servicio de 115 V. Las dos secciones del arrollamiento de trabajo están conectadas en paralelo.

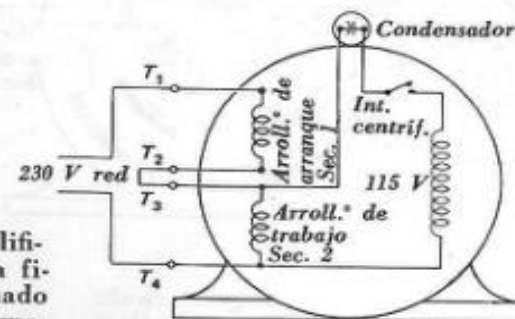


Fig. 2.26. — Esquema simplificado del mismo motor de la figura 2.24, con el conexionado correspondiente a la tensión mayor de servicio, en este caso 230 voltios.



Fig. 2.27. — Esquema de conexión de los arrollamientos del motor de la figura 2.24 para una tensión de servicio de 230 V. Las dos secciones del arrollamiento de trabajo están conectadas en serie.

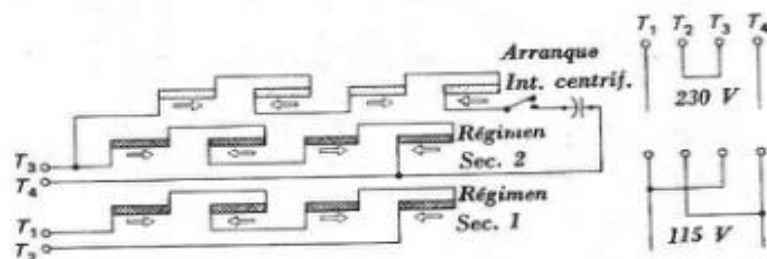


Fig. 2.28. — Esquema de conexiones lineal de un motor tetrapolar con condensador de arranque y dos tensiones de servicio. Las dos secciones del arrollamiento de trabajo están ejecutadas independientemente. El arrollamiento de arranque está conectado en paralelo con una de dichas secciones.

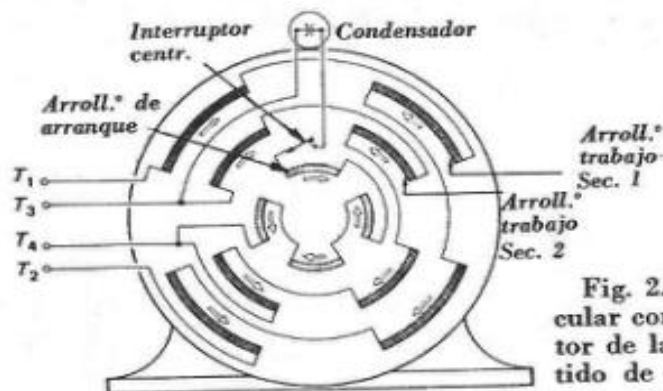


Fig. 2.29. — Esquema circular correspondiente al motor de la figura 2.28. El sentido de giro es irreversible.

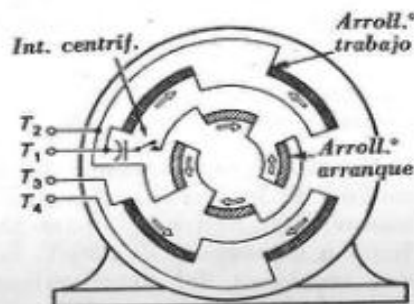


Fig. 2.30. — Esquema circular de un motor tetrapolar con condensador de arranque, dos tensiones de servicio y sentido de giro irreversible. Los polos de cada sección del arrollamiento de trabajo están unidos mediante conexión corta.

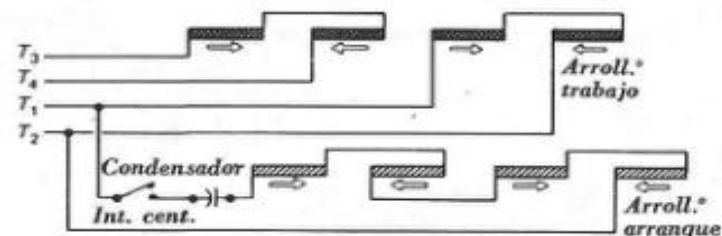


Fig. 2.31. — Esquema lineal del motor de la figura 2.30.

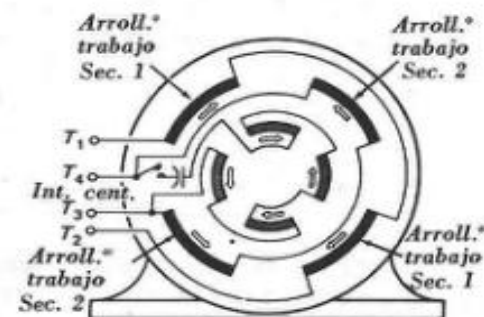


Fig. 2.32. — Esquema circular de un motor tetrapolar con condensador de arranque, dos tensiones de servicio y sentido de giro irreversible. Los polos de cada sección del arrollamiento de trabajo están unidos mediante conexión larga.

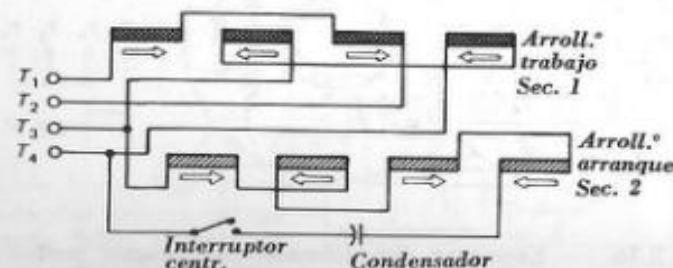


Fig. 2.33. — Esquema lineal del motor de la figura 2.32.

Fig. 2.34. — En un motor con arrollamiento de trabajo subdividido en dos secciones, el arrollamiento de arranque queda siempre conectado en paralelo con una sola de dichas secciones.

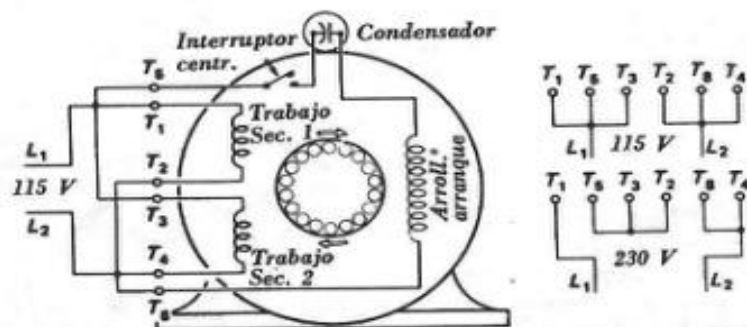
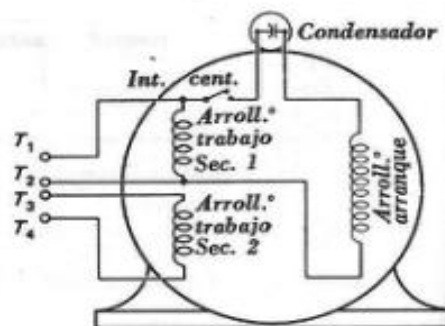


Fig. 2.35. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque, dos tensiones de servicio y sentido de giro reversible. Conexionado para funcionar a la tensión menor (115 V) y girar a derechas.

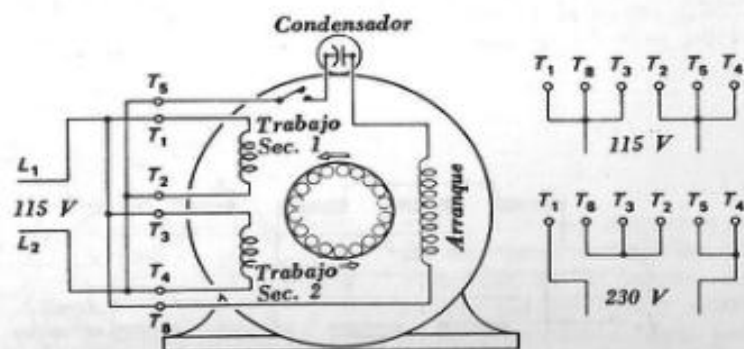


Fig. 2.36. — Esquema simplificado del mismo motor de la figura 2.35, conectado también para funcionar a la tensión menor (115 V), pero con giro a izquierdas.

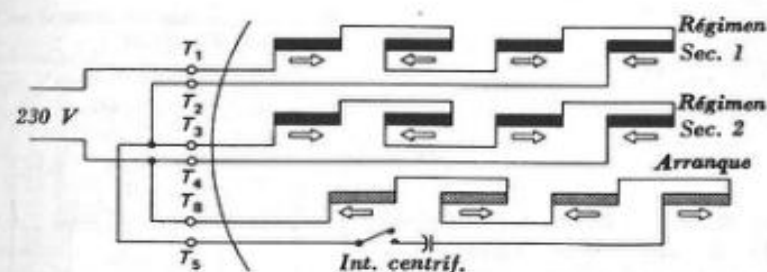


Fig. 2.37. — Esquemas lineal y simplificado de un motor tetrapolar con condensador de arranque, dos tensiones de servicio y sentido de giro reversible. Conexionado para funcionar a la tensión mayor (230 V) y girar a derechas.

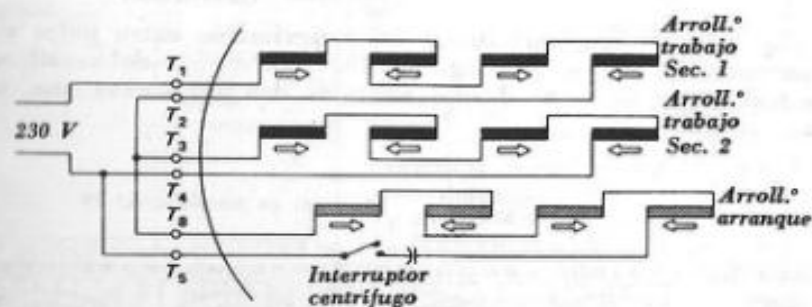
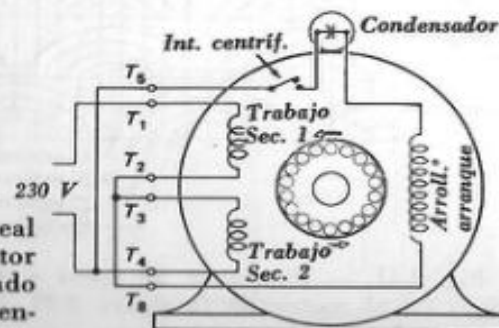


Fig. 2.38. — Esquemas lineal y simplificado del mismo motor de las figuras 2.37, conectado también para funcionar a la tensión mayor (230 V), pero con giro a izquierdas.



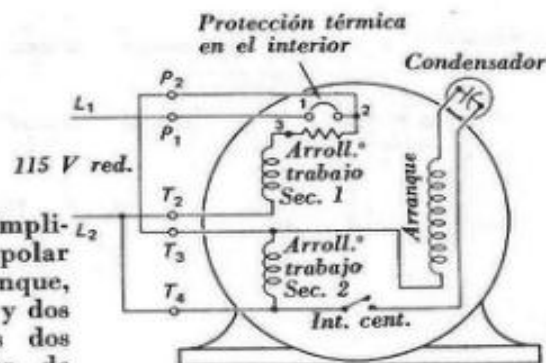


Fig. 2.39. — Esquema simplificado de un motor tetrapolar con condensador de arranque, protección térmica interior y dos tensiones de servicio. Las dos secciones del arrollamiento de trabajo están conectadas en paralelo (tensión de servicio, 115 voltios).

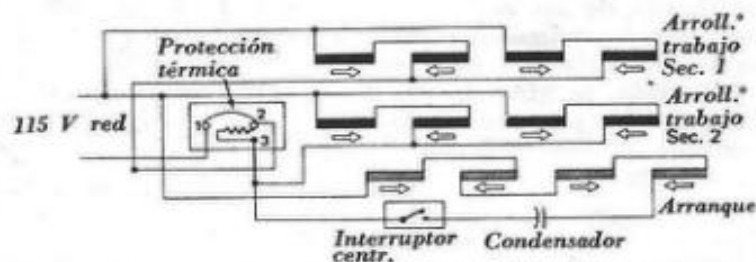


Fig. 2.40. — Esquema lineal del conexionado entre polos y arrollamientos del motor de la figura 2.39. Cada sección del arrollamiento de trabajo se compone de dos series de dos polos cada una, unidas en paralelo.

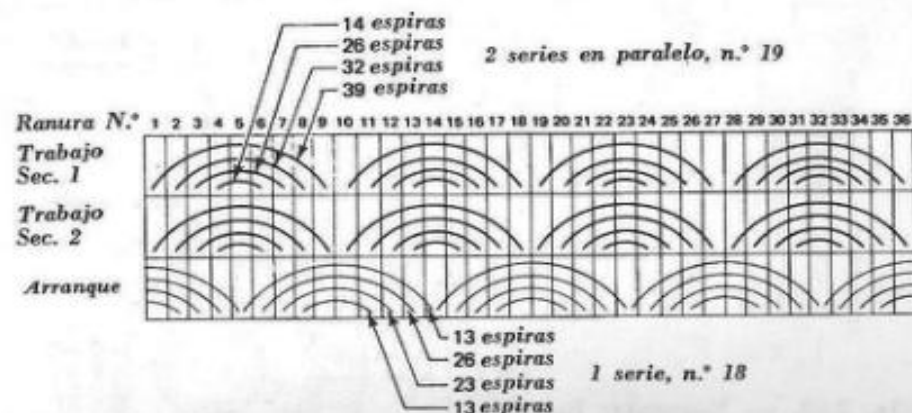


Fig. 2.41. — Diagrama de pasos y disposición relativa de las bobinas en el motor de la figura 2.39. Las dos secciones del arrollamiento de trabajo son análogas.

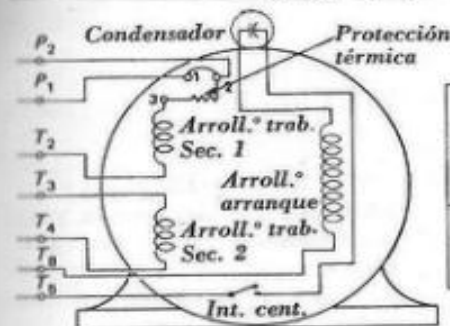
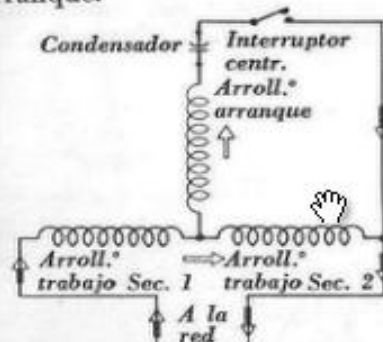


Fig. 2.42. — Esquema simplificado del motor de la figura 2.39, una vez rebobinado. Los terminales del circuito de arranque se han sacado al exterior para poder invertir cómodamente el sentido de giro.

Fig. 2.43. — Esquema simplificado de conexiones entre los arrollamientos de un motor con condensador de arranque, tres terminales libres y sentido de giro reversible. Obsérvese el sentido de la corriente que circula por el arrollamiento de arranque.



		L_1	L_2	Conexión	Conexión
Tensión mayor	A izquierda	P_1	T_4	$P_2 T_3$	$T_2 T_1$
	A derecha	P_1	T_4	$P_2 T_1$	$T_2 T_3$
Tensión menor	A izquierda	P_1	$T_2 T_4 T_3$	$P_2 T_3 T_1$	
	A derecha	P_1	$T_2 T_4 T_1$	$P_2 T_1 T_3$	

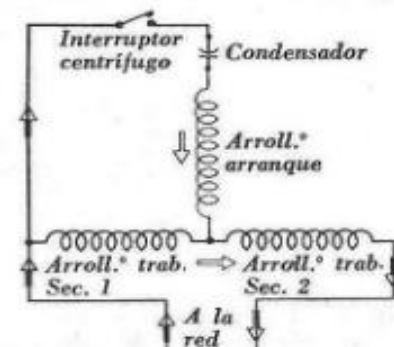


Fig. 2.44. — Esquema análogo al de la figura 2.43, con la excepción de que ahora el circuito de arranque está conectado en paralelo con la otra sección del arrollamiento de trabajo. Obsérvese la inversión del sentido de la corriente en dicho circuito.

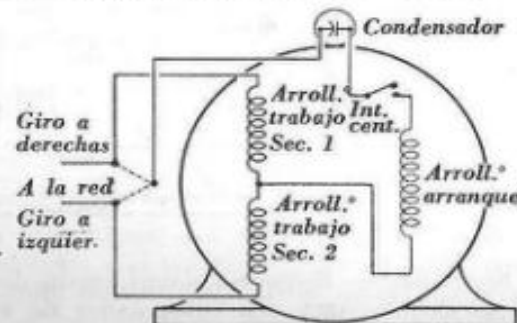


Fig. 2.45. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque, una sola tensión de servicio y tres terminales libres para la inversión del sentido de giro.

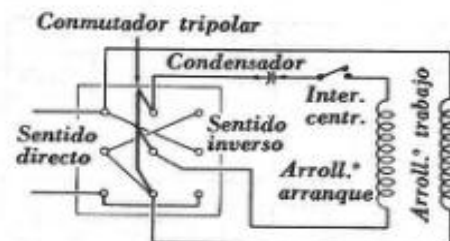


Fig. 2.46. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque provisto de un conmutador tripolar para la inversión del sentido de giro.

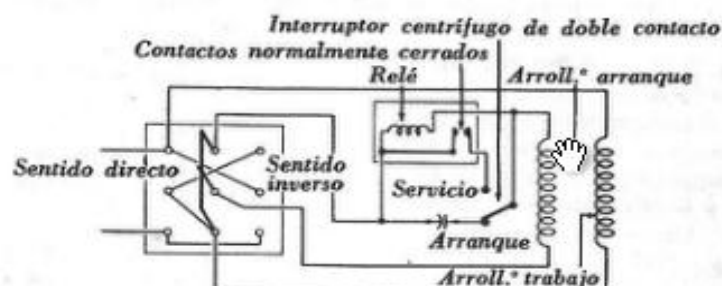


Fig. 2.47. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque, provisto de relé y conmutador tripolar de inversión instantánea.

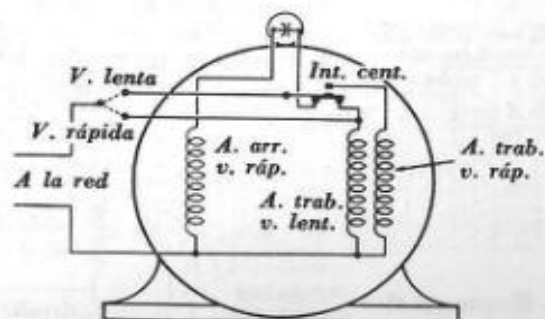


Fig. 2.48. — Esquema simplificado de un motor con condensador de arranque, para dos velocidades de régimen. Este motor arranca siempre con el arrollamiento de trabajo correspondiente a la velocidad mayor.



Fig. 2.49. — Diagrama típico de pasos de bobina en un motor con condensador de arranque, previsto para dos velocidades de régimen.

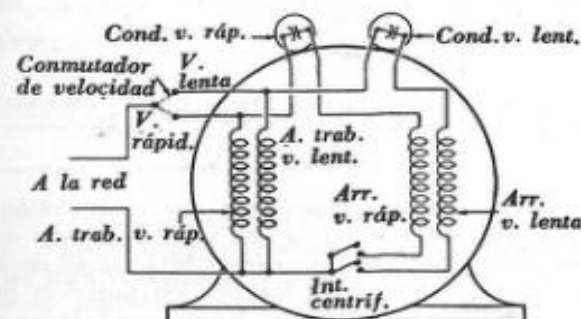


Fig. 2.50. — Esquema simplificado de un motor con doble condensador de arranque, previsto para dos velocidades de régimen.

UNA SOLA TENSION—SIN PROTECCIÓN TÉRMICA		UNA SOLA TENSION—CON PROTECCIÓN TÉRMICA	
Terminales	Placa de bornes	Terminales	Placa de bornes
Para conseguir el giro a derecha, permuten las terminales T₁ y T₂.		Para conseguir el giro a derecha, permuten las terminales T₁ y T₂.	
Giro inverso T₁ T₂ T₄ T₃ Giro directo T₁ T₃ T₄ T₂		Giro inverso T₁ T₂ T₃ T₄ Giro directo T₁ T₃ T₄ T₂	
NOTA. Las placas de bornes se representan visto de frente. Las líneas de trazo indican una conexión permanente.		NOTA. Las placas de bornes se representan visto de frente. Las líneas de trazo indican una conexión permanente.	

Fig. 2.51 a. — Esquemas de conexiones con designación de terminales de arrollamientos para motores con condensadores de arranque y sentido de giro reversible (según normas MG 1-2.48 de la NEMA). El interruptor centrífugo está representado en posición de apertura (motor en servicio). Todos los sentidos de giro señalados se consideran vistos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

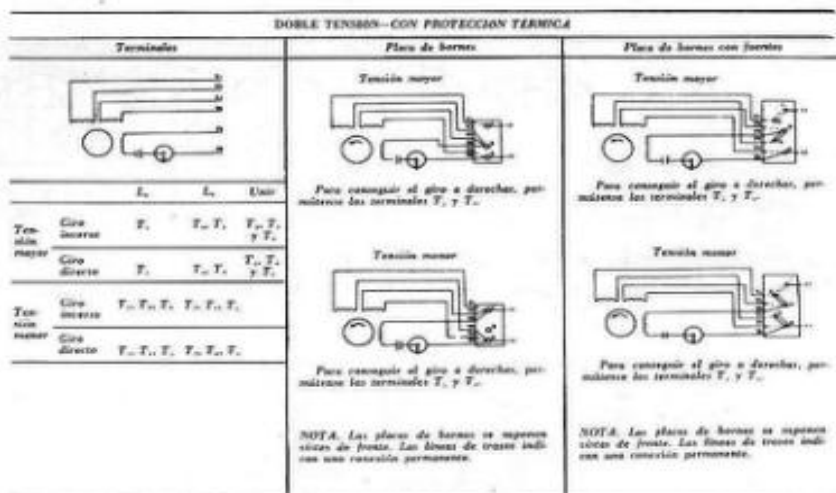


Fig. 2.51 b. — Esquemas de conexiones con designación de terminales de arrollamientos para motores con condensadores de arranque y sentido de giro reversible (según normas MG 1-2.48 de la NEMA). El interruptor centrífugo está representado en posición de apertura (motor en servicio). Todos los sentidos de giro señalados se consideran vistos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

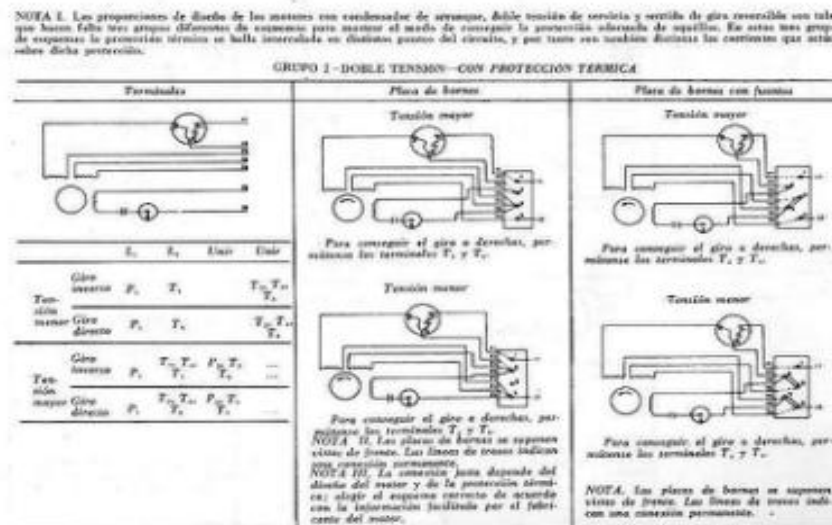


Fig. 2.51 c. — Esquemas de conexiones con designación de terminales de arrollamientos para motores con condensadores de arranque y sentido de giro reversible (según normas MG 1-2.48 de la NEMA). El interruptor centrífugo está representado en posición de apertura (motor en servicio). Todos los sentidos de giro señalados se consideran vistos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

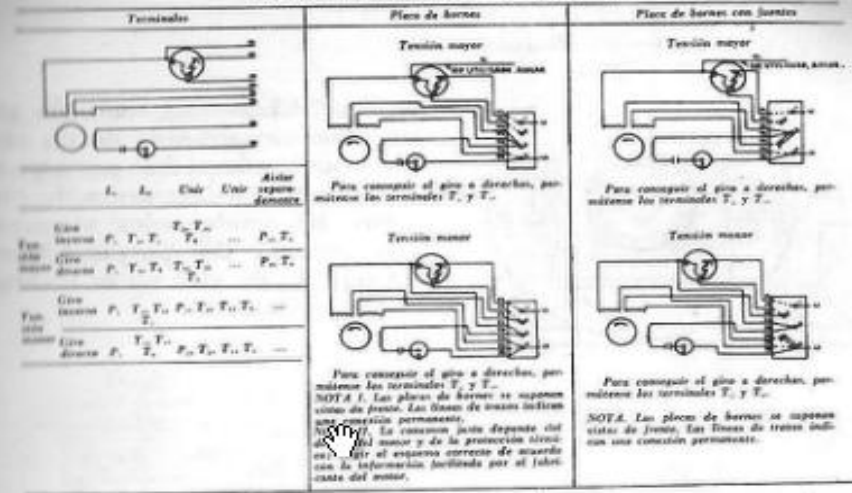


Fig. 2.51 d. — Esquemas de conexiones con designación de terminales de arrollamientos para motores con condensadores de arranque y sentido de giro reversible (según normas MG 1-2.48 de la NEMA). El interruptor centrífugo está representado en posición de apertura (motor en servicio). Todos los sentidos de giro señalados se consideran vistos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

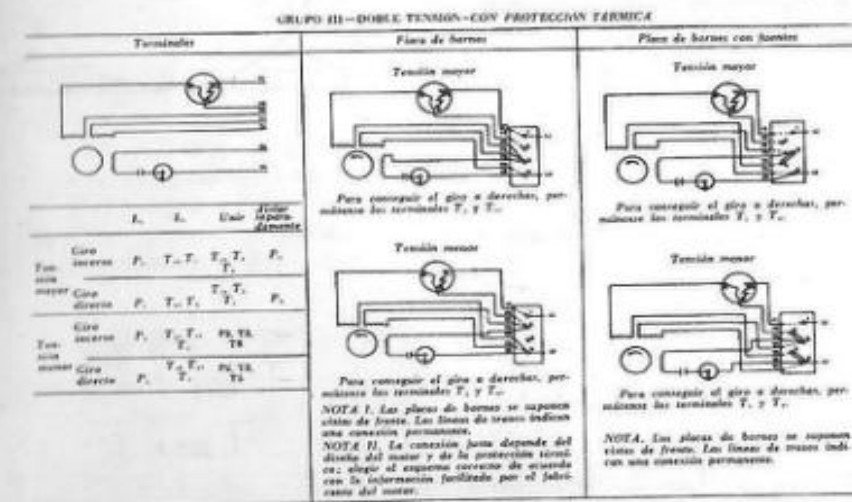


Fig. 2.51 e. — Esquemas de conexiones con designación de terminales de arrollamientos para motores con condensadores de arranque y sentido de giro reversible (según normas MG 1-2.48 de la NEMA). El interruptor centrífugo está representado en posición de apertura (motor en servicio). Todos los sentidos de giro señalados se consideran vistos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

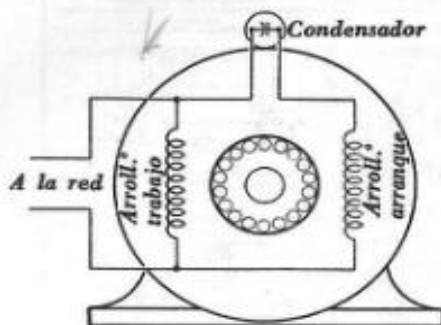


Fig. 2.52. — Esquema de conexiones simplificado de un motor con condensador permanente, para una sola tensión de servicio. El condensador va montado encima del propio motor. El sentido de giro no es reversible exteriormente.

Fig. 2.53. — Esquema simplificado de un motor con condensador permanente, para una sola tensión de servicio, con sentido de giro reversible exteriormente. Para la inversión basta permutar los terminales T_5 y T_3 .

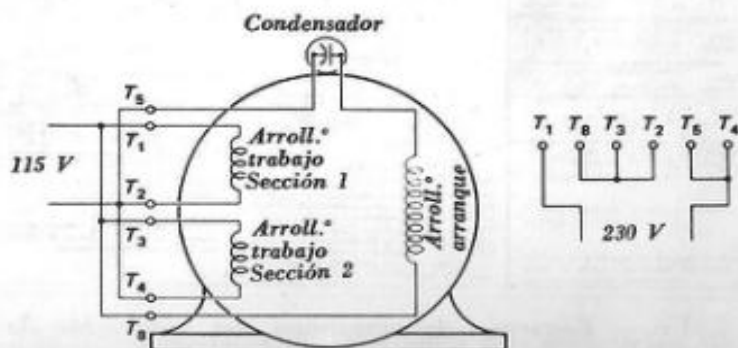
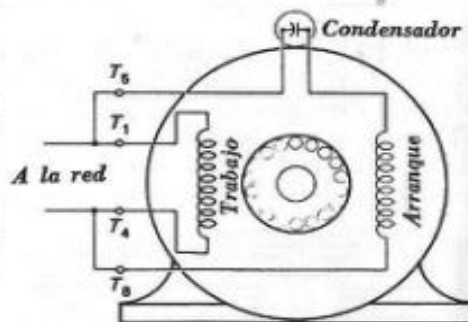


Fig. 2.54. — Esquema simplificado de un motor con condensador permanente, para dos tensiones de servicio (115 y 230 V).

Fig. 2.55. — Esquema simplificado de un motor con condensador permanente, para una sola tensión de servicio. La salida al exterior de 3 terminales permite la fácil inversión del sentido de giro.

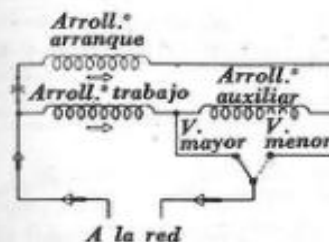
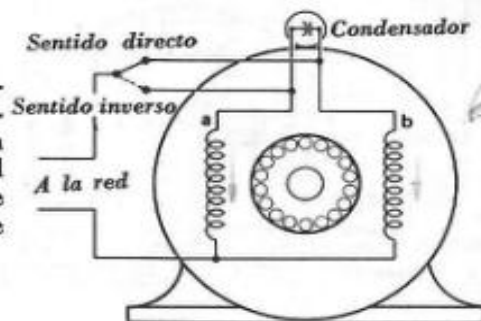


Fig. 2.56. — Esquema de conexiones de los arrollamientos de un motor con condensador permanente y dos velocidades de régimen, con el conmutador en la posición correspondiente a la velocidad mayor.

Fig. 2.57. — Esquema de conexiones simplificado del motor de la figura 2.56. El condensador puede ir montado separadamente del motor.

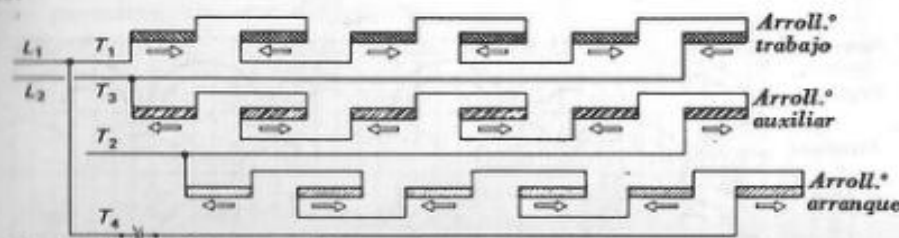
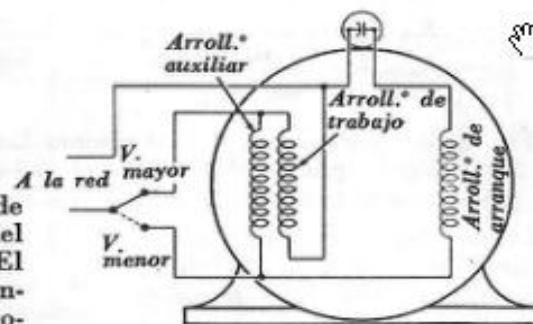


Fig. 2.58. — Esquema de conexiones lineal de un motor hexapolar con condensador permanente y dos velocidades de régimen. Para la velocidad mayor las líneas de alimentación L_1 y L_2 se conectan como indica la figura, es decir, L_1 con los terminales T_1 y T_4 , L_2 con el terminal T_3 ; para la velocidad menor, se conecta L_3 con el terminal T_5 .

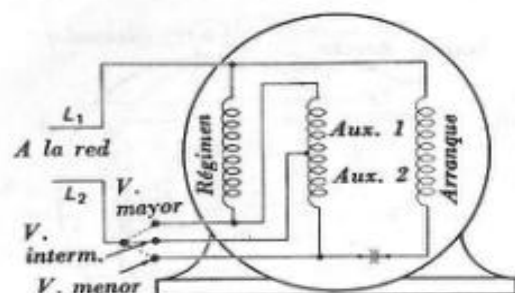


Fig. 2.59. — Esquema de conexiones simplificado de un motor con condensador permanente para una sola tensión de servicio y tres velocidades de régimen.

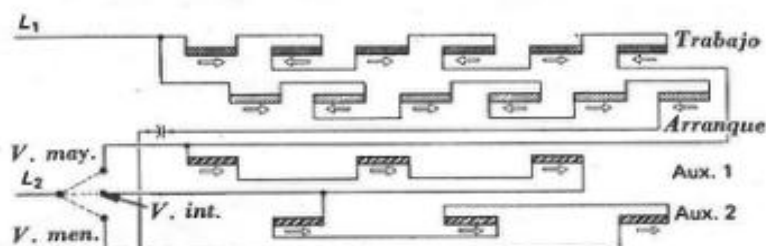


Fig. 2.60. — Esquema de conexiones lineal del motor de la figura 2.59. Nótese que las dos secciones del arrollamiento auxiliar son de polos consecuentes.

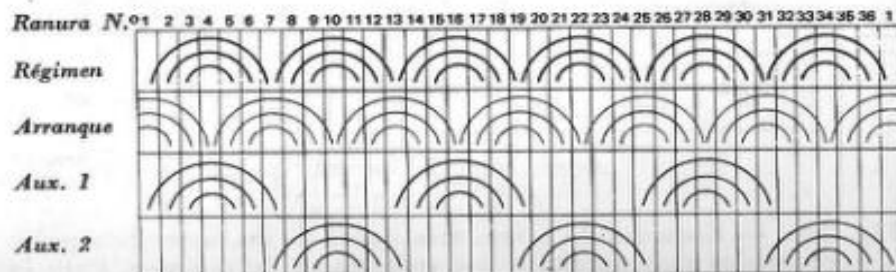
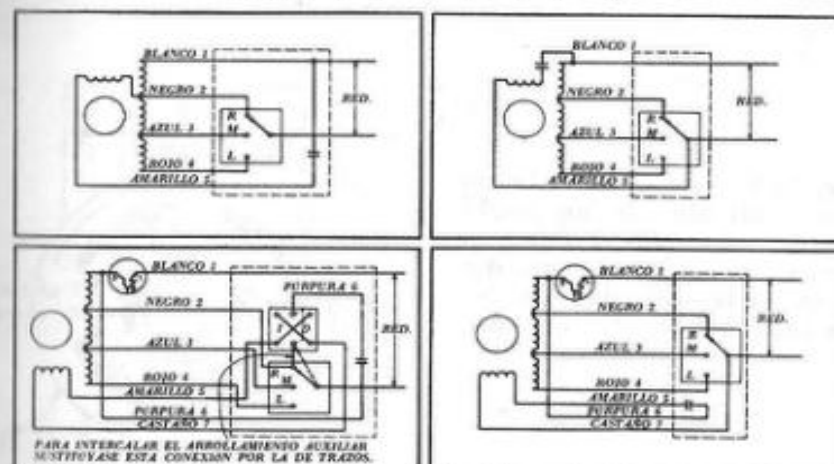


Fig. 2.61. — Diagrama de pasos y disposición relativa de las bobinas típicas de un motor con condensador permanente y tres velocidades de régimen.



NOTA I. La zona comprendida dentro del rectángulo de trazo, se halla fuera del motor, y sólo se incluye en el esquema para aclarar las conexiones entre terminales que debe efectuar el usuario.

NOTA II. Para motores de dos velocidades sustituir la velocidad 4 (rojo) y el arrollamiento correspondiente.

Fig. 2.62. — Identificación de los terminales de los arrollamientos en motores con condensador permanente para una sola tensión de servicio y varias velocidades de régimen (según normas de la NEMA).

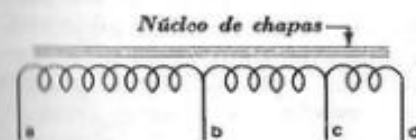


Fig. 2.63. — Esquema eléctrico de un autotransformador, constituido esencialmente por una bobina de hilo de cobre arrollada sobre un núcleo de chapas magnéticas. La bobina está provista de varias tomas, que permiten obtener diferentes tensiones.

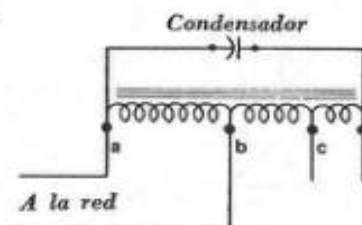


Fig. 2.64. — Con esta conexión se obtiene en bornes del condensador una tensión aproximadamente doble que la de la red.

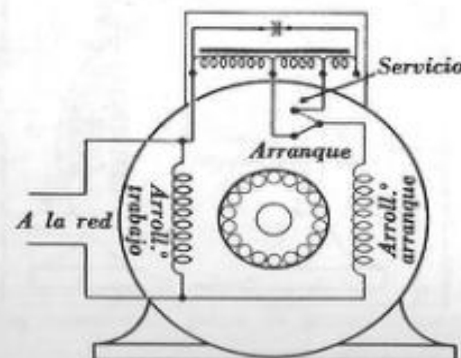


Fig. 2.65. — Esquema simplificado de un motor con condensador permanente, provisto de autotransformador para modificar el valor efectivo de la capacidad durante el arranque.

Fig. 2.66. — Esquema de conexiones circular de un motor tetrapolar con condensador permanente y autotransformador para variar la capacidad efectiva del mismo durante el arranque. A la red

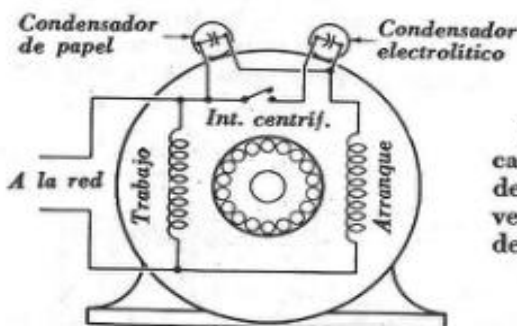
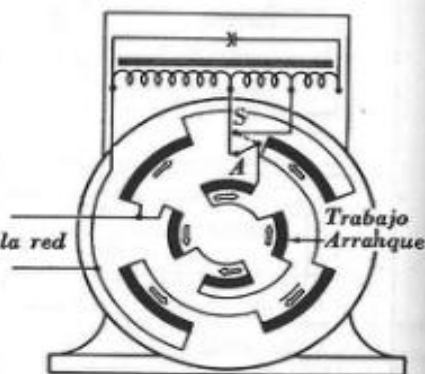


Fig. 2.67. — Esquema simplificado de un motor con doble condensador y sentido de giro irreversible, para una sola tensión de servicio.

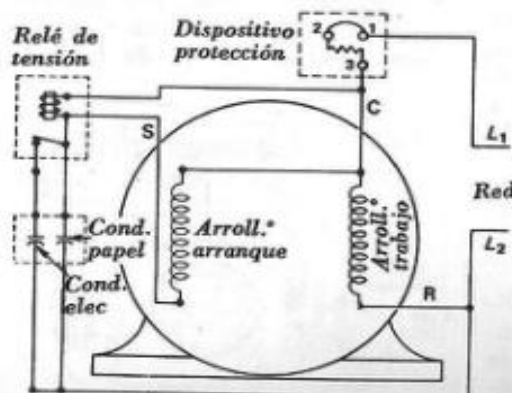


Fig. 2.68. — Esquema simplificado de un motor con doble condensador, de una sola tensión de servicio, provisto de relé de tensión y de dispositivo de protección térmica de dos bornes.

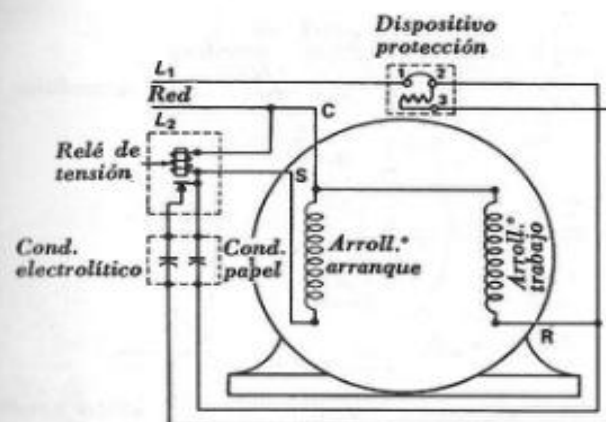


Fig. 2.69. — Esquema simplificado de un motor con doble condensador, de una sola tensión de servicio, provisto de relé de tensión y de dispositivo de protección térmica de tres bornes.

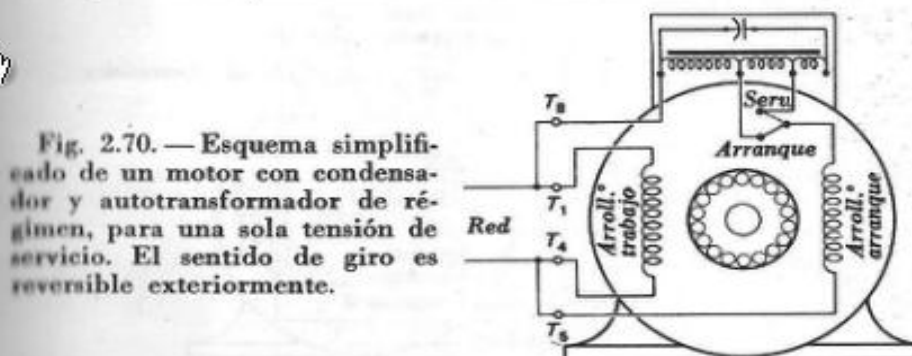


Fig. 2.70. — Esquema simplificado de un motor con condensador y autotransformador de régimen, para una sola tensión de servicio. El sentido de giro es reversible exteriormente.

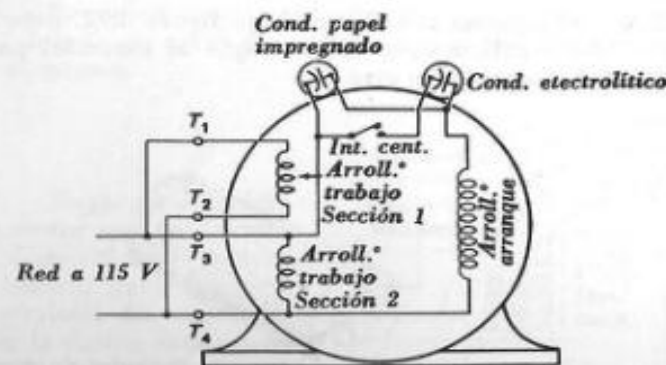


Fig. 2.71. — Esquema simplificado de un motor con doble condensador y dos tensiones de servicio, conectado para la tensión menor (115 V).

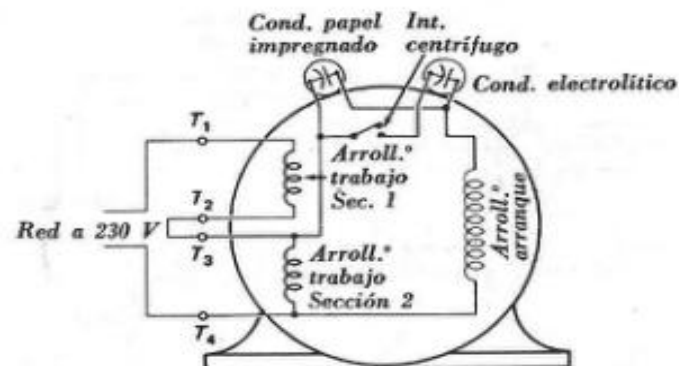


Fig. 2.72. — Esquema del motor de la figura 2.71, pero conectado para la tensión mayor (230 V).

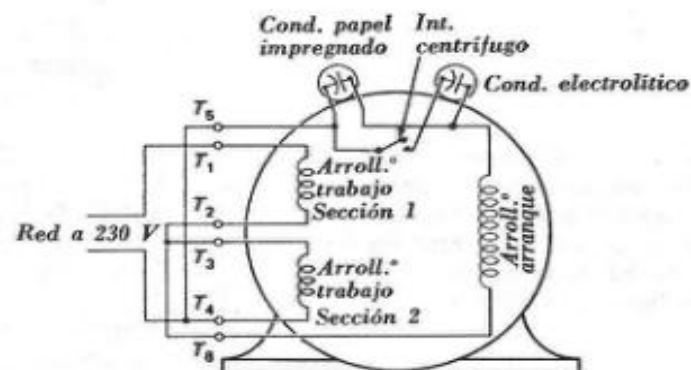


Fig. 2.73. — Esquema del motor de la figura 2.72, pero con los dos terminales del arrollamiento de arranque al exterior, para permitir la inversión del sentido de giro.

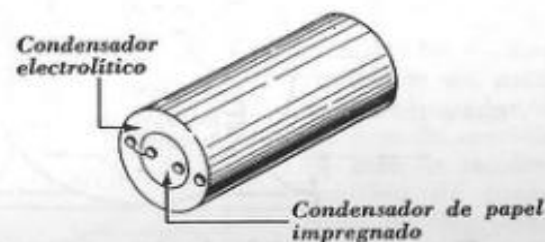


Fig. 2.74. — Unidad constituida por dos condensadores.

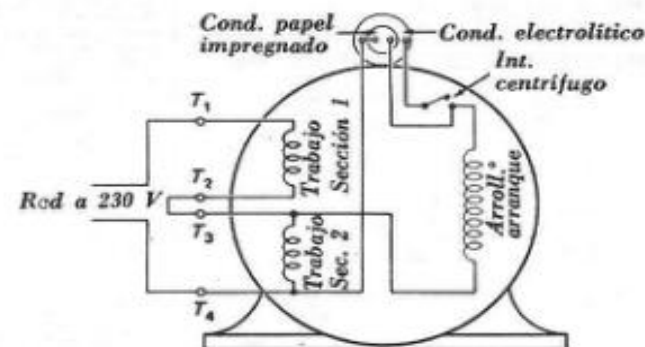


Fig. 2.75. — Esquema simplificado de un motor para dos tensiones de servicio con ambos condensadores montados encima del mismo, formando una sola unidad compacta.

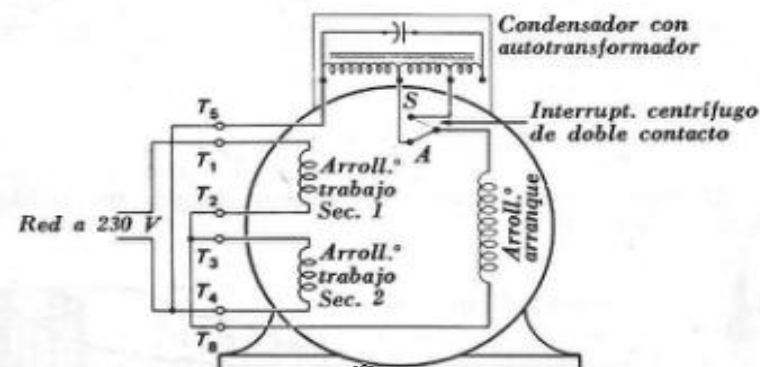


Fig. 2.76. — Esquema simplificado de un motor para dos tensiones de servicio, dotado de unidad condensador/autotransformador montada sobre el mismo.

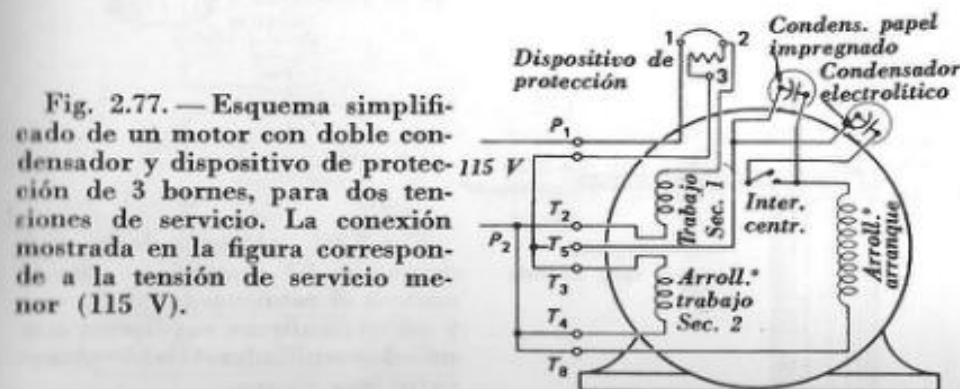
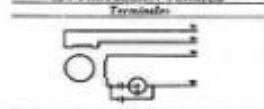


Fig. 2.77. — Esquema simplificado de un motor con doble condensador y dispositivo de protección de 3 bornes, para dos tensiones de servicio. La conexión mostrada en la figura corresponde a la tensión de servicio menor (115 V).

MCI-20 MOTORES CON DOBLE CONDENSADOR

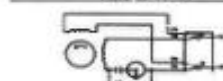
NOTA. Interruptor de arranque montado en posición de apertura. Todos los sentidos de giro válidos se consideran válidos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

SIN PROTECCIÓN TÉRMICA

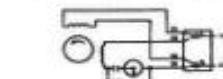


Terminales		
Giro antihorario	T1, T2	T4, T3
Giro horario	T1, T3	T4, T2

Placa de bornes

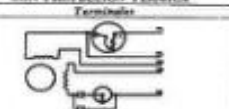


Para conseguir el giro horario
permanente las terminales T₁ y T₂.



Para conseguir el giro horario
permanente las terminales T₁ y T₃.

CON PROTECCIÓN TÉRMICA



Terminales			
Giro antihorario	T1	T4, T3	T1, T2
Giro horario	T1	T4, T2	T1, T3

Placa de bornes



Para conseguir el giro horario
permanente las terminales T₁ y T₂.



Para conseguir el giro horario
permanente las terminales T₁ y T₃.

NOTA. Las placas de bornes se muestran vistas de frente. Las líneas de trazo indican una conexión permanente.

Fig. 2.78. — Designación de los terminales de los arrollamientos en motores con doble condensador y con condensador permanente, para una sola tensión de servicio y con sentido de giro reversible. (Según normas de la NEMA.)

Fig. 2.79. — Prueba de un condensador. 1.ª operación: conéctese el condensador a la red durante unos pocos segundos.

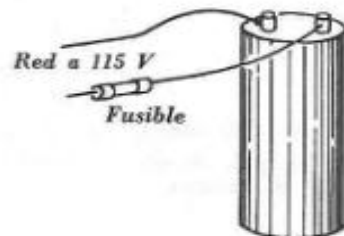
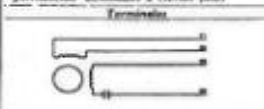


Fig. 2.80. — Prueba de un condensador. 2.ª operación: desconéctese el condensador de la red y cortocircuitense sus bornes con un destornillador. Debe observarse una chispa.

MCI-200 MOTORES CONDENSADOR PERMANENTE

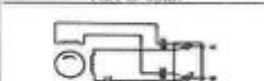
NOTA I. Todos los sentidos de giro válidos se consideran válidos desde el extremo opuesto al de accionamiento.

NOTA II. Existen otras designaciones de terminales para motores con condensador permanente destinados a ciertas fases.



Terminales		
Giro antihorario	T1, T2	T4, T3
Giro horario	T1, T3	T4, T2

Placa de bornes



Para conseguir el giro horario
permanente las terminales T₁ y T₂.



Para conseguir el giro horario
permanente las terminales T₁ y T₃.



Fig. 2.81. — Circuito para medir la capacidad de un condensador.

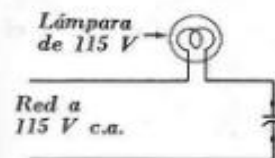
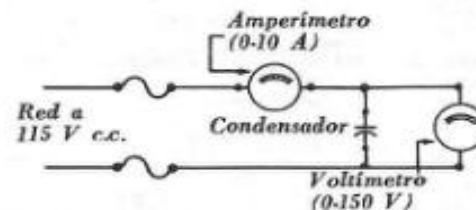


Fig. 2.82. — Prueba de cortocircuito en un condensador. Si la lámpara se enciende, el condensador tiene un cortocircuito interior. Obsérvese que la alimentación es con corriente continua.

Fig. 2.83. — Prueba de contacto a masa en un condensador.

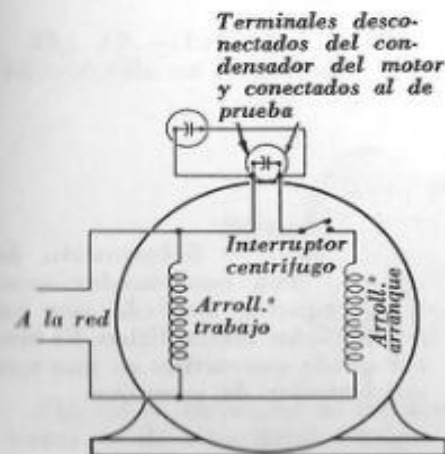
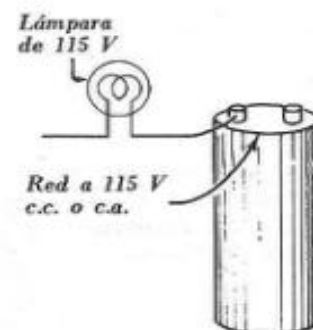


Fig. 2.84. — Verificación del estado del condensador de arranque de un motor mediante sustitución por otro condensador nuevo.

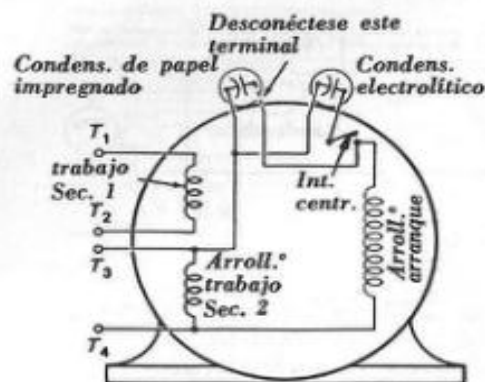


Fig. 2.85. — Supresión del condensador de régimen defectuoso en un motor con doble condensador. Puede hacerse también cuando ambos condensadores forman una unidad compacta. El motor dispone entonces de un solo condensador, para el arranque.

Fig. 2.86. — Reparación provisional de un motor con el auto-transformador y el condensador averiados. Se desmontan los elementos defectuosos.

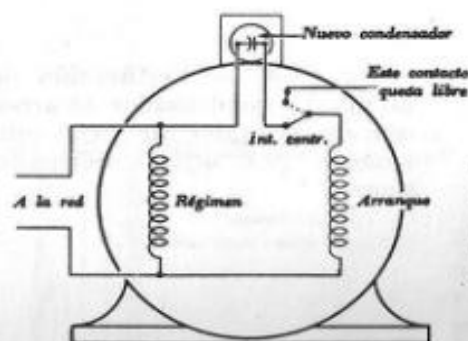
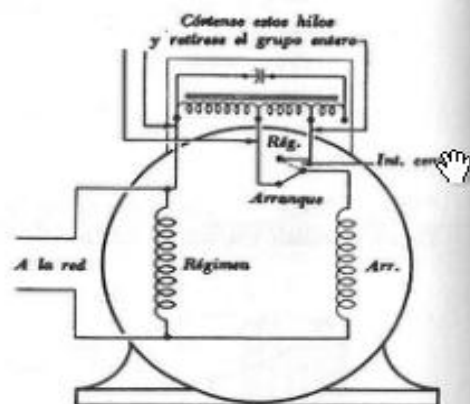


Fig. 2.87. — Substitución de una unidad condensador/auto-transformador averiada por un condensador electrolítico. El motor queda convertido en uno con condensador de arranque.

Motores de repulsión

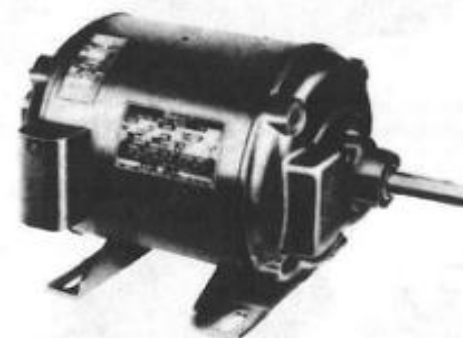


Fig. 3.1. — Aspecto exterior de un motor de repulsión sólo en el arranque (Wagner Electric Company).



Fig. 3.2. — Estator y arrollamiento estático de un motor de repulsión sólo en el arranque (Wagner Electric Company).



Fig. 3.3. — Inducido de un motor de repulsión e inducción. El colector es de tipo axial (delgas paralelas al eje) (Wagner Electric Company).



Fig. 3.11.—Dos escobillas pueden bastar en un motor tetrapolar si el arrollamiento del inducido es ondulado o si el colector está provisto de conexiones equipotenciales.

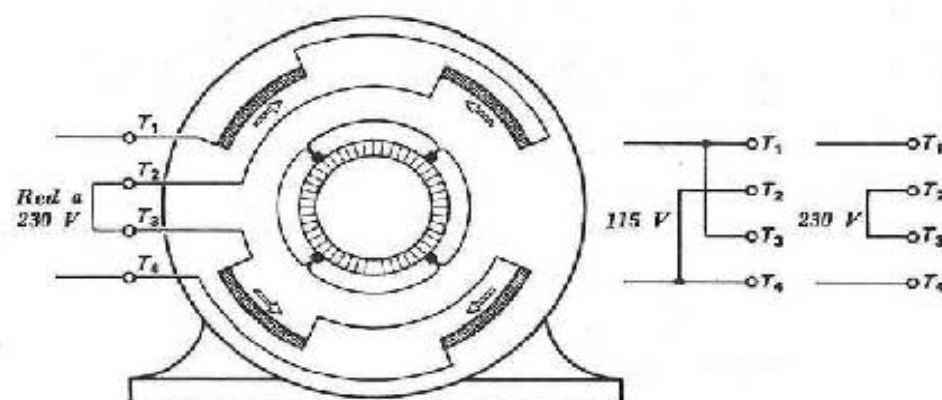


Fig. 3.12.—Esquema circular del arrollamiento estático de un motor tetrapolar de repulsión sólo en el arranque, previsto para dos tensiones de servicio. El motor está reconectado para 230 V. Obsérvese que las escobillas están unidas entre sí, sin ningún contacto exterior. A la derecha, designación de los terminales y manera de conectarlos según la tensión de servicio.

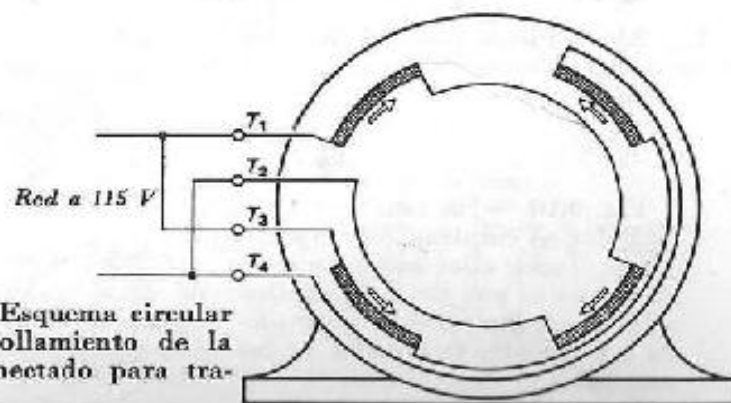


Fig. 3.13.—Esquema circular del mismo arrollamiento de la figura 3.12 conectado para trabajar a 115 V.

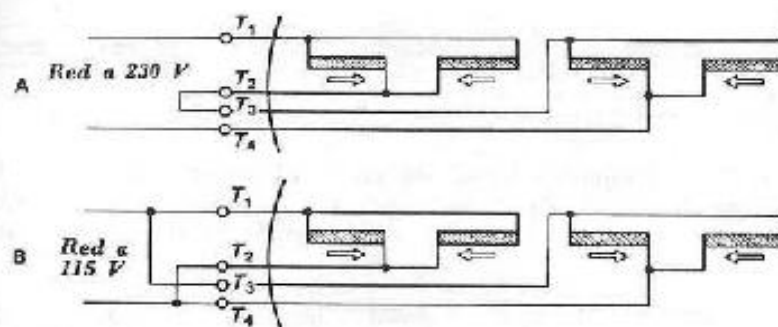


Fig. 3.14.—Esquema lineal de un arrollamiento tetrapolar con los polos unidos en paralelo dos a dos. A) conexión para 230 V; B) conexión para 115 V.

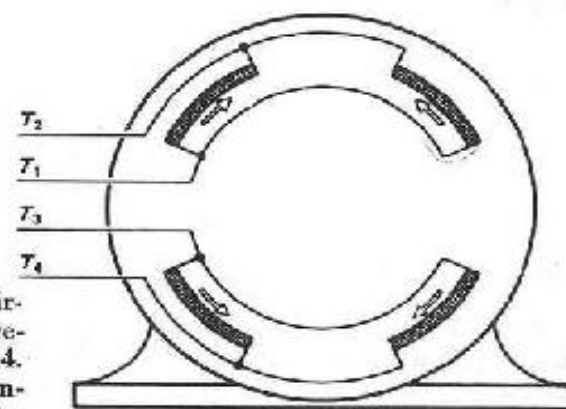


Fig. 3.15.—Esquema circular del arrollamiento representado en la figura 3.14. Para servicio a 230 V, únanse T_2 y T_3 entre sí y conéctense T_1 y T_4 a la red. Para servicio a 115 V, únanse T_1 con T_3 y T_2 con T_4 , y conéctense T_1 y T_4 a la red.

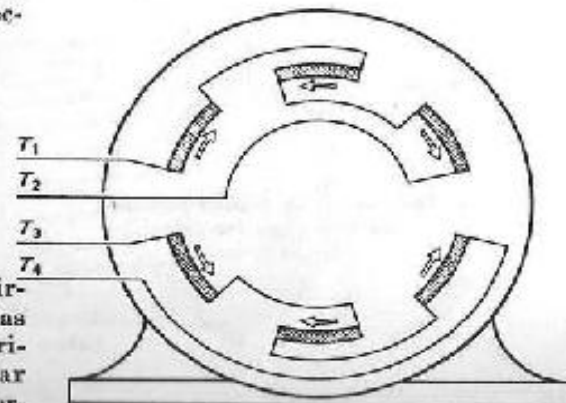


Fig. 3.16.—Esquema circular de conexiones internas en el arrollamiento estático de un motor hexapolar para dos tensiones de servicio.

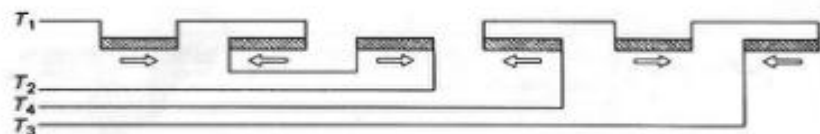


Fig. 3.17. — Esquema lineal de un arrollamiento estatístico hexapolar para dos tensiones de servicio. Los polos de cada sección de arrollamiento están unidos entre sí siguiendo la llamada «conexión corta».

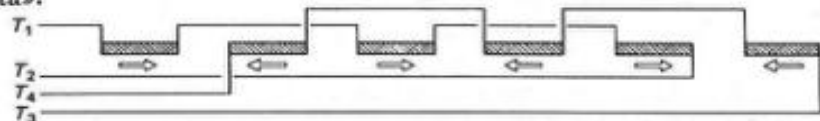


Fig. 3.18. — El mismo esquema lineal de la figura 3.17, pero con los polos de cada sección unidos siguiendo la llamada «conexión larga».

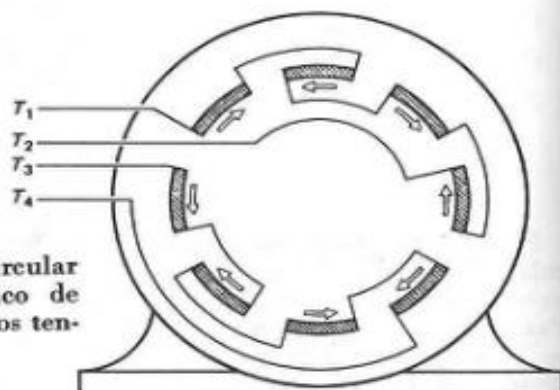


Fig. 3.19. — Esquema circular del arrollamiento estatístico de un motor octapolar para dos tensiones de servicio.



Fig. 3.20. — Manera de señalar la posición de los polos en el estator de un motor de repulsión.

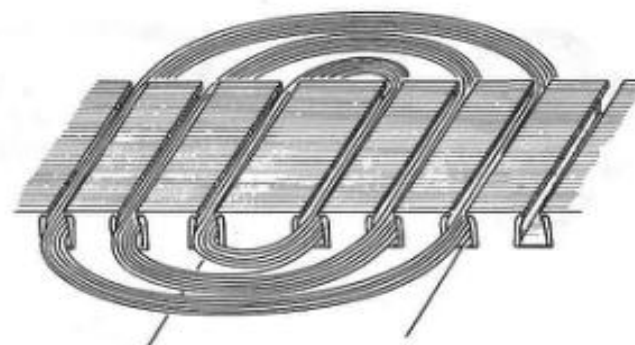


Fig. 3.21. — La separación entre las dos ranuras centrales de cada polo es mayor que la que existe entre las demás.

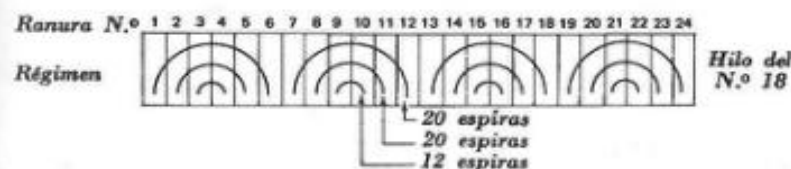


Fig. 3.22. — Diagrama de pasos de un motor tetrapolar de repulsión con 24 ranuras estatísticas.

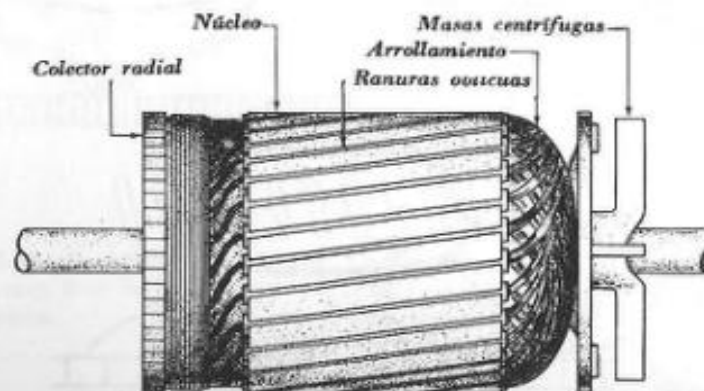


Fig. 3.23. — Inducido de un motor de repulsión.

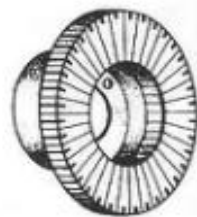


Fig. 3.24. — Colector radial previsto para ser ajustado a presión sobre el eje del inducido.

Fig. 3.25. — Colector radial previsto para ser roscado en el eje del inducido.

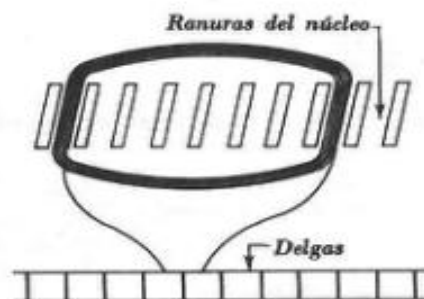
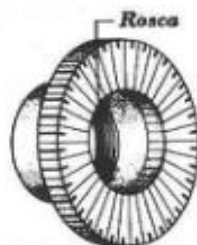


Fig. 3.26. — Arrollamiento imbricado con un lado de bobina por ranura.

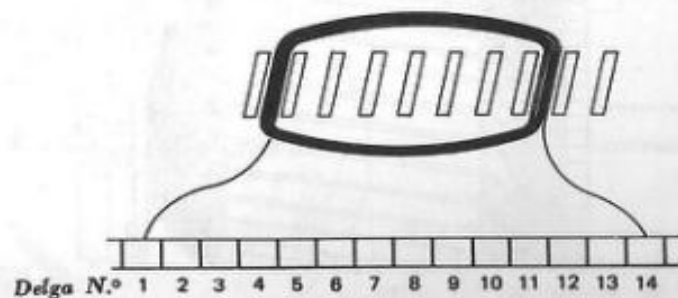


Fig. 3.27. — Arrollamiento ondulado con un lado de bobina por ranura.

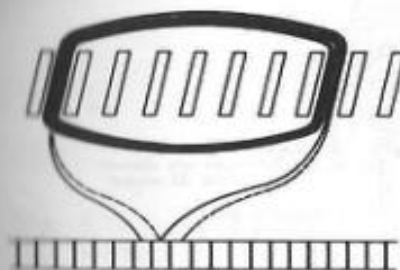


Fig. 3.28. — Arrollamiento imbricado con dos lados de bobina por ranura.

Fig. 3.29. — Arrollamiento ondulado con dos lados de bobina por ranura.

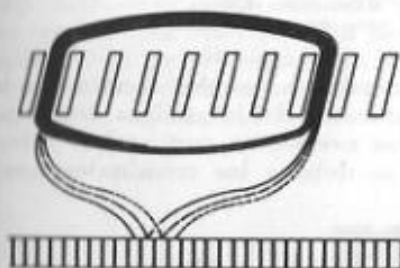
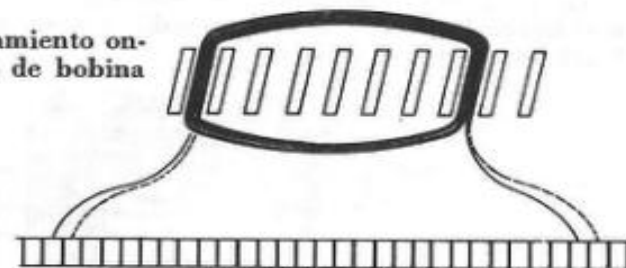
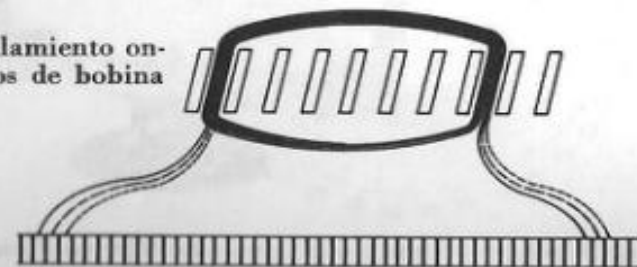


Fig. 3.30. — Arrollamiento imbricado con tres lados de bobina por ranura.

Fig. 3.31. — Arrollamiento ondulado con tres lados de bobina por ranura.



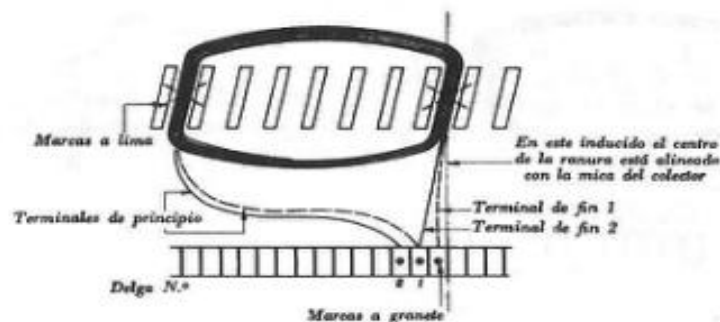


Fig. 3.32. — 1.ª operación. Señalización previa de ranuras y delgas en el inducido de un motor de repulsión averiado antes de desmontar el arrollamiento.

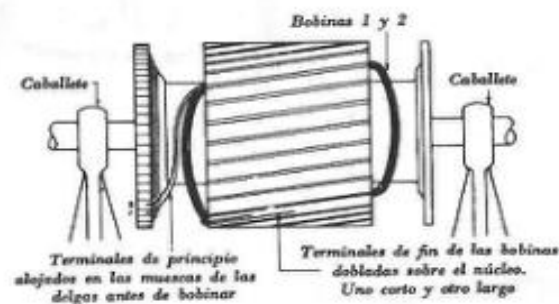


Fig. 3.33 a. — 2.ª operación. Se introducen los dos terminales iniciales de las bobinas 1 y 2 en las muescas de las delgas correspondientes y luego se arrollan las espiras necesarias con ambos hilos a la vez. Luego se cortan los hilos y se doblan los terminales finales hacia atrás, sobre el núcleo.

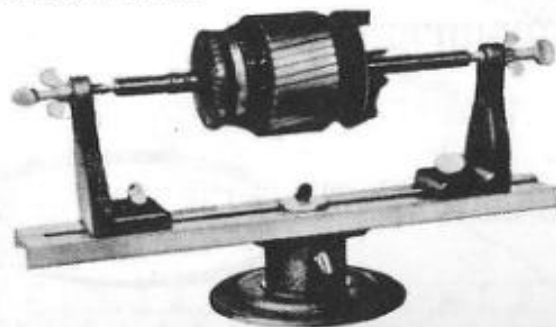


Fig. 3.33 b. — Soporte de inducido (Crown Industrial Products).

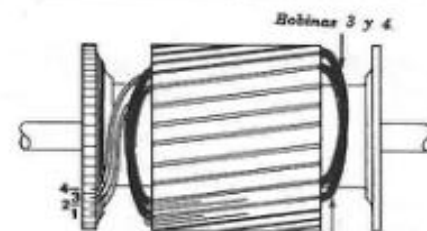


Fig. 3.34. — 3.ª operación. Se introducen los terminales iniciales de las bobinas 3 y 4 en las muescas de las delgas 3 y 4 y se continúa el bobinado, empezando por la ranura libre que sigue inmediatamente a la primera ocupada y conservando siempre el mismo paso.

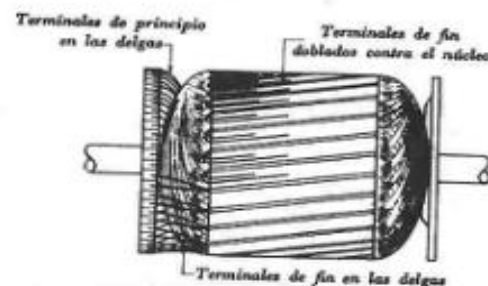


Fig. 3.35. — 4.ª Una vez concluido todo el devanado es preciso conectar los terminales finales de las bobinas a las delgas correspondientes. Si el arrollamiento es imbricado, cada terminal final debe conectarse a la delga contigua a aquella donde está unido el terminal inicial de la misma bobina.

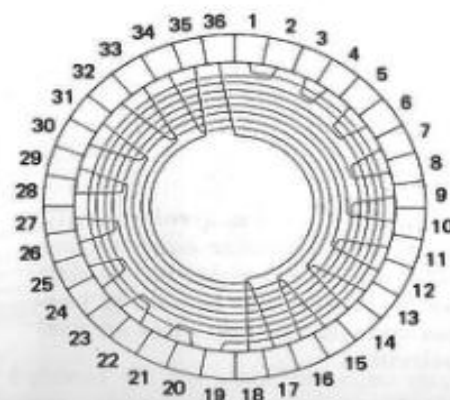


Fig. 3.36. — Conexiones equipotenciales en el colector de un arrollamiento tetrapolar de inducido, con 36 delgas. Paso de la primera conexión, 1 a 19.

Fig. 3.37. — Conexiones equipotenciales en el colector de un arrollamiento hexapolar de inducido, con 36 delgas. Paso de la primera conexión, 1 a 13.

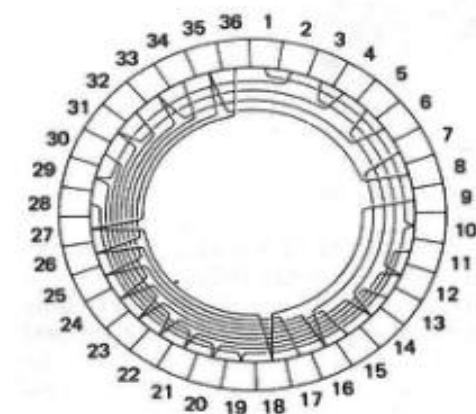
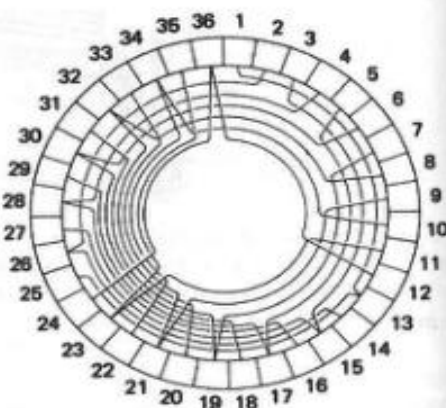


Fig. 3.38. — Conexiones equipotenciales en el colector de un arrollamiento octopolar de inducido, con 36 delgas. Paso de la primera conexión, 1 a 10.

Fig. 3.39. — Un arrollamiento ondulado tetrapolar exige un colector con número impar de delgas. Si este último es par, es preciso conectar dos de ellas en cortocircuito.

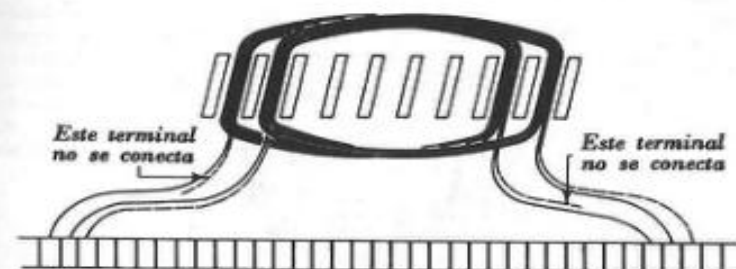
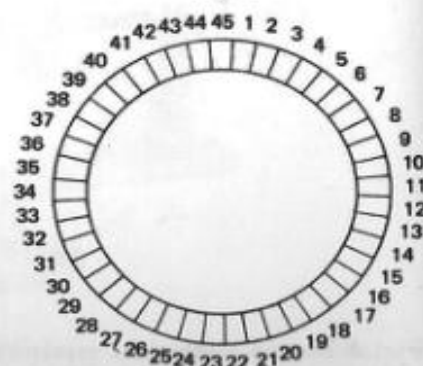


Fig. 3.40. — Arrollamiento ondulado con una bobina muerta. Cuando el número de bobinas excede al de delgas en una unidad existe siempre una bobina que queda sin unir al colector.



Fig. 3.41. — Arrollamiento ondulado con una bobina suplementaria en forma de puente de conexión. Es preciso recurrir a tal solución cuando el número de bobinas es par y el número de delgas lo excede en una unidad.

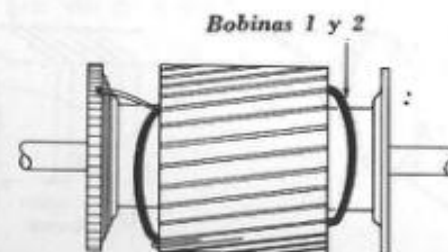


Fig. 3.42. — Las dos primeras bobinas de un arrollamiento ondulado alojadas en sus correspondientes ranuras. Obsérvese que la forma de ejecutar el bobinado es idéntica a la que se emplea para un arrollamiento imbricado, salvo que los terminales iniciales quedan a un lado de las bobinas.

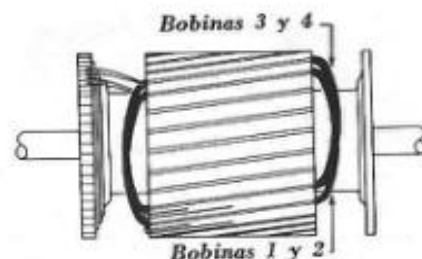


Fig. 3.43. — Las dos bobinas siguientes (3 y 4) se alojan en dos ranuras libres contiguas a las que contienen a las bobinas 1 y 2. Los terminales finales se cortan de longitud diferente y se doblan sobre el núcleo.

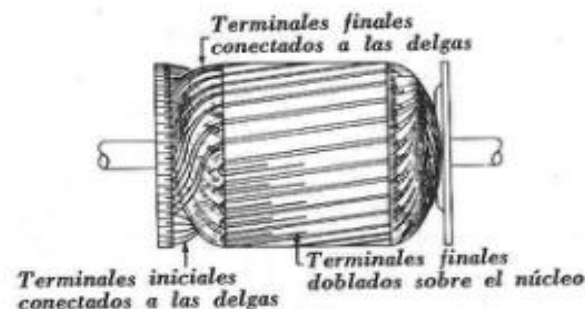


Fig. 3.44. — Manera de conectar los terminales finales a las delgas correspondientes, en un arrollamiento ondulado.

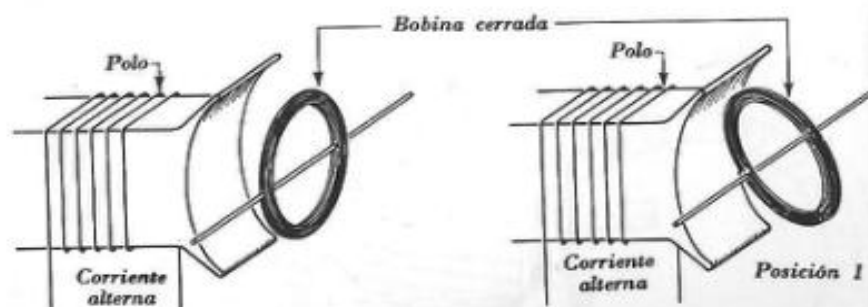


Fig. 3.45. — Una bobina cerrada, susceptible de pivotar alrededor de un eje, permanece inmóvil cuando está situada perpendicularmente a la dirección de un campo magnético alterno. Si se la aparta de esta posición, tenderá a girar en sentido contrario para recuperarla.

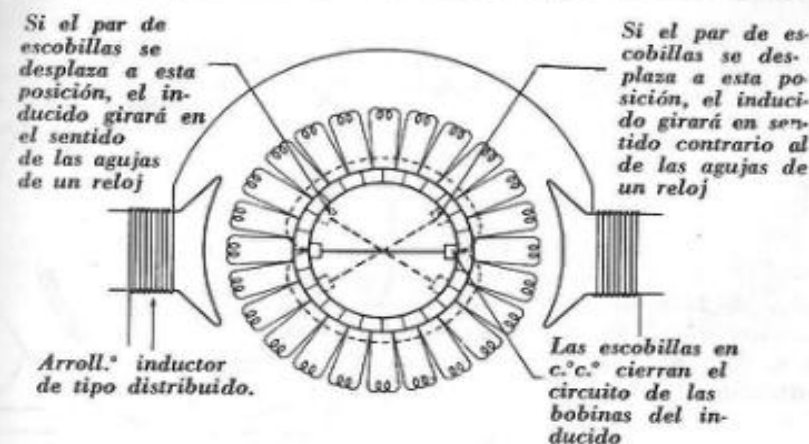


Fig. 3.46. — Las dos escobillas en cortocircuito determinan dos ramas cerradas en el arrollamiento del inducido, equivalentes a dos bobinas. No hay giro del inducido cuando el par de escobillas se halla en posición vertical u horizontal.

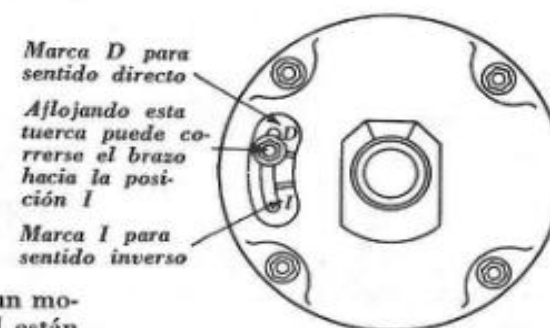


Fig. 3.47. — Escudo de un motor de repulsión en el cual están marcadas las posiciones que debe ocupar el brazo portaescobillas según el sentido de giro deseado.

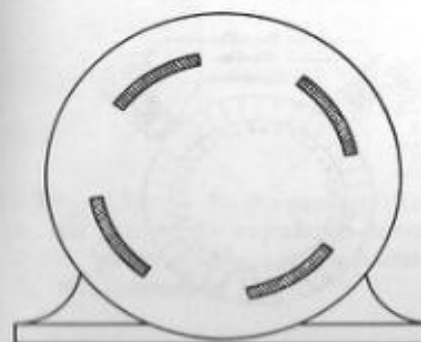


Fig. 3.48. — Carcasa polar con ejes polares inclinados respecto a los ejes de los pares de portaescobillas.

Fig. 3.49. — La misma carcasa polar de la figura 3.48, pero en posición invertida. Ello determina el giro del motor en sentido contrario.

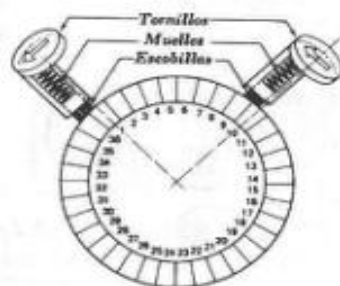
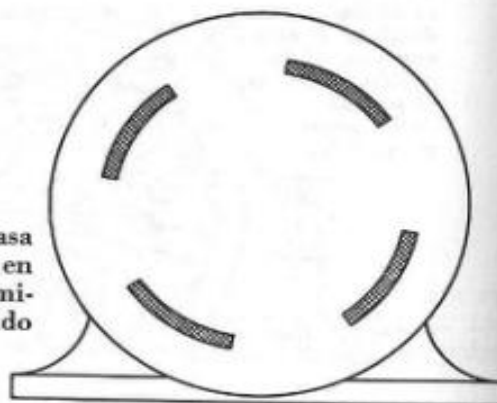


Fig. 3.50. — Par de portaescobillas de cartucho dispuestos sobre el colector de manera que determinen el giro del motor en sentido contrario al de las agujas de un reloj.

Fig. 3.51. — Par de portaescobillas de cartucho dispuestos sobre el colector de manera que determinen el giro del motor en el sentido de las agujas de un reloj.

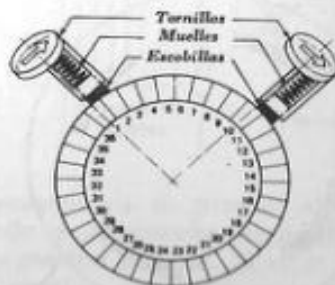


Fig. 3.52. — Par de escobillas con sección en forma de cuña, previstas para un colector radial.

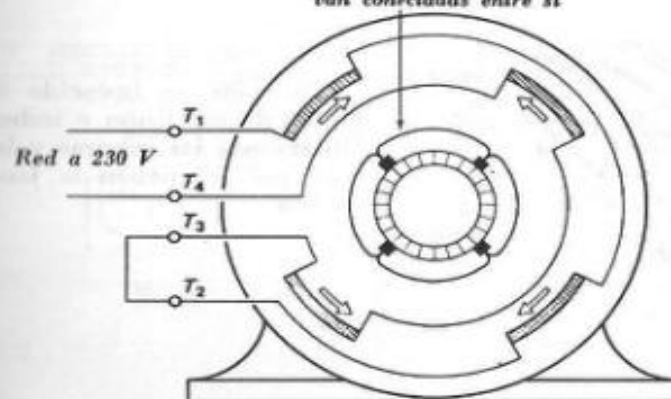
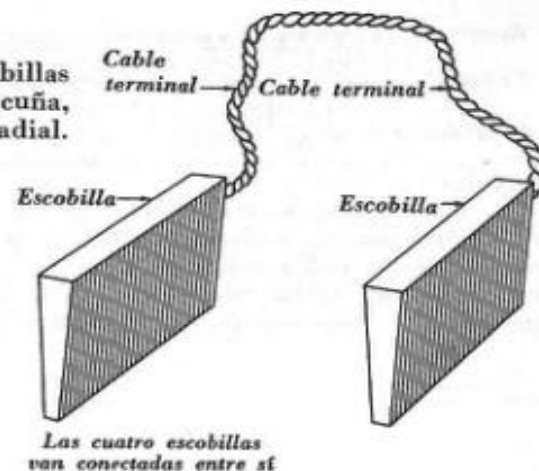


Fig. 3.53. — Esquema circular de un motor de repulsión tetrapolar. Obsérvese que el arrollamiento estatórico puede conexiarse para dos tensiones de servicio. El colector lleva cuatro escobillas. Si el arrollamiento inducido es ondulado o el colector está provisto de conexiones equipotenciales basta emplear dos escobillas contiguas.

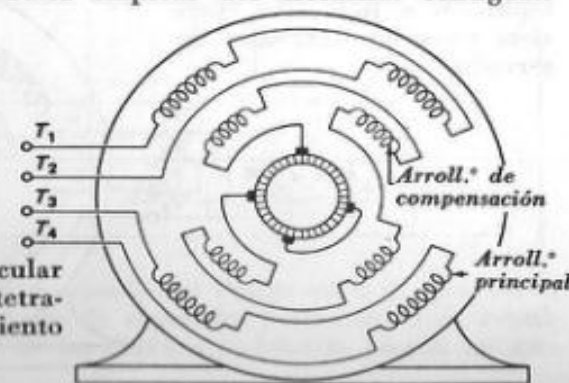


Fig. 3.54. — Esquema circular de un motor de repulsión tetrapolar provisto de arrollamiento de compensación.



Fig. 3.55. — Diagrama de pasos de un motor de repulsión hexapolar provisto de arrollamiento de compensación. Obsérvese la disposición de las bobinas del arrollamiento de compensación con respecto a las del arrollamiento principal. Por regla general, el arrollamiento de compensación es el primero que se aloja en las ranuras.

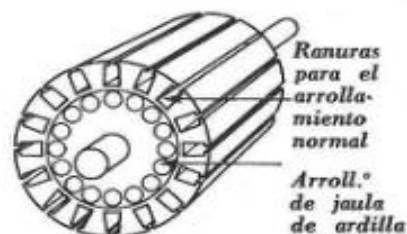


Fig. 3.56. — Inducido de un motor de repulsión e inducción. Obsérvese las ranuras y las barras que componen la jaula de ardilla.

Fig. 3.57. — Esquema circular típico de un motor de repulsión e inducción, provisto para dos tensiones de servicio.

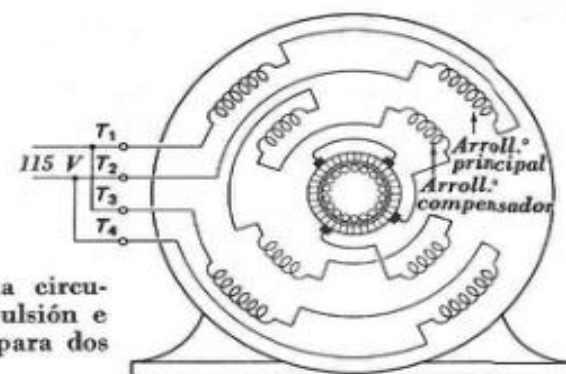
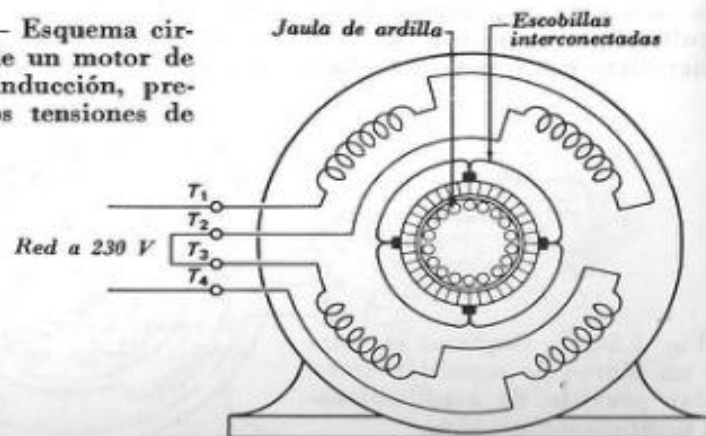


Fig. 3.58. — Esquema circular de un motor de repulsión e inducción compensado, para dos tensiones de servicio.

REFERIBLE POR DESPLAZAMIENTO DE LAS ESCOBILLAS	UNA SOLA TENSION DE SERVICIO REVERSIBLE ELECTRICAMENTE		
Una sola tensión de servicio			
L1 con T1 L2 con T4	L1	L2	Dir.
	Giro antihorario	T1	T5 T4, T8
	Giro horario	T1	T8 T4, T5
Doble tensión de servicio			
	L1	L2	Dir.
Tensión mayor	T1	T4	T2, T3
Tensión menor	T1, T3	T2, T4	...
	L1	L2	Dir.
Giro antihorario	T1	T5	T1
Giro horario	T1	T8	T1

Fig. 3.59. — Esquema de conexiones con designación de terminales de arrollamientos, para motores de repulsión permanente, de repulsión sólo en el arranque y de repulsión e inducción (según normas MG 1-2.52 de la NEMA).

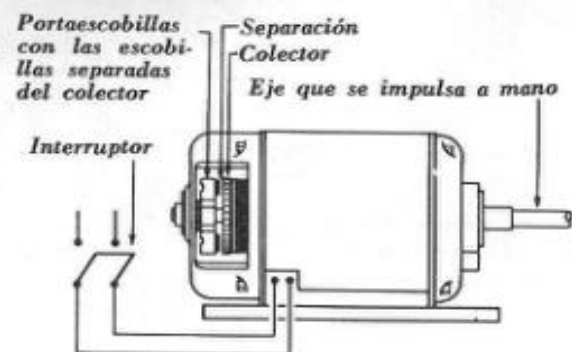


Fig. 3.60. — Detección de un posible cortocircuito en el inducido de un motor de repulsión. Levántense las escobillas del colector, ciérrase el interruptor y hágase girar el inducido con la mano. Si éste gira sin dificultad, no existe en él cortocircuito alguno.

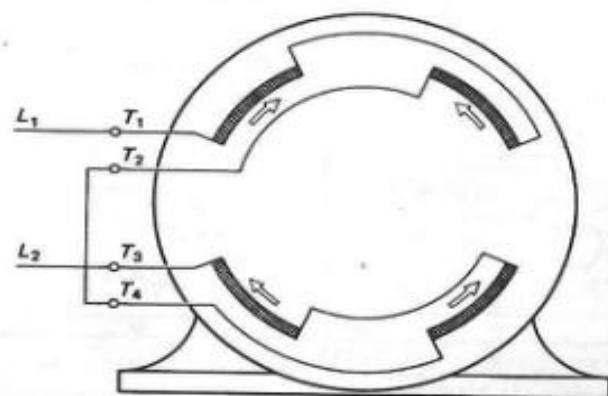


Fig. 3.61. — Conexión errónea de los terminales estáticos en un motor previsto para funcionar a 230 V. En dos pares de polos consecutivos circula entonces la corriente en el mismo sentido. El motor zumba, pero no arranca. La anomalía se elimina conextando T_2 con T_3 y T_4 con L_2 .

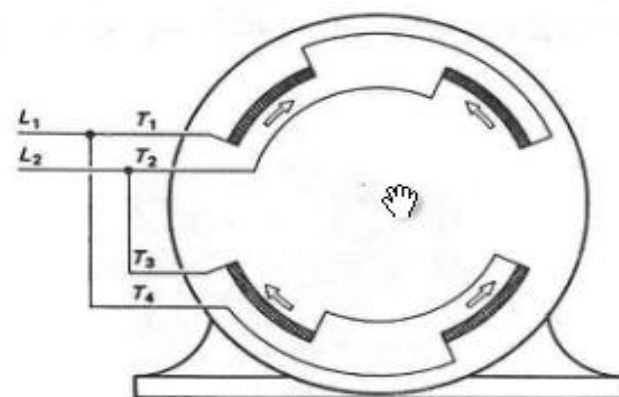


Fig. 3.62. — Conexión errónea de los terminales del mismo motor de la figura 3.61, previsto ahora para funcionar a 115 V. Igual que antes, dos pares de polos consecutivos tienen la misma polaridad. Se remedia el error conectando T_1 y T_3 a L_1 , T_2 y T_4 a L_2 .

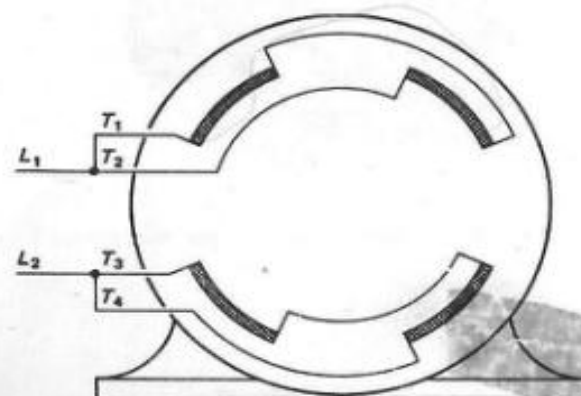


Fig. 3.63. — Otro error de conexión muy frecuente. Obsérvese la completa interrupción del arrollamiento estático. En tales condiciones el motor no funciona, y ni siquiera zumba.

Motores polifásicos de inducción



Fig. 4.1. — Motor trifásico de inducción (*Wagner Electric Company*).



Fig. 4.2. — Estator de un motor trifásico (*Wagner Electric Company*).

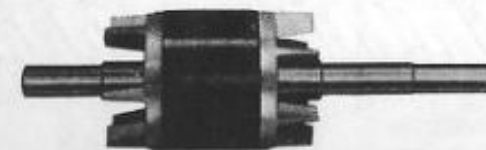


Fig. 4.3. — Rotor de jaula de ardilla, de un motor trifásico (*Wagner Electric Company*).



Fig. 4.4. — Rotor bobinado y escudo de cojinete de un motor trifásico (Wagner Electric Company).

Fig. 4.5 — Esquema de las bobinas estatísticas de un motor trifásico, conectadas de modo que formen tres arrollamientos independientes o fases.

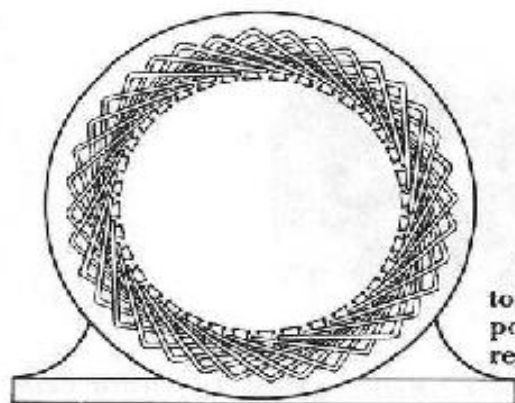
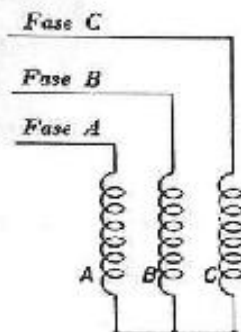


Fig. 4.6. — Estator de un motor trifásico que muestra la disposición de las bobinas en sus respectivas ranuras.

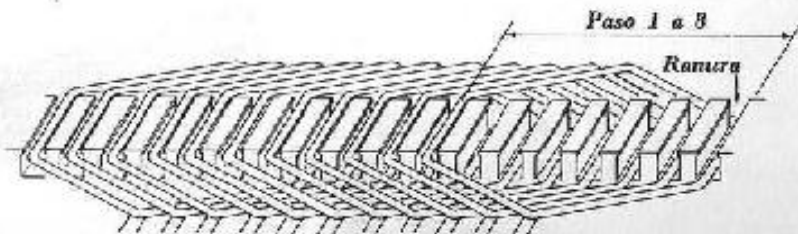


Fig. 4.7. — Parte de un arrollamiento estatórico trifásico tal como aparecería si las ranuras se desarrollaran sobre un plano. Las bobinas están confeccionadas individualmente.

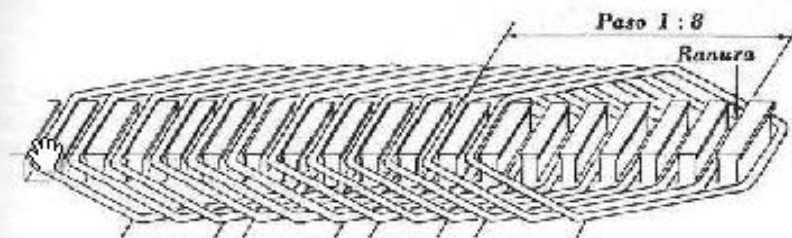


Fig. 4.8. — Parte de un arrollamiento estatórico trifásico desarrollado sobre un plano. Las bobinas están confeccionadas por grupos.

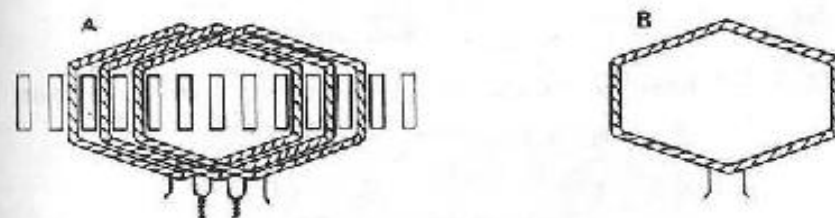


Fig. 4.9. — A) Esquema desarrollado de un grupo de tres bobinas individuales conectadas en serie y alojadas en sus respectivas ranuras; B) esquema de una de tales bobinas individuales, retirada del estator para utilizarla como modelo de las demás.



Fig. 4.10. — Tipos de ranuras estatísticas propias de los motores trifásicos: A) ranuras abiertas; B) ranuras semicerradas.

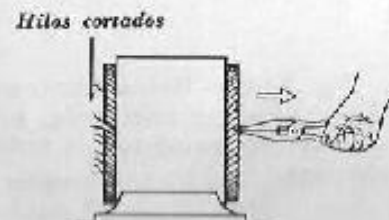


Fig. 4.11 a. — Extracción de un arrollamiento estatórico cortando cada bobina por un lado del estator y tirando desde el otro con auxilio de unos alicates.

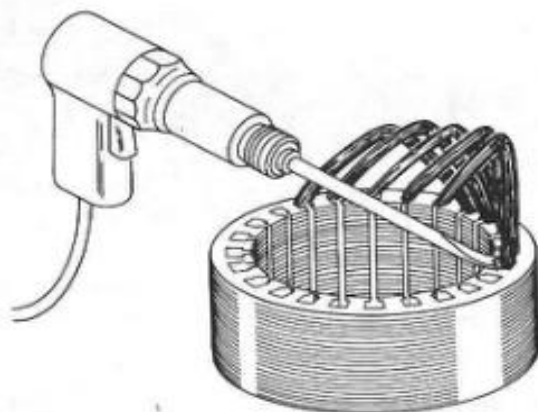


Fig. 4.11 b. — Escoplo neumático para cortar cabezas de bobina.

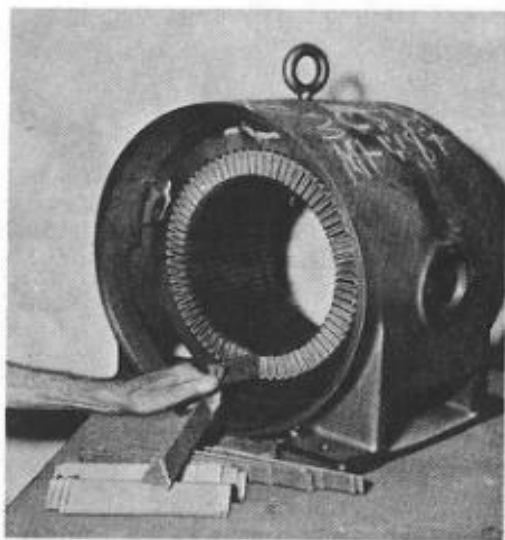


Fig. 4.12. — Estator con las ranuras provistas de aislamiento con los bordes doblados (Wagner Electric Company).



Fig. 4.13. — Bobina hexagonal completamente encintada, usada en estatores provistos de ranuras abiertas.



Fig. 4.14. — Bobina hexagonal parcialmente encintada, usada en estatores provistos de ranuras semicerradas.

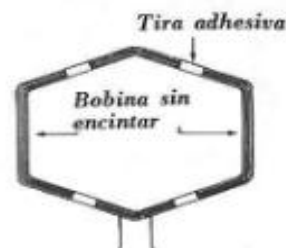


Fig. 4.15. — Bobina hexagonal sin encintar, usada en estatores provistos de ranuras semicerradas.



Fig. 4.16. — Las bobinas de motores pequeños pueden confeccionarse inicialmente de forma rectangular y transformarse después en hexagonales tirando por el centro de los dos lados mayores.

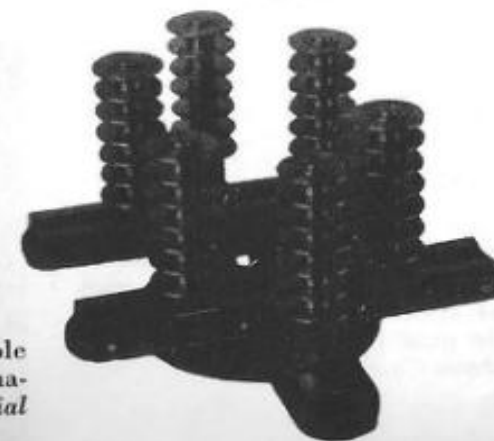


Fig. 4.17. — Forma ajustable para devanar bobinas hexagonales pequeñas (Croen Industrial Products Co.).

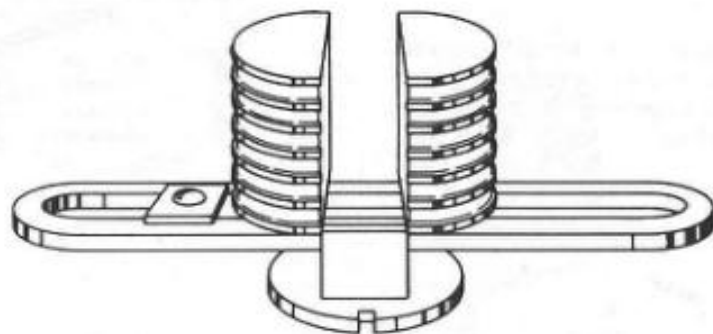


Fig. 4.18. — Horma ajustable para la confección de bobinas con cabezas redondeadas.

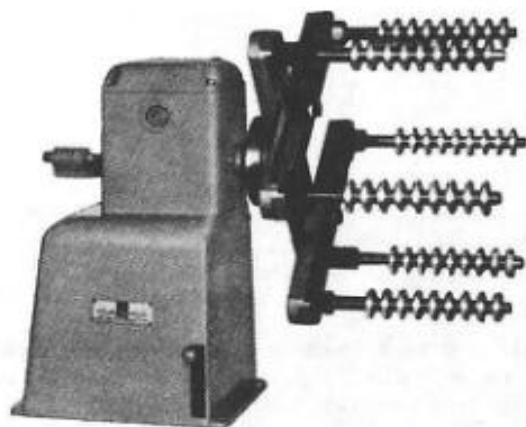


Fig. 4.19. — Horma ajustable montada sobre una devanadora de banco (Crown Industrial Products Co.).

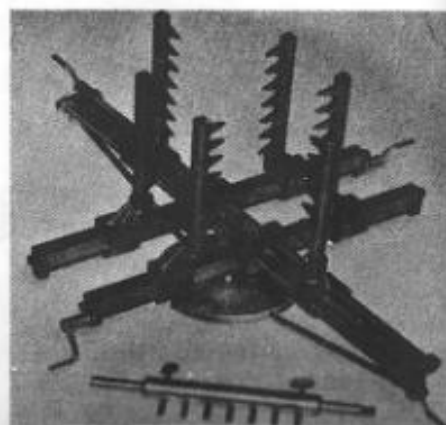


Fig. 4.20. — Horma provista de cuatro manivelas solidarias para el ajuste simétrico de los brazos de guía (Crown Industrial Products Co.).

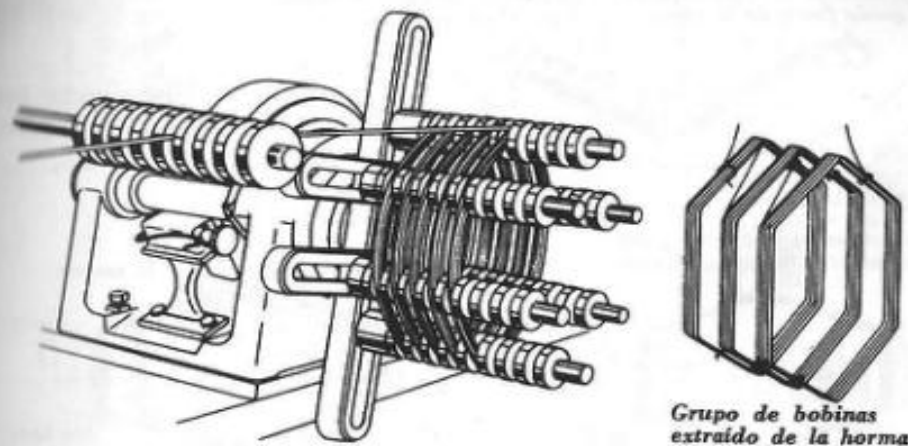


Fig. 4.21. — Manera de ejecutar bobinas por grupos.



Fig. 4.22. — Manera de encintar una bobina prevista para alojar en ranuras abiertas.

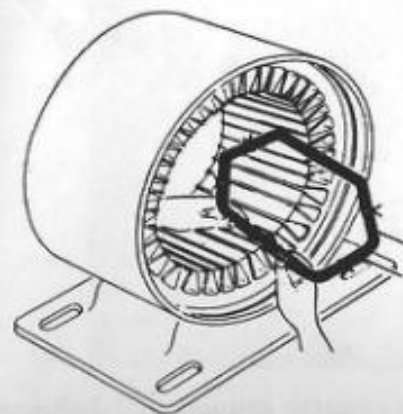


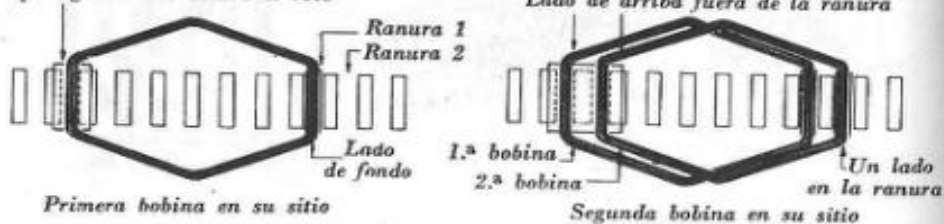
Fig. 4.23. — Las espiras de un lado de bobina se separan un poco para poderlas ir alojando sucesivamente en la ranura.

El lado de la capa superior queda fuera de la ranura El lado de la capa de fondo se aloja en la ranura



Fig. 4.24. — Disposición inicial de las bobinas en el estator.

Aislante sobre la ranura para proteger el hilo contra el roce



Primera bobina en su sitio

Fig. 4.25. — Manera de alojar el primer lado de cada bobina en ranuras sucesivas.

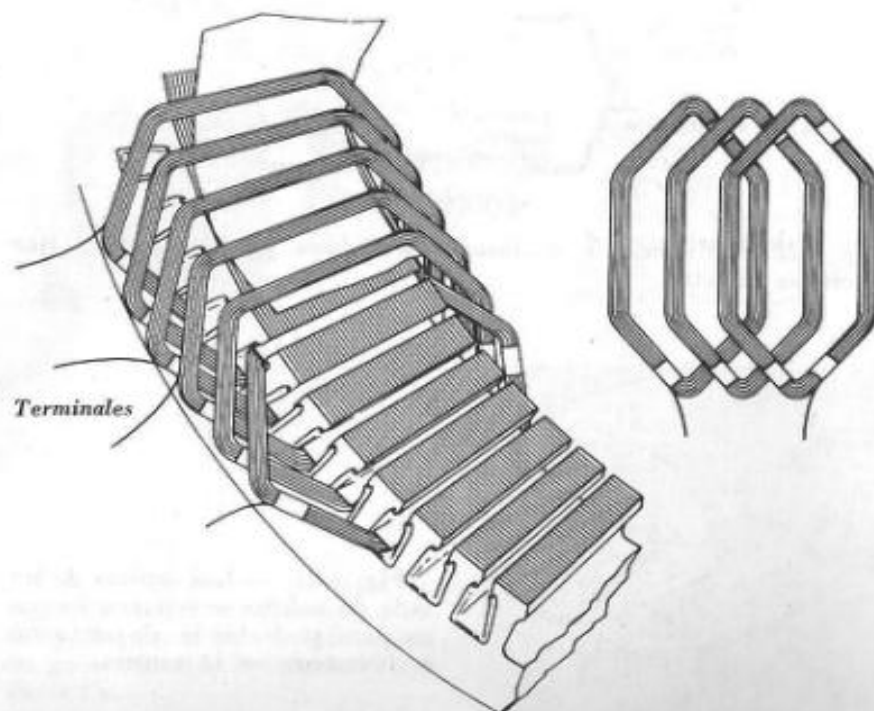
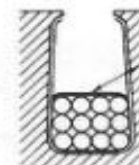


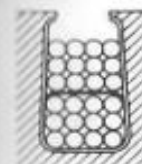
Fig. 4.26. — Manera de alojar en las ranuras grupos de 3 bobinas.



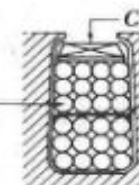
1. Se aloja un lado de bobina en el fondo de la ranura



2. Se coloca una tira aislante sobre el lado inferior de bobina



3. Se introduce el lado superior de bobina



4. Se cierra la ranura con una cuña

Fig. 4.27. — Manera de alojar en una ranura los lados de dos bobinas, interponiendo el aislamiento necesario entre los mismos.

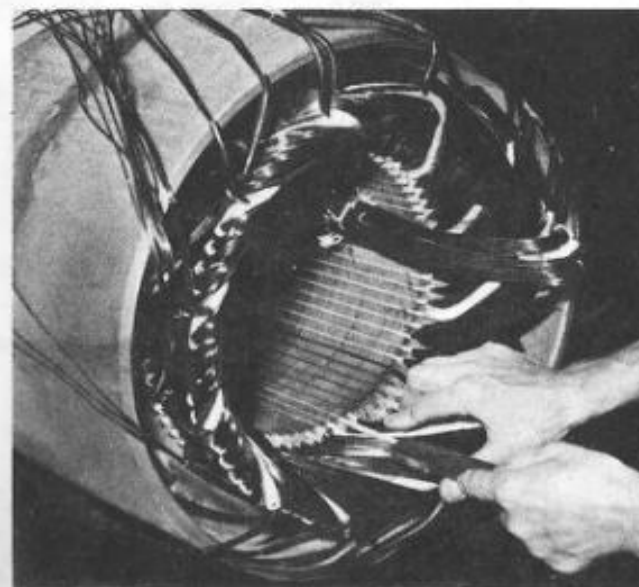


Fig. 4.28. — Estator trifásico durante la colocación de las bobinas y del aislamiento entre grupos (Wagner Electric Company).

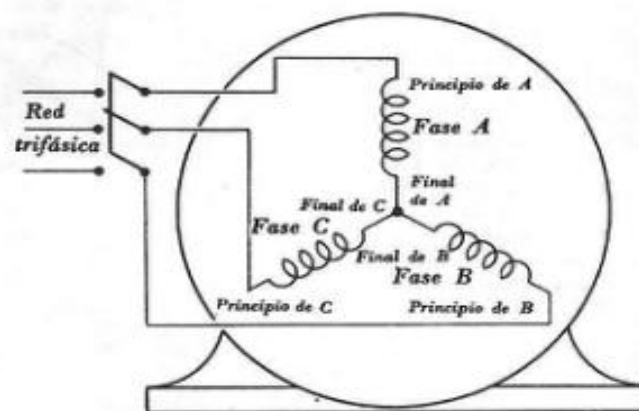


Fig. 4.29. — Esquema de la conexión en estrella.

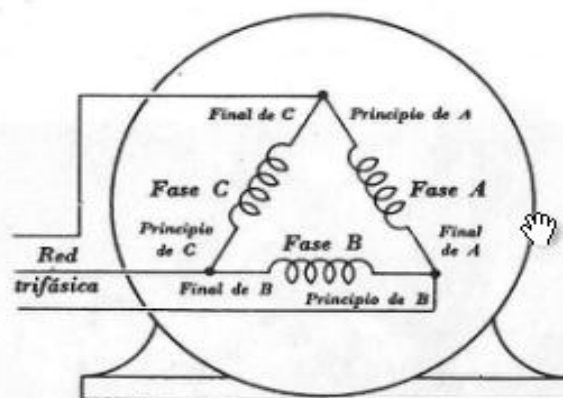


Fig. 4.30. — Esquema de la conexión en triángulo.



Fig. 4.31. — Distribución de las bobinas entre los cuatro polos de un motor trifásico con 36 bobinas estáticas.

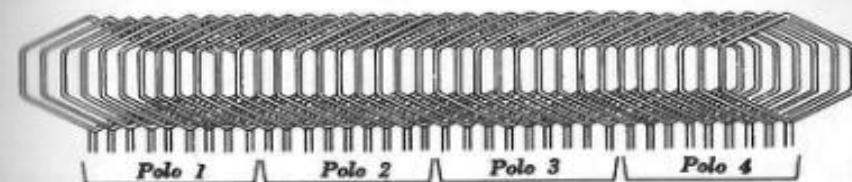


Fig. 4.32. — Aspecto verdadero de las bobinas en el esquema de la figura 4.31.



Fig. 4.33. — Esquema simplificado de las bobinas estáticas de un motor trifásico tetrapolar con 9 bobinas por polo.

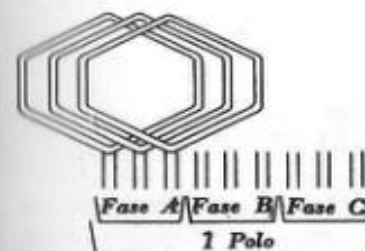


Fig. 4.34. — Subdivisión de los polos del motor de la figura 4.31 en 3 grupos, uno por fase. Cada grupo comprende 3 bobinas.

Uno de los grupos de un motor tetrapolar de 36 bobinas

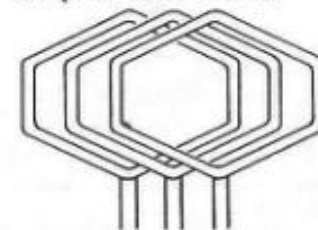
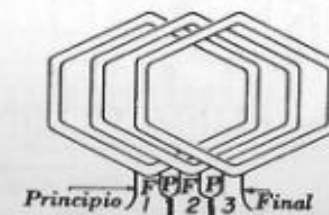


Fig. 4.35. — Conexión de las bobinas de cada grupo en el motor de la figura 4.31.



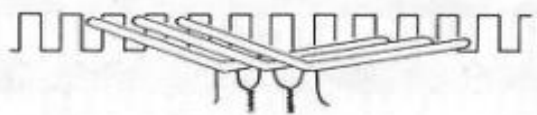


Fig. 4.36 a. — Vista frontal de la conexión entre bobinas mostrada en la figura 4.35.



Fig. 4.36 b. — Tres bobinas ejecutadas en grupo. Las bobinas quedan conectadas automáticamente entre sí durante el proceso de devanado.

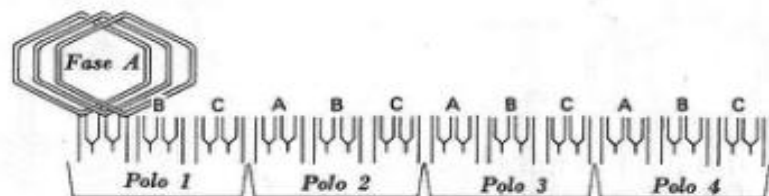


Fig. 4.37. — Bobinas del motor trifásico de la figura 4.31 conectadas formando 12 grupos iguales. Cada grupo se compone de 3 bobinas. Obsérvese que los cuatro polos son también iguales.



Fig. 4.38. — Conexión de los grupos que componen la fase A.

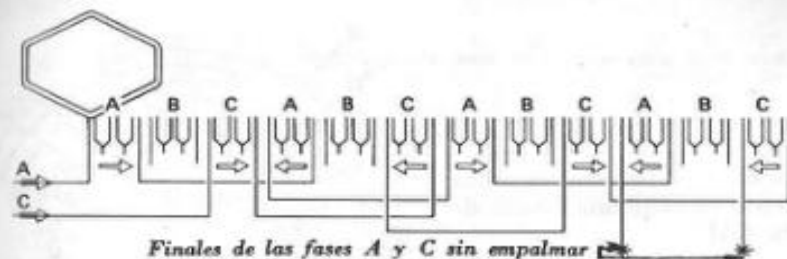


Fig. 4.39. — Los grupos de la fase C se conectan igual que los de la fase A y antes que los de la fase B.

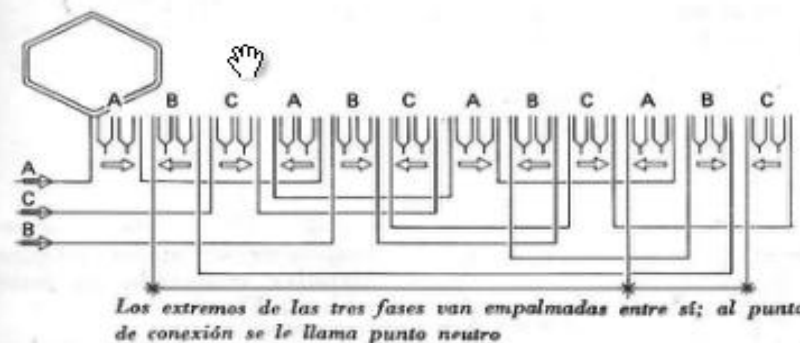


Fig. 4.40. — Conexión de los grupos de la fase B, idéntica a las anteriores, pero empezando por el segundo y terminando por el primero (conexión de grupo «saltado»). La corriente que circula por la fase B es de sentido opuesto a las que circulan por las fases A y C, como indican las flechas.

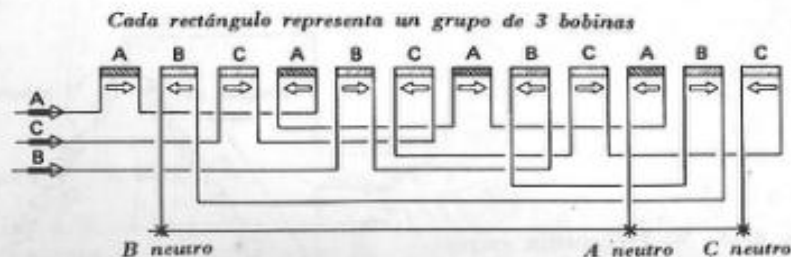


Fig. 4.41. — Esquema lineal idéntico al de la figura 4.40, en el que cada grupo de bobinas está substituido por un pequeño rectángulo, con objeto de simplificar.

Fig. 4.42. — Esquema circular equivalente al esquema lineal de la figura 4.41.

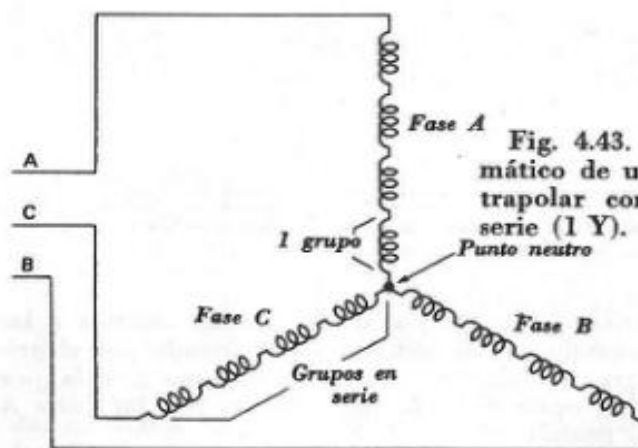
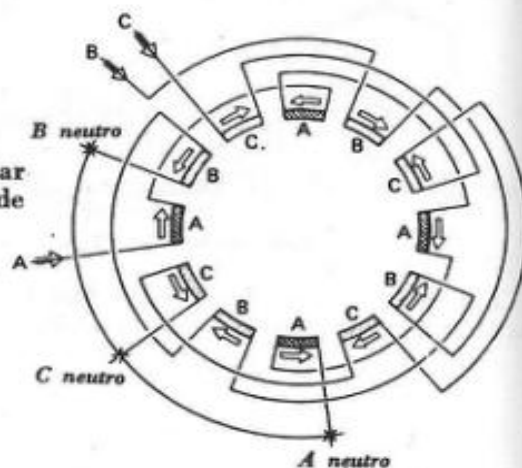


Fig. 4.43. — Diagrama esquemático de un motor trifásico tetrapolar conectado en estrella/serie (1 Y).

Fig. 4.44. — Diagrama esquemático de un motor trifásico tetrapolar conectado en triángulo/serie (1 Δ).

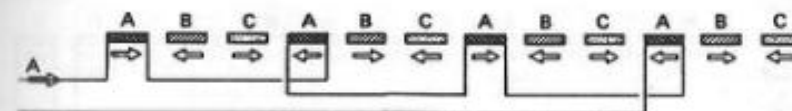
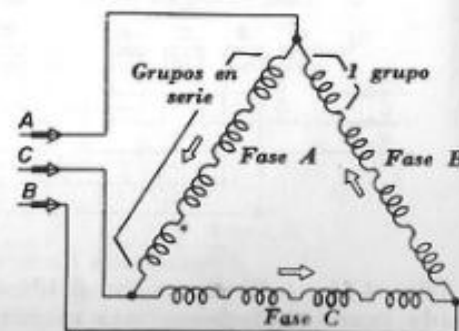


Fig. 4.45. — Conexión de los cuatro grupos que componen la fase A.

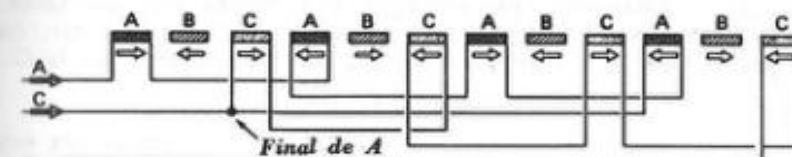


Fig. 4.46. — Conexión de los cuatro grupos que componen la fase C. El final de la fase A, ya terminada anteriormente, se une al principio de la fase C.

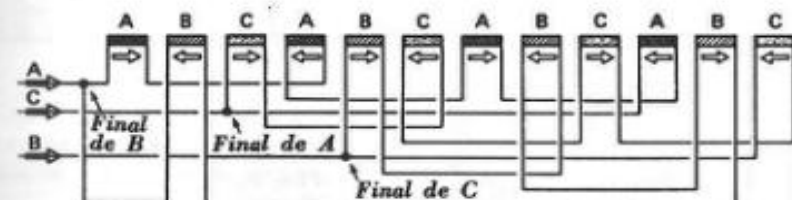


Fig. 4.47. — Esquema lineal completo del motor cuyo diagrama esquemático se ha reproducido en la figura 4.44. Obsérvese cómo el final de la fase A está conectado al principio de la fase C, el final de la fase C al principio de la fase B y el final de la fase B al principio de la fase A constituyendo un circuito cerrado.

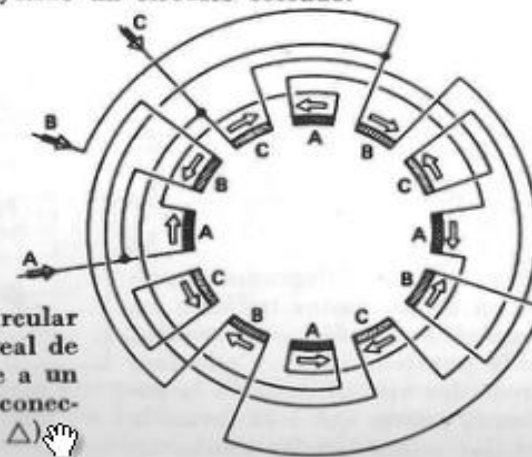


Fig. 4.48. — Esquema circular equivalente al esquema lineal de la figura 4.47. Corresponde a un motor trifásico tetrapolar conectado en triángulo/serie (1 Δ).

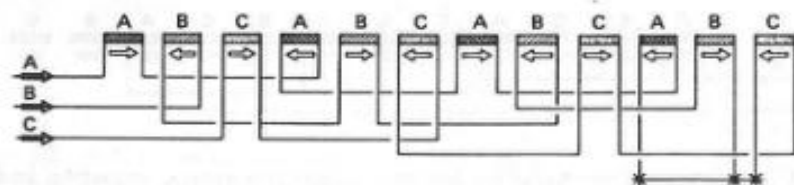


Fig. 4.49. — Esquema equivalente al de la figura 4.41. Las fases han sido ejecutadas por el método de grupos sucesivos, es decir, empezando por la fase A, continuando con la B y terminando por la C.

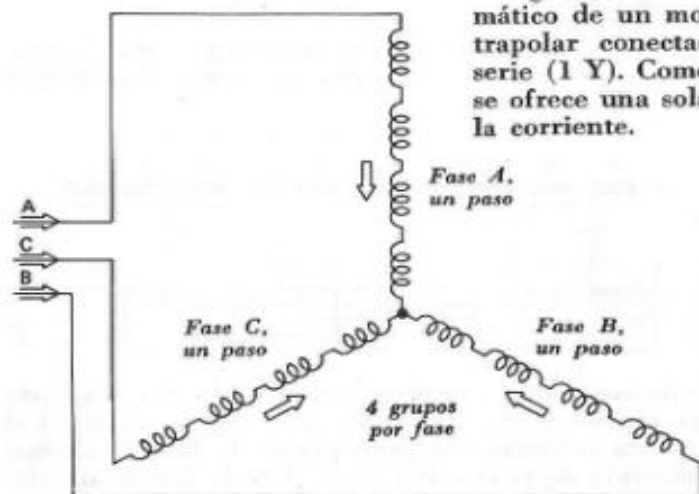


Fig. 4.50. — Diagrama esquemático de un motor trifásico tetrapolar conectado en estrella/serie (1 Y). Como se ve, cada fase ofrece una sola vía al paso de la corriente.

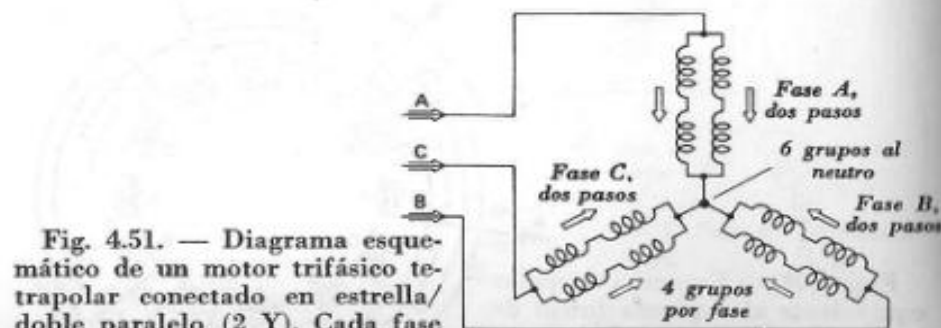


Fig. 4.51. — Diagrama esquemático de un motor trifásico tetrapolar conectado en estrella/doble paralelo (2 Y). Cada fase ofrece dos vías al paso de la corriente, puesto que está formada por dos ramas iguales unidas en paralelo.



Fig. 4.52. — Conexión en doble paralelo de los cuatro grupos de la fase A. Los dos terminales libres irán conectados al punto neutro.

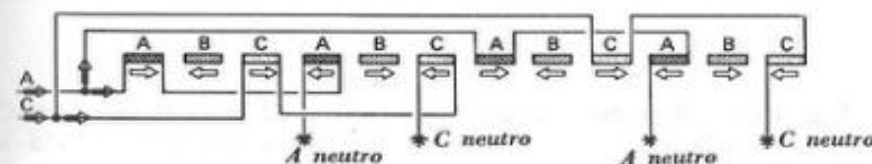


Fig. 4.53. — Conexión en doble paralelo de los cuatro grupos de las fases A y C. Ahora son cuatro los terminales libres pendientes de su unión al punto neutro.

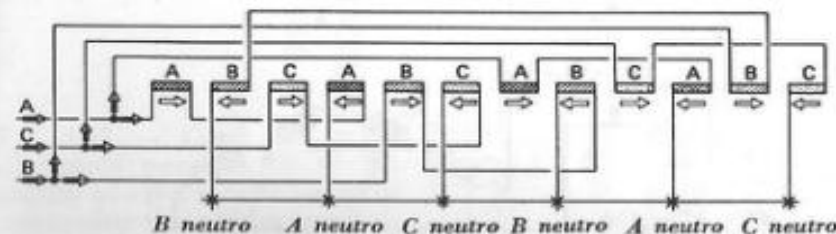


Fig. 4.54. — Esquema lineal completo del motor cuyo diagrama esquemático se ha representado en la figura 4.51. Los seis terminales libres están ahora conectados conjuntamente y forman el punto neutro.

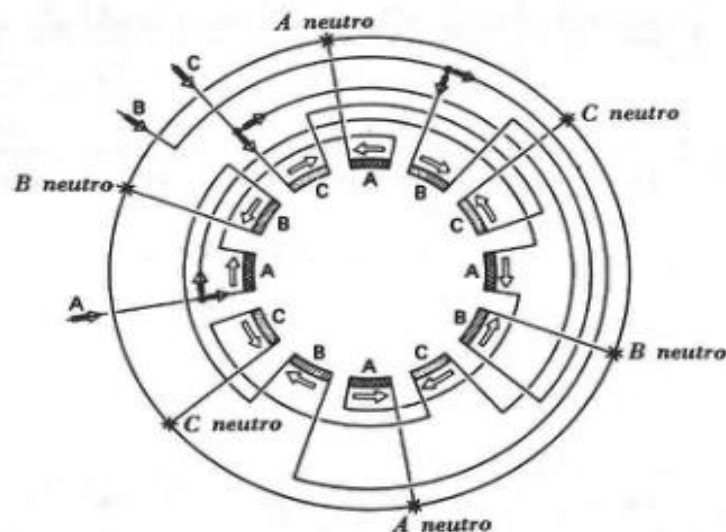


Fig. 4.55. — Esquema circular equivalente al de la figura 4.54. Corresponde a un motor trifásico tetrapolar conectado en estrella/doble paralelo (2 Y).

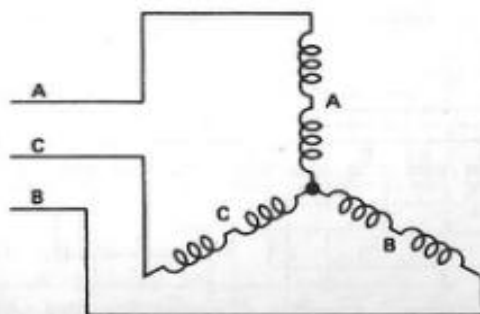


Fig. 4.56. — Diagrama esquemático de un motor trifásico bipolar estrella/serie (1 Y). La conexión es estrella/serie porque a cada línea de alimentación va unido un solo grupo.

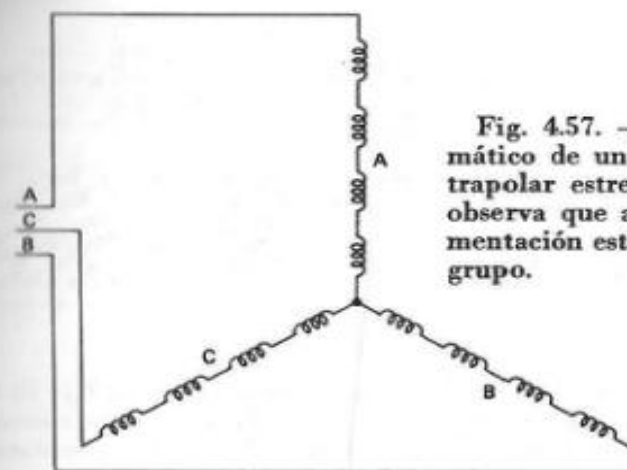


Fig. 4.57. — Diagrama esquemático de un motor trifásico tetrapolar estrella/serie (1 Y). Se observa que a cada línea de alimentación está conectado un solo grupo.

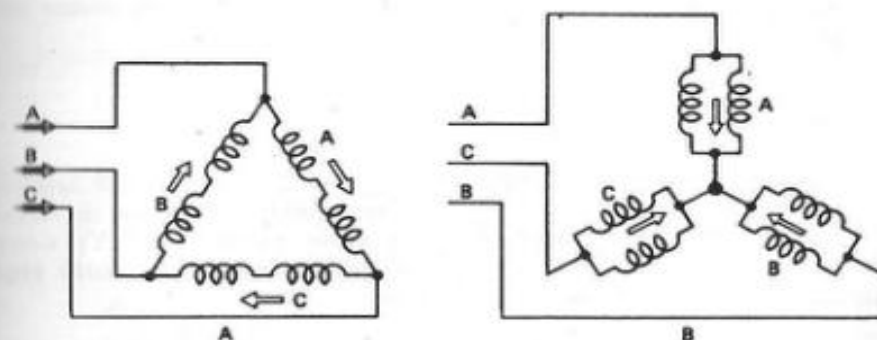


Fig. 4.58. — Tanto la conexión en triángulo/serie (izquierda) como la conexión en estrella/doble paralelo (derecha) tienen la particularidad de presentar dos grupos de bobinas unidos a cada línea de alimentación, pero la segunda se distingue de la primera porque los seis grupos tienen un extremo común.

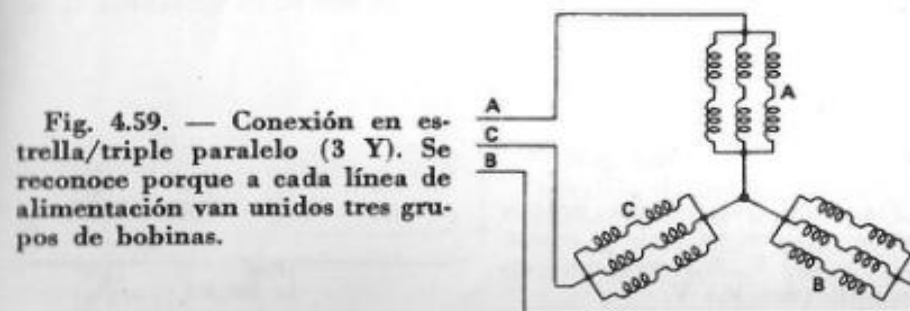


Fig. 4.59. — Conexión en estrella/triple paralelo (3 Y). Se reconoce porque a cada línea de alimentación van unidos tres grupos de bobinas.

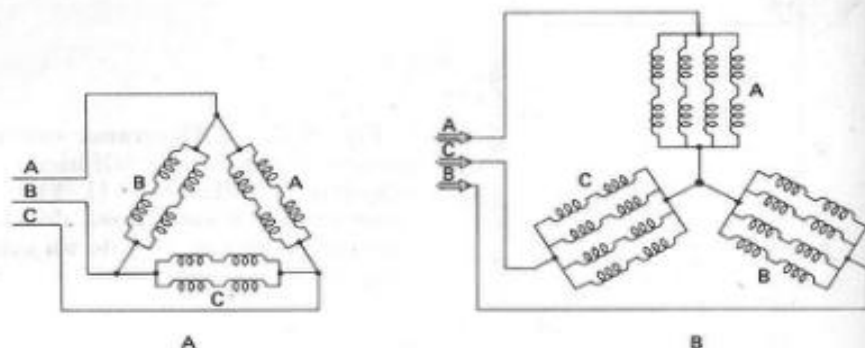


Fig. 4.60. — A) Conexión en triángulo/doble paralelo (2Δ); B) Conexión en estrella/cuádruple paralelo ($4 Y$). En una y otra conexión hay cuatro grupos de bobinas unidos a cada línea de alimentación, pero la segunda se reconoce por tener un punto común al que están conectados los extremos de doce grupos. Obsérvese que el diagrama A corresponde a un motor tetrapolar y el diagrama B a un motor octopolar.

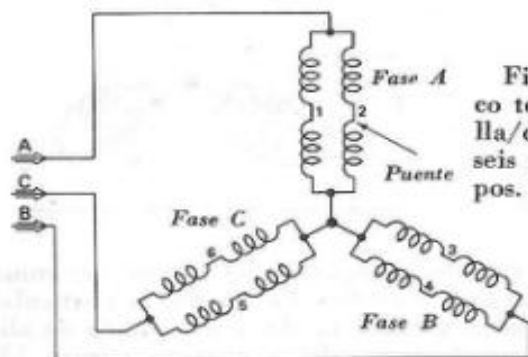


Fig. 4.61. — Un motor trifásico tetrapolar conectado en estrella/doble paralelo ($2 Y$) tiene seis puentes de unión entre grupos.

Fig. 4.62. — Cuatro grupos iguales unidos en serie y conectados a 460 V. A cada grupo están aplicados 115 V.

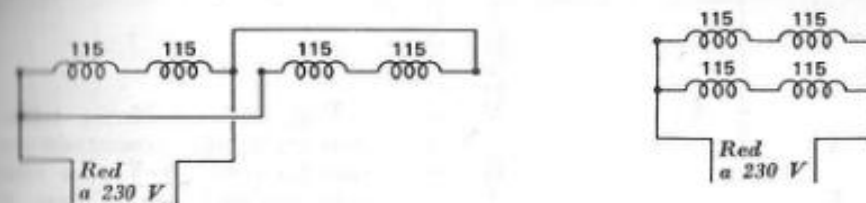
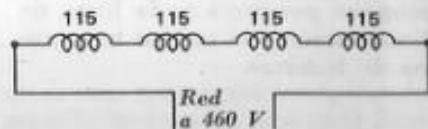


Fig. 4.63. — Los cuatro grupos de la figura 4.62 unidos en doble paralelo y conectados a 230 V. La tensión en cada grupo sigue siendo de 115 V.

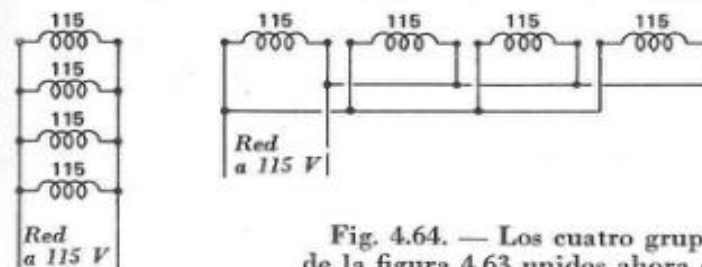


Fig. 4.64. — Los cuatro grupos de la figura 4.63 unidos ahora en cuádruple paralelo y conectados a 115 V. Cada grupo trabaja a 115 V.

Fig. 4.65. — Conexión en serie de los dos semiarrollamientos de un motor monofásico tetrapolar. La tensión de alimentación es de 460 V.

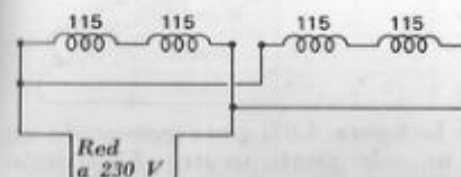
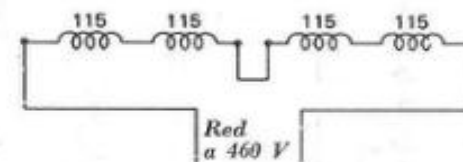


Fig. 4.66. — Conexión en paralelo de los dos semiarrollamientos del motor de la figura 4.65. La tensión de alimentación es ahora de 230 V.

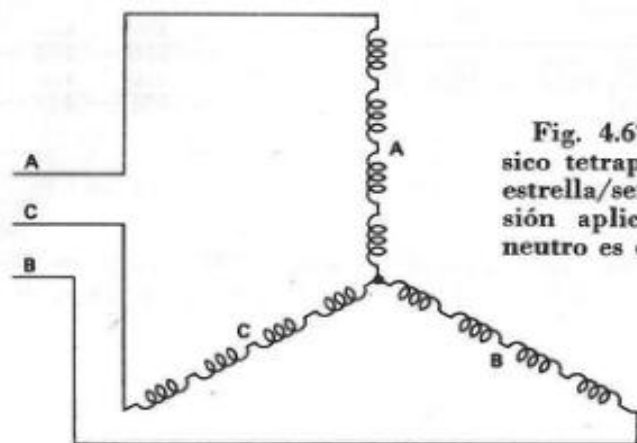


Fig. 4.67. — Motor trifásico tetrapolar conectado en estrella/serie (1 Y). La tensión aplicada entre fase y neutro es de 460 V.

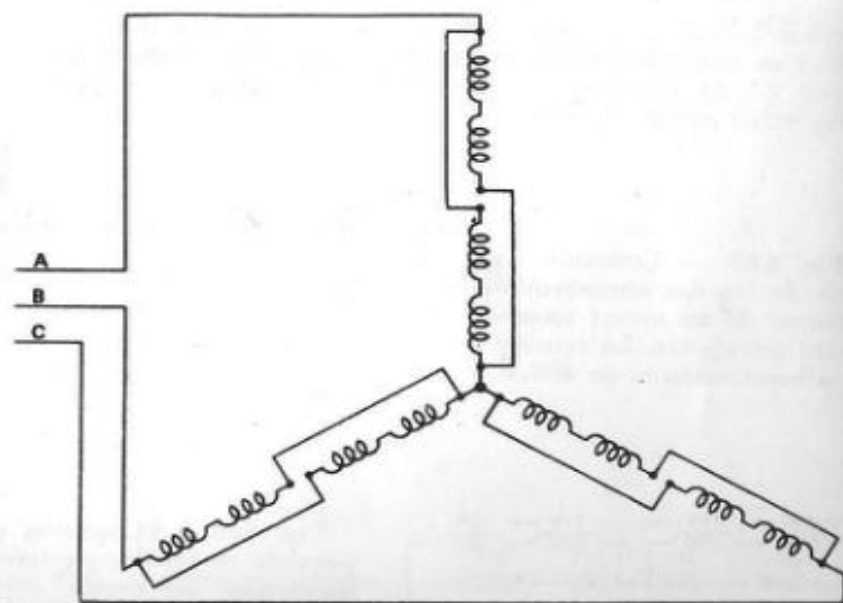


Fig. 4.68. — El mismo motor de la figura 4.67, pero conectado en estrella/doble paralelo (2 Y) con un solo punto neutro. La tensión aplicada entre fase y neutro es de 230 V.

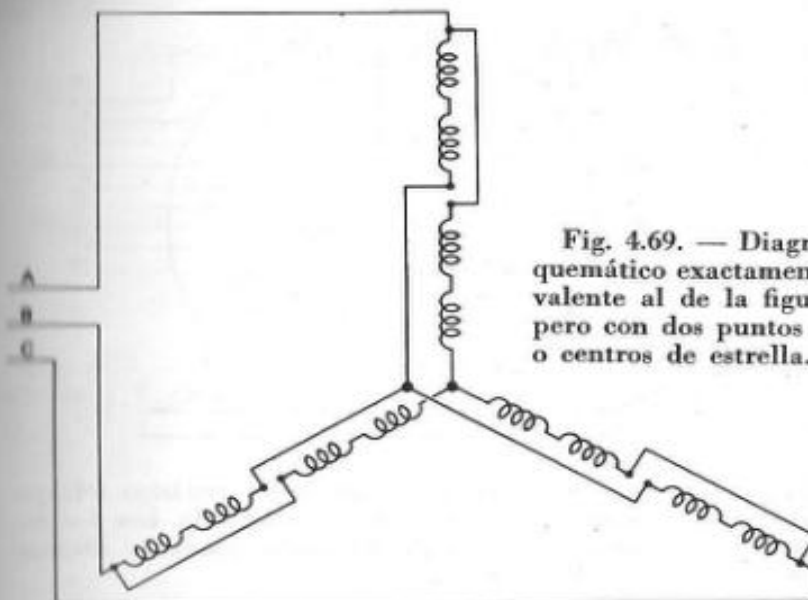
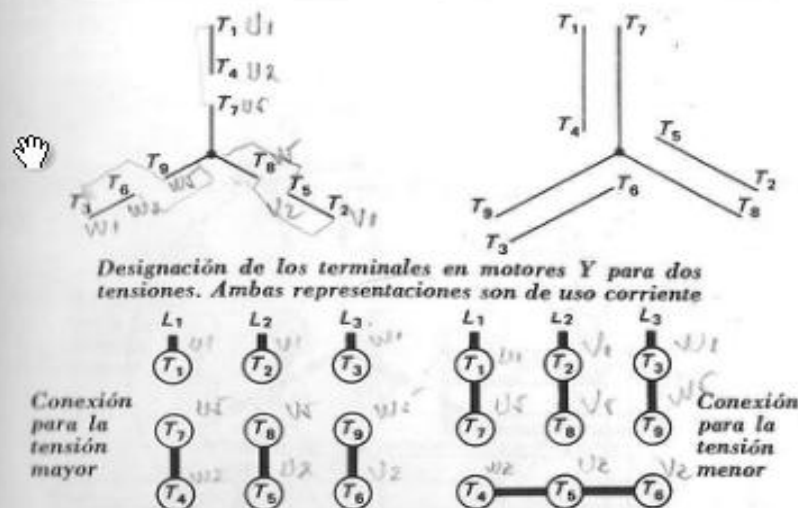


Fig. 4.69. — Diagrama esquemático exactamente equivalente al de la figura 4.68, pero con dos puntos neutros o centros de estrella.



Tensión	L ₁	L ₂	L ₃	Únanse		
Menor	T ₁ T ₇	T ₂ T ₈	T ₃ T ₉	T ₄ T ₅ T ₆		
Mayor	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄ T ₇	T ₅ T ₈	T ₆ T ₉

Cuadro de conexiones

Fig. 4.70. — Designación y conexión de terminales en motores Y para doble tensión de servicio.

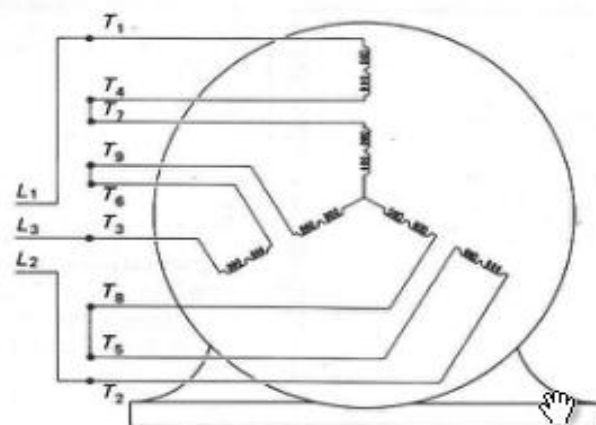


Fig. 4.71. — Diagrama esquemático de un motor trifásico tetrapolar para doble tensión de servicio, conectado en estrella. Las dos mitades de cada fase están unidas en serie. El motor queda así dispuesto para trabajar a la tensión mayor.

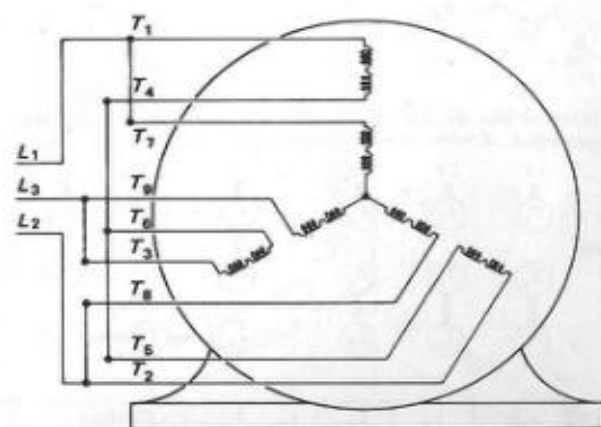


Fig. 4.72. — Diagrama esquemático del mismo motor representado en la figura 4.71. Las dos mitades de cada fase están ahora unidas en paralelo, para que el motor pueda funcionar a la tensión menor. Obsérvese que la conexión conjunta de T_4 , T_5 y T_6 forma un segundo centro de estrella exterior.

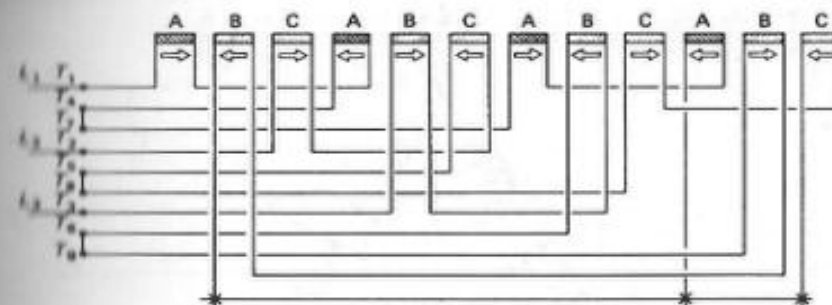
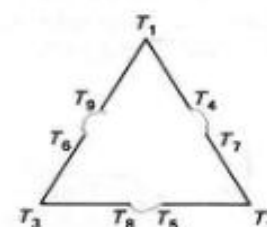
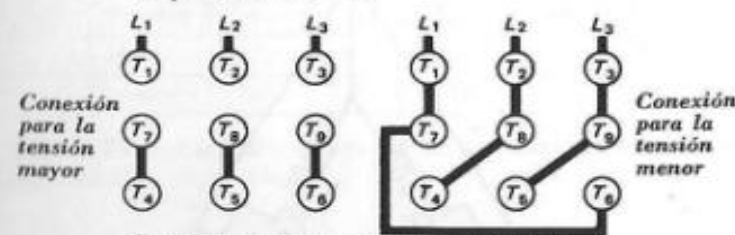


Fig. 4.73. — Esquema lineal del motor trifásico tetrapolar conectado en Y, cuyo diagrama esquemático reproduce la figura 4.71.



Designación de terminales en motores Δ para dos tensiones



Conexión de los terminales en motores Δ para dos tensiones

Tensión	L ₁	L ₂	L ₃	Únanse		
Menor	T ₁ T ₆ T ₇	T ₂ T ₄ T ₈	T ₃ T ₅ T ₉			
Mayor	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄ T ₇	T ₅ T ₈	T ₆ T ₉

Cuadro de conexiones

Fig. 4.74. — Designación y conexión de terminales en motores Δ para doble tensión de servicio.

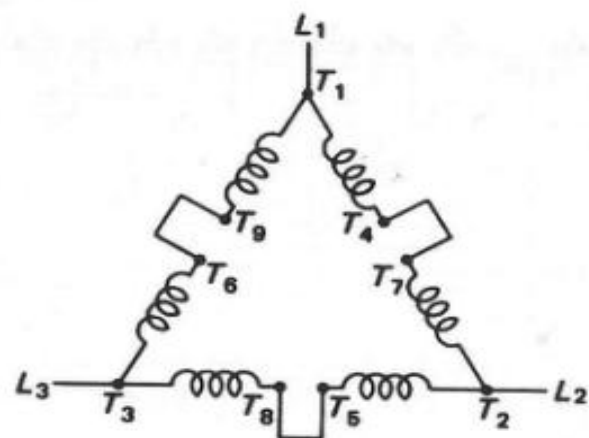


Fig. 4.75. — Diagrama esquemático de un motor trifásico para doble tensión de servicio, conectado en triángulo. Las dos mitades de cada fase están unidas en serie (tensión mayor).

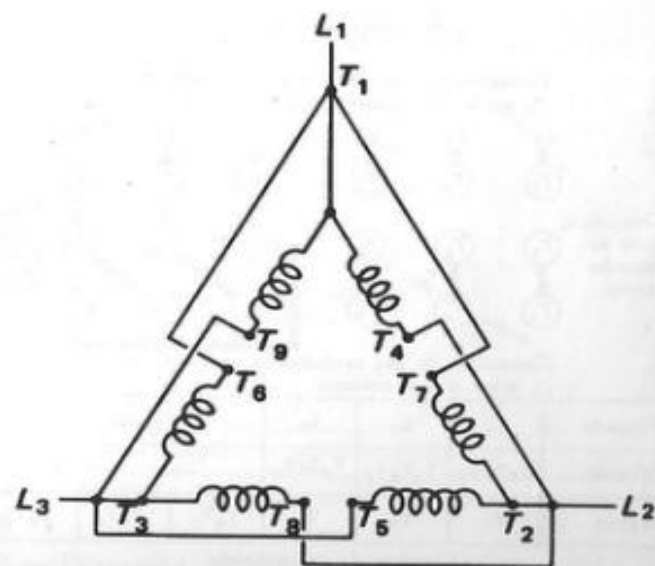


Fig. 4.76. — Diagrama esquemático del mismo motor representado en la figura 4.75. Las dos mitades de cada fase están unidas ahora en paralelo (tensión menor).

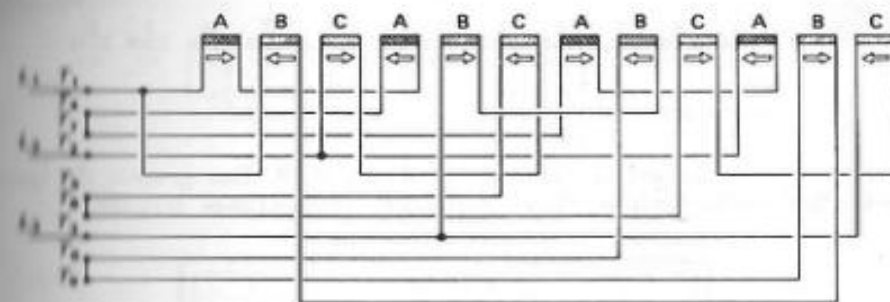
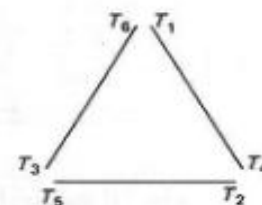


Fig. 4.77. — Esquema lineal de un motor trifásico tetrapolar para dos tensiones, conectado en triángulo serie (tensión mayor).



Tensión	L ₁	L ₂	L ₃	Únanse
Mayor	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄ T ₅ T ₆
Menor	T ₁ T ₆	T ₂ T ₄	T ₃ T ₅	

Fig. 4.78. — Designación y conexión de terminales en motores Y/Δ para doble tensión de servicio.

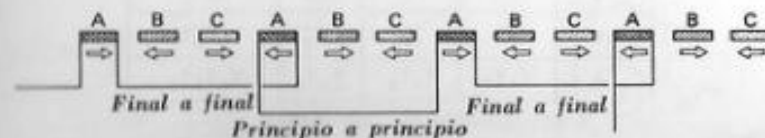


Fig. 4.79. — Esquema lineal de una fase de un motor en estrella. Los grupos están unidos entre sí mediante «conexiones cortas».

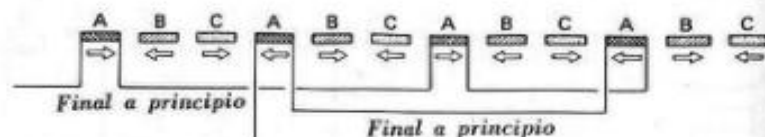


Fig. 4.80. — La misma fase de la figura 4.79. Los grupos de igual polaridad están unidos ahora mediante «conexiones largas».

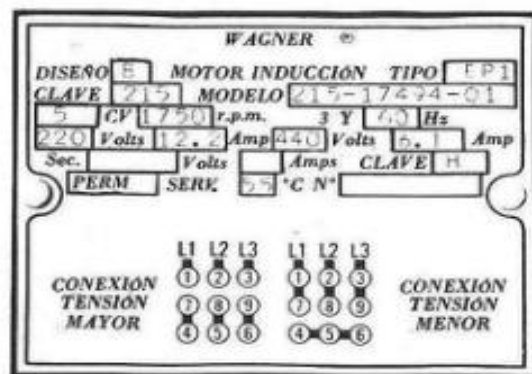
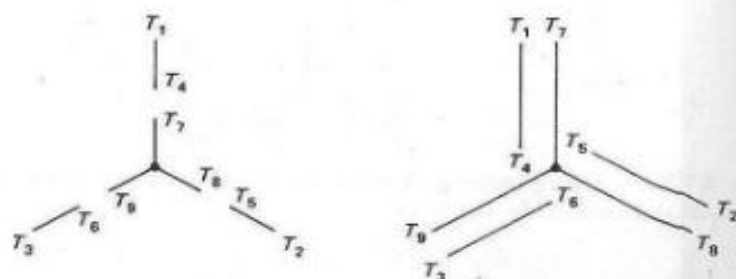


Fig. 4.81. — Placa de características de un motor en estrella previsto para dos tensiones de servicio (Wagner Electric Company).

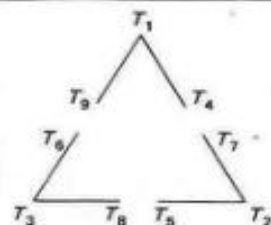


Designación de los terminales.
Ambas representaciones son equivalentes

Etapas	L ₁	L ₂	L ₃	Únanse
1	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄ T ₅ T ₆
2	T ₁ T ₇	T ₂ T ₈	T ₃ T ₉	T ₄ T ₅ T ₆

Cuadro de conexiones

Fig. 4.82. — Designación y conexión de terminales en un motor de arranque con arrollamiento parcial, montado en estrella y provisto de nueve terminales exteriores. El diagrama esquemático es idéntico al de un motor Y para doble tensión de servicio (figura 4.70).



Designación de los terminales.

Etapas	L ₁	L ₂	L ₃	Únanse
1	T ₁ T ₄	T ₂ T ₅	T ₃ T ₆	
2	T ₁ T ₄ T ₇	T ₂ T ₅ T ₈	T ₃ T ₆ T ₉	

Cuadro de conexiones

Etapas	L ₁	L ₂	L ₃	Únanse
1	T ₁	T ₄ T ₇	T ₉	T ₄ T ₈ T ₅ T ₉ T ₆ T ₇
2	T ₁ T ₈	T ₄ T ₇	T ₉ T ₆	T ₄ T ₈ T ₅ T ₉ T ₆ T ₇

Cuadro de conexiones

Fig. 4.83. — Designación y conexión de terminales en un motor de arranque con arrollamiento parcial, montado en triángulo. Compárese este diagrama con el de un motor Δ para doble tensión de servicio (fig. 4.74). El cuadro de conexiones de la izquierda corresponde al caso de 9 terminales exteriores, y el de la derecha al caso de 6.

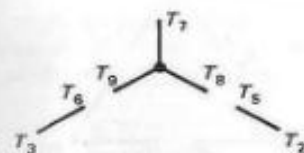
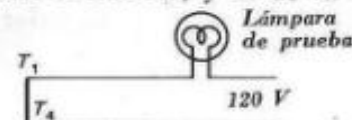


Fig. 4.84 a. — Prueba de continuidad entre los nueve terminales de un motor trifásico para doble tensión de servicio. La lámpara ha revelado la presencia de 4 circuitos independientes, 1 de tres terminales y 3 de dos terminales: por consiguiente se trata de una conexión en estrella.

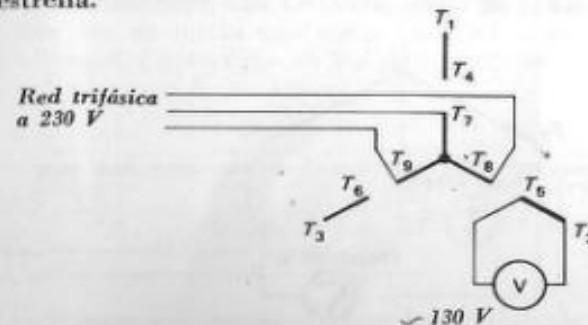


Fig. 4.84 b. — Se conecta el circuito central (terminales T₇, T₈ y T₉) a una red de alimentación trifásica a 230 V, y se mide con un voltímetro la tensión que aparece entre los terminales de cada circuito exterior.

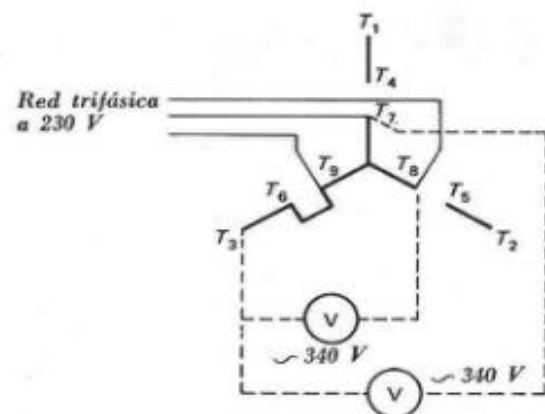


Fig. 4.84 c. — Identificación definitiva de los terminales. Se conecta T_4 a T_5 y se miden con el voltímetro las tensiones T_3-T_7 y T_3-T_8 . La designación provisional de los terminales sólo es correcta si el voltímetro acusa dos lecturas iguales y del valor indicado.

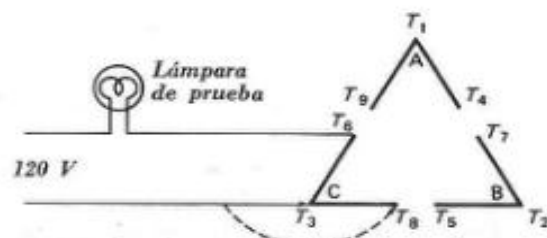


Fig. 4.85 a. — Prueba de continuidad entre los nueve terminales de un motor trifásico para doble tensión de servicio. La lámpara ha demostrado la existencia de 3 circuitos independientes de tres terminales cada uno; se trata, pues, de una conexión en triángulo.

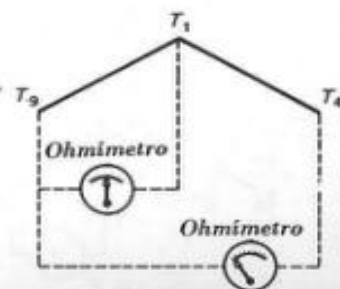


Fig. 4.85 b. — Identificación del terminal central en uno de los circuitos (A) del diagrama esquemático anterior. Por medio de un ohmímetro se miden las resistencias entre un terminal y los otros dos. Si el terminal elegido es, por ejemplo, T_6 , se encontrará que la resistencia entre T_6 y T_4 es el doble de la resistencia entre T_6 y T_1 .

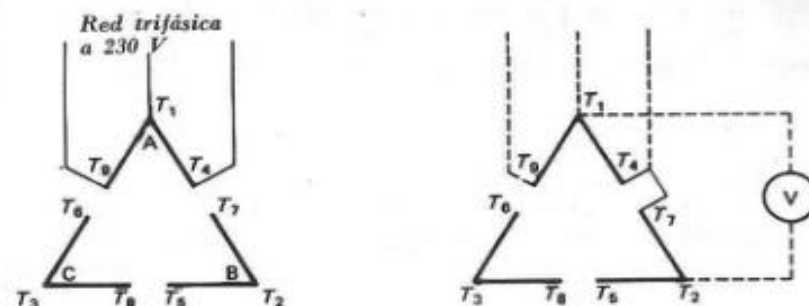


Fig. 4.85 c. — Se conecta el circuito A a una red trifásica de alimentación a 230 V (izquierda) y se une uno de sus extremos a otro extremo cualquiera del circuito B. Midiendo con un voltímetro la tensión entre T_1 y T_2 (derecha), los terminales unidos serán o no respectivamente T_4 y T_7 , según que la lectura del instrumento sea 460 V o 390 V.

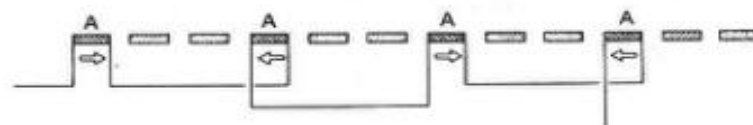


Fig. 4.86. — Esquema lineal de la fase A de un motor trifásico. Los cuatro grupos de bobinas están conectados del modo normal (flechas de sentido alternado) y forman, pues, cuatro polos.



Fig. 4.87. — Los cuatro grupos del esquema de la figura 4.86 están conectados esta vez de modo que todas las flechas tengan el mismo sentido. En virtud del principio de los polos consecuentes, se forman ahora ocho polos en vez de cuatro.

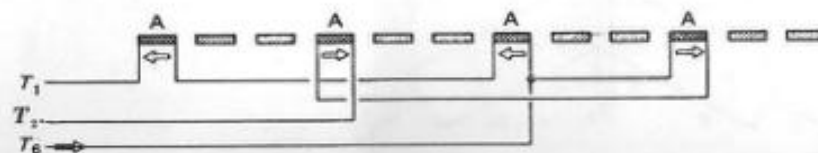


Fig. 4.88. — Conexiones internas entre los grupos de la fase A de un motor de par constante a sus dos velocidades de régimen (4/8 polos). Con la alimentación indicada y suponiendo unidos T_1 y T_2 , la fase queda subdividida en dos ramas en paralelo. Obsérvese que los dos grupos de cada rama están unidos mediante «conexión larga».

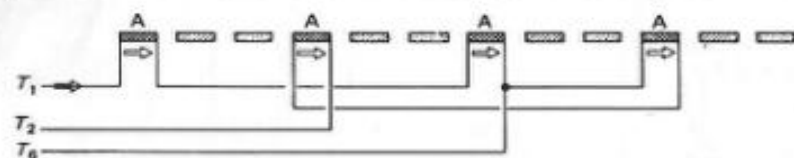


Fig. 4.89. — Esquema lineal de la fase A del motor de par constante a sus dos velocidades de régimen (4/8 polos) mencionado en la figura 4.88. Las conexiones internas entre grupos son las mismas, pero la alimentación se efectúa ahora por T_1 , y T_6 permanece aislado. Los cuatro grupos quedan unidos en serie, los sentidos de las flechas no cambian, y se forman por tanto ocho polos (velocidad menor).

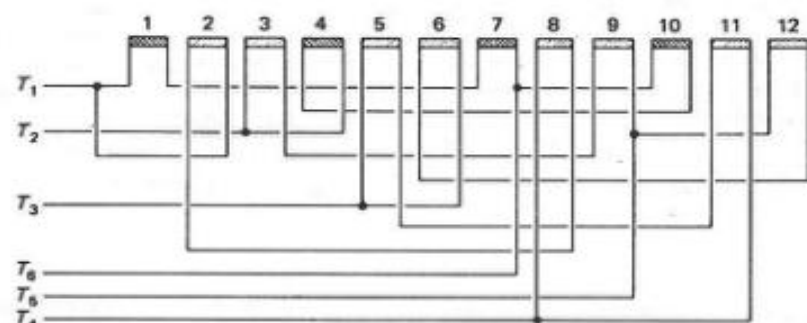


Fig. 4.90 a. — Esquema lineal completo de un motor trifásico de par constante a sus dos velocidades de régimen (4/8 polos).

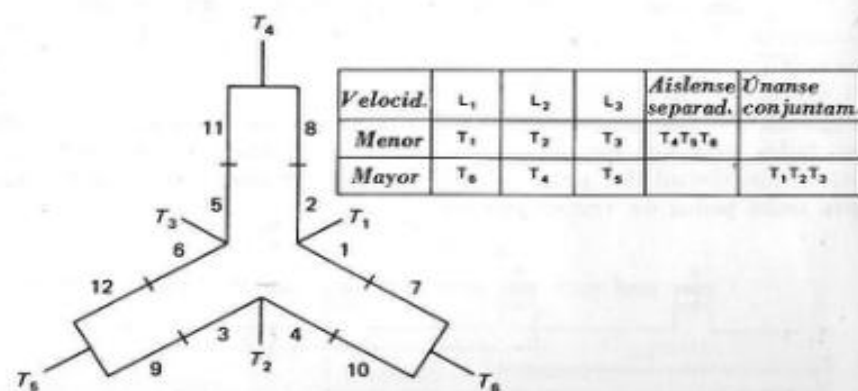


Fig. 4.90 b. — Diagrama esquemático del motor de la figura 4.90 a. El motor queda conectado en estrella/doble paralelo (2 Y) cuando trabaja a la velocidad mayor, y en triángulo/serie (1 Δ) cuando trabaja a la menor. El cuadro indica las conexiones a efectuar con los seis terminales exteriores en uno y otro caso.

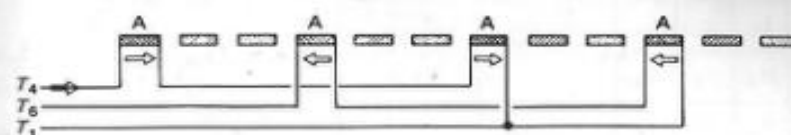


Fig. 4.91. — Conexiones internas entre los grupos de la fase A de un motor de potencia constante a sus dos velocidades de régimen (4/8 polos). Con la alimentación indicada y suponiendo T_1 aislado, los cuatro grupos quedan unidos en serie. Como las flechas resultan de sentidos alternados, se forman cuatro polos (velocidad mayor).

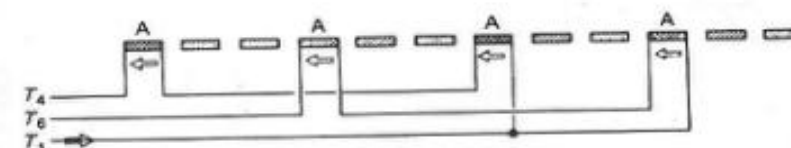


Fig. 4.92. — Esquema lineal de la fase A del motor de potencia constante a sus dos velocidades de régimen (4/8 polos) de la figura 4.91. Las conexiones internas no han variado, pero la alimentación se efectúa ahora por T_1 , y T_4 se supone unido a T_6 . Se forman dos ramas en paralelo y ocho polos efectivos, puesto que las flechas tienen todas el mismo sentido. El motor gira, por tanto, a la velocidad menor.

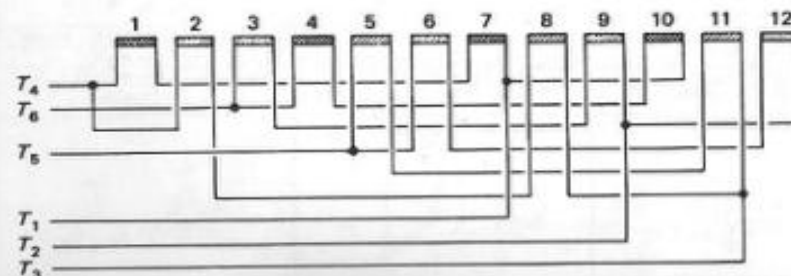


Fig. 4.93 a. — Esquema lineal completo de un motor trifásico de potencia constante a sus dos velocidades de régimen (4/8 polos).

Veloc.	L ₁	L ₂	L ₃	Aislar separa- damente	Únanse conjunta- mente
Low	T ₁	T ₂	T ₃		T ₄ T ₅ T ₆
Mayor	T ₆	T ₄	T ₅	T ₁ T ₂ T ₃	

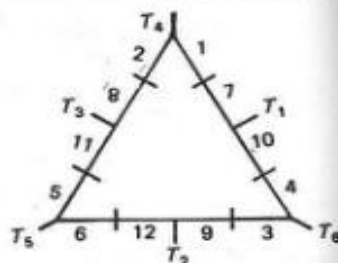


Fig. 4.93 b. — Diagrama esquemático del motor de la figura 4.93 a. El motor queda conectado en triángulo/serie (1 Δ) cuando trabaja a la velocidad mayor, y en estrella/doble paralelo (2 Y) cuando trabaja a la menor.

DOS VELOCIDADES — UN ARROLAMIENTO						DOS VELOCIDADES — DOS ARROLAMIENTOS						TRES VELOCIDADES — DOS ARROLAMIENTOS					
Potencia constante						Pot. constante, por variable a potencia constante						Potencia constante					
VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE
1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	—	T ₄ , T ₅ , T ₆	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂	T ₄ , T ₅ , T ₆	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	los demás	T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇
2 Mayor	T ₆	T ₄	T ₅	T ₁ , T ₂ , T ₃	—	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂	T ₄ , T ₅ , T ₆	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	los demás	—
Pot. variable						Pot. constante, por variable a potencia constante						Potencia constante					
VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE
1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	Todos los demás	—	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂	T ₄ , T ₅ , T ₆	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	los demás	T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇
2 Mayor	T ₆	T ₄	T ₅	—	T ₁ , T ₂ , T ₃	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂	T ₄ , T ₅ , T ₆	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	los demás	—
Pot. variable						Pot. constante, por variable a potencia constante						Potencia constante					
VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE
1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	Todos los demás	—	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂	T ₄ , T ₅ , T ₆	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	los demás	T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇
2 Mayor	T ₆	T ₄	T ₅	—	T ₁ , T ₂ , T ₃	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	T ₁₀ , T ₁₁ , T ₁₂	T ₄ , T ₅ , T ₆	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	los demás	—
Pot. variable (Bifásico)						Pot. constante, por variable a potencia constante (Bifásico)						Potencia constante					
VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE	VELOC.	L ₁	L ₂	L ₃	SEPARARSE	UNIRSE
1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄ , T ₅ , T ₆	—	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	los demás	T ₄ , T ₅ , T ₆	1 Menor	T ₁	T ₂	T ₃	los demás	T ₄ , T ₅ , T ₆ , T ₇
2 Mayor	T ₆	T ₄	T ₅	T ₁ , T ₂ , T ₃	—	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	los demás	T ₄ , T ₅ , T ₆	2 Mayor	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₀	los demás	—

Fig. 4.94. — Disposición de los arrollamientos y manera de conectar los terminales exteriores en varios tipos de motores de inducción trifásicos y bifásicos para dos o tres velocidades distintas.

Fig. 4.95. — Distribución de los grupos de bobinas en un motor trifásico con 54 bobinas y 4 polos. La cifra que figura debajo de cada grupo indica su respectivo número de bobinas.

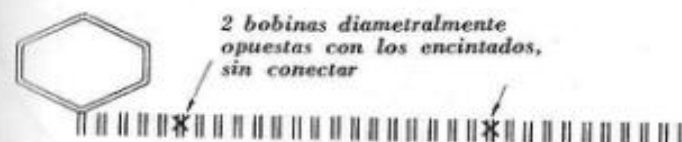


Fig. 4.96. — Motor trifásico tetrapolar con 32 bobinas, de las cuales 2 permanecen fuera de servicio.



Fig. 4.97. — Designación y sucesión de los grupos de bobinas en un motor bifásico de cuatro polos. Obsérvese el sentido de las flechas.

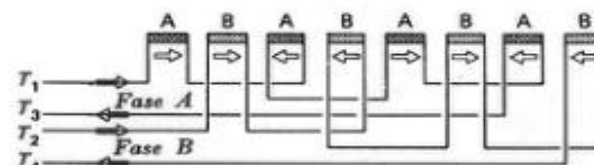


Fig. 4.98. — Esquema lineal completo de un motor bifásico tetrapolar. Obsérvese que ambas fases están conectadas de igual manera.

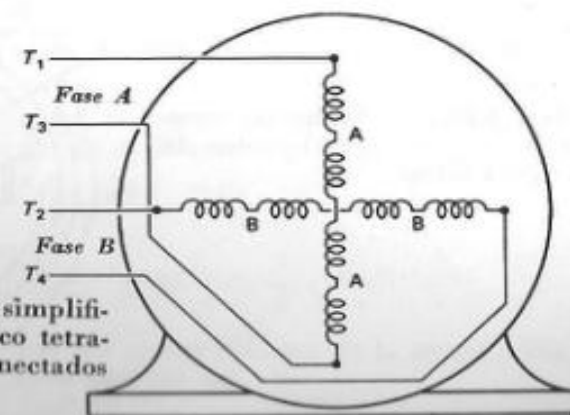


Fig. 4.99. — Esquema simplificado de un motor bifásico tetrapolar con los grupos conectados en serie.

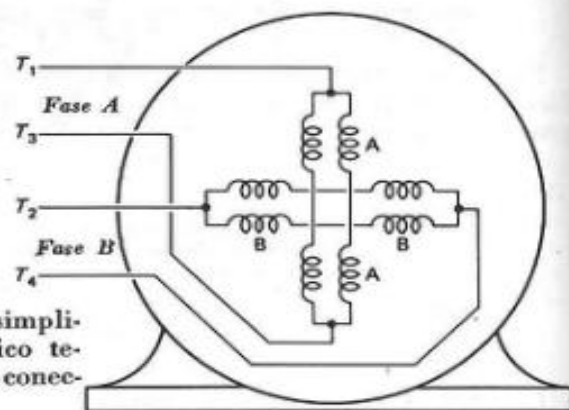


Fig. 4.100. — Esquema simplificado de un motor bifásico tetrapolar con los grupos conectados en doble paralelo.

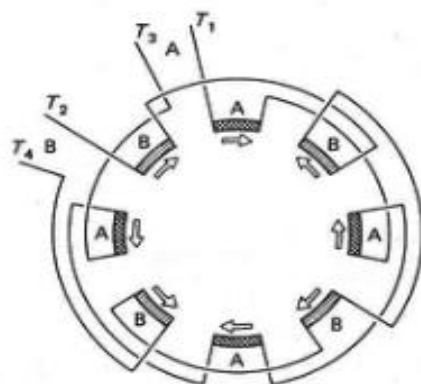


Fig. 4.101. — Esquema circular correspondiente al motor de la figura 4.99.

Fig. 4.102. — Esquema circular correspondiente al motor de la figura 4.100.

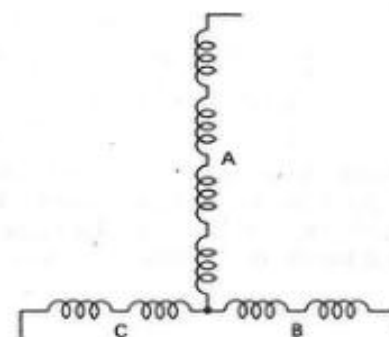
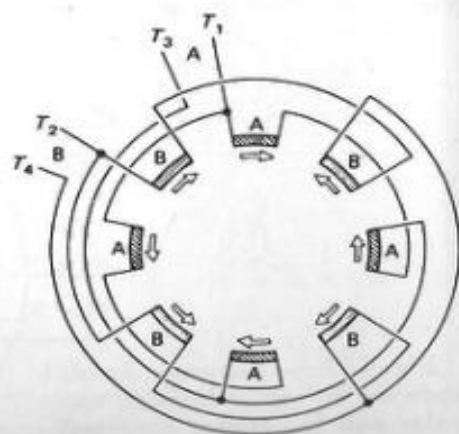


Fig. 4.103. — Diagrama esquemático de un motor bifásico convertido en trifásico mediante la conexión en T o Scott. El final de la fase A se une con el punto medio de la fase B; la mitad de esta última fase pasa a ser la fase C, y la otra mitad sigue siendo la fase B.

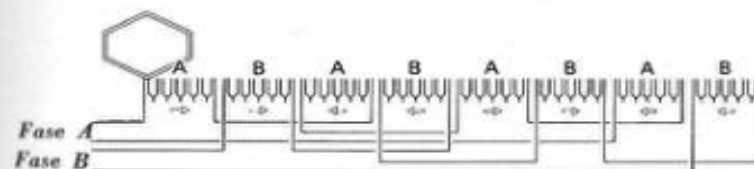


Fig. 4.104. — Esquema lineal simplificado de un motor bifásico tetrapolar con 48 bobinas, conexión serie, antes de ser convertido en trifásico.

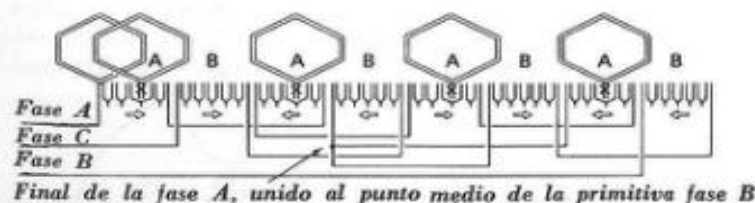


Fig. 4.105. — Esquema del motor de la figura 4.104 una vez convertido en trifásico por medio de la conexión Scott.

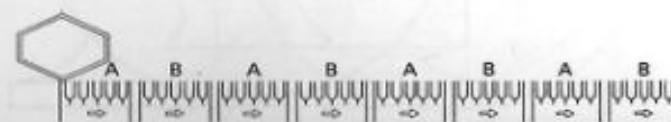


Fig. 4.106. — Esquema lineal del motor bifásico de la figura 4.104 con las conexiones entre grupos suprimidas.



Fig. 4.107. — Esquema lineal del motor trifásico resultante de la conversión del motor bifásico de la figura 4.106. Tiene 42 bobinas y 4 polos, y está conectado en estrella/serie. La cifra situada encima de cada grupo indica el número de bobinas que lo componen.

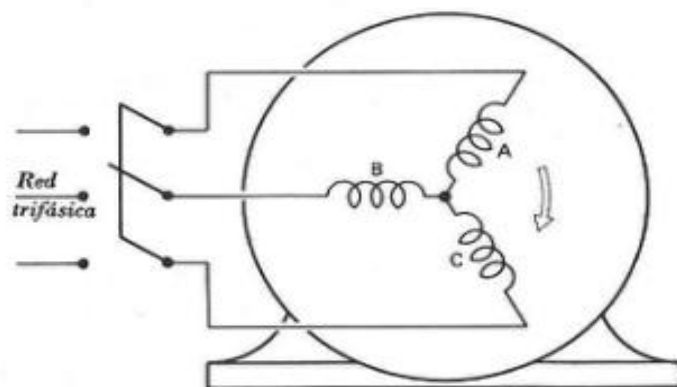


Fig. 4.108. — Esquema de un motor trifásico. Al conectar sus tres terminales a la red de alimentación, el motor gira a derechas.

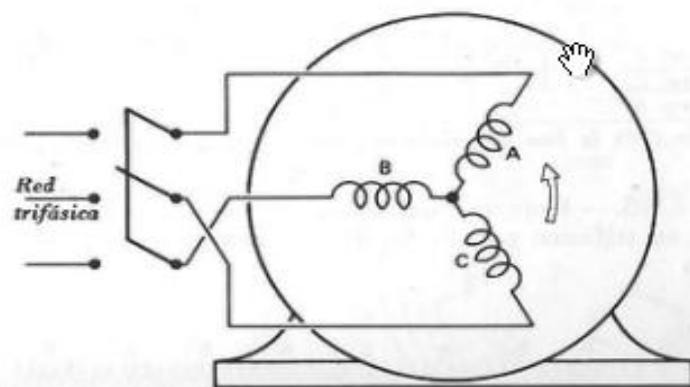


Fig. 4.109. — El mismo motor de la figura anterior, con dos de sus terminales permutados entre sí. Tras su conexión a la red, el motor girará ahora a izquierdas.

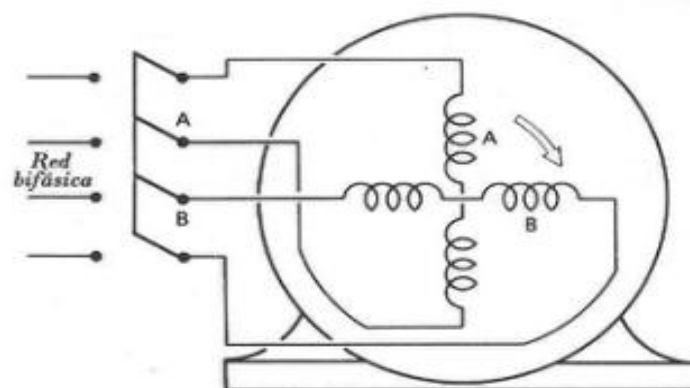


Fig. 4.110. — Esquema de un motor bifásico. Al conectar sus cuatro terminales a la red de alimentación, el motor gira a derechas.

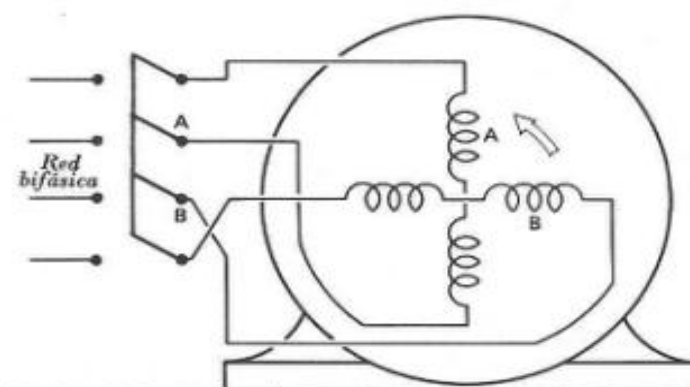


Fig. 4.111. — El mismo motor de la figura anterior, pero con los terminales de la fase B permutados entre sí. Tras su conexión a la red, el motor girará ahora a izquierdas.

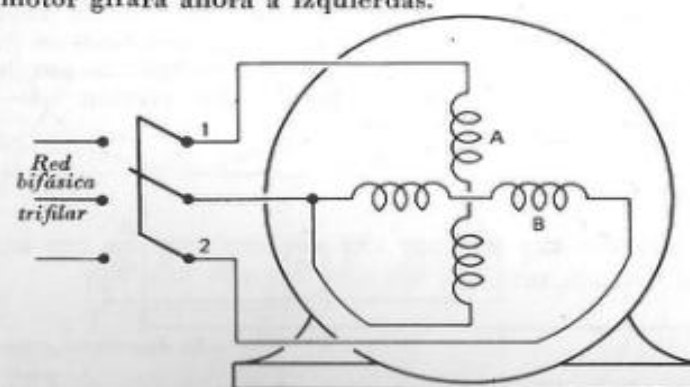


Fig. 4.112. — Esquema de un motor bifásico trifilar. Para invertir su sentido de giro basta permutar los dos terminales exteriores 1 y 2.

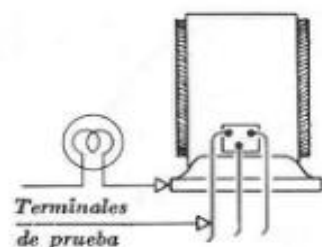


Fig. 4.113. — Detección de un posible contacto a masa en un motor trifásico.

Fig. 4.114. — Comprobación individual de las fases de un motor conectado en estrella, para detectar un posible contacto a masa. Las tres fases se han separado previamente del centro de estrella.

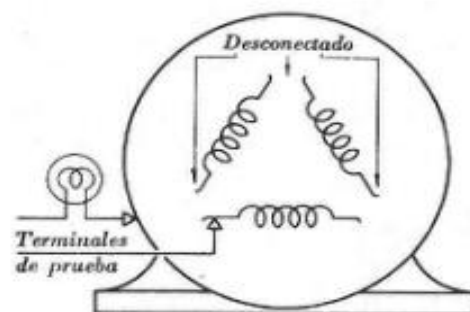
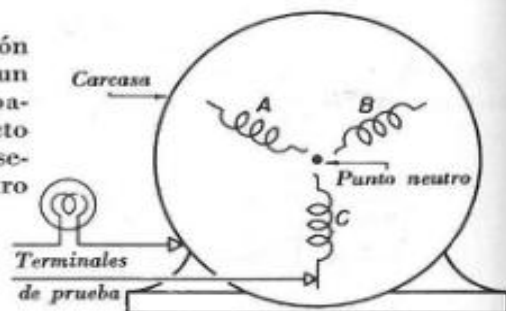


Fig. 4.115. — Comprobación individual de las fases de un motor conectado en triángulo, para detectar un posible contacto a masa. Las tres fases se han desconectado previamente por los puntos de alimentación.

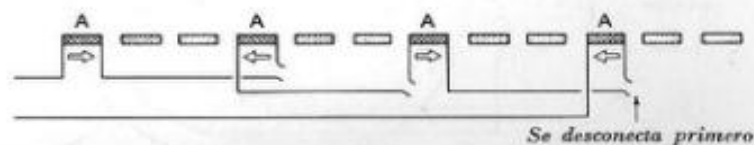


Fig. 4.116. — Para identificar el grupo defectuoso se desempalman primero las conexiones entre los grupos de la fase correspondiente.



Fig. 4.117. — Para localizar la bobina con contacto a masa, se desueldan los empalmes que unen todas las del grupo defectuoso y se comprueban separadamente.

Fig. 4.118. — Manera de detectar la posibilidad de interrupción en una fase de un motor trifásico conectado en estrella.

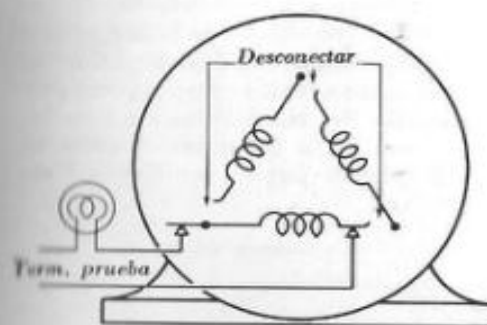
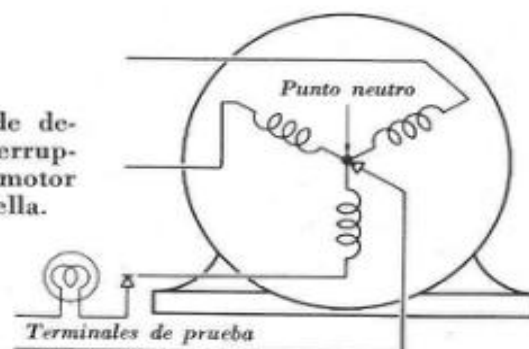


Fig. 4.119. — Manera de detectar la posibilidad de interrupción en una fase de un motor trifásico conectado en triángulo.

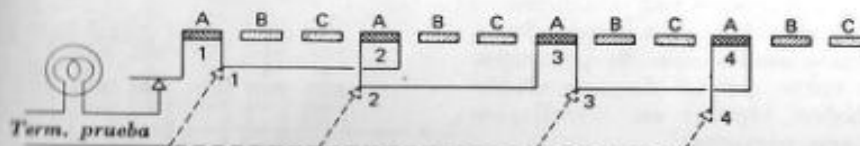


Fig. 4.120. — Serie de pruebas en la fase A para identificar el grupo de bobinas donde se halla localizada la interrupción.

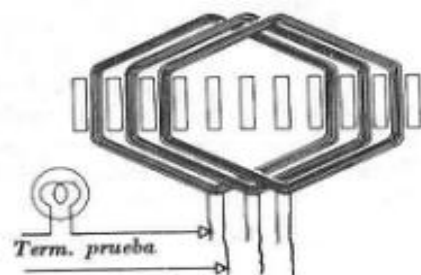


Fig. 4.121. — Grupo de bobinas con los empalmes desconectados, a fin de localizar la bobina interrumpida.

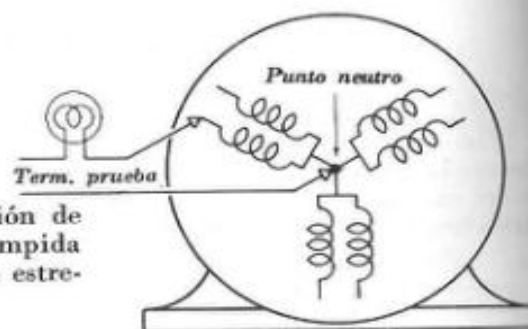


Fig. 4.122. — Localización de una posible rama interrumpida en un motor conectado en estrella/doble paralelo.



Fig. 4.123. — Localización de un cortocircuito entre espiras por medio de una bobina de prueba y una hoja de sierra. Ambas se desplazan por el interior del estator.

Fig. 4.124. — La aguja de la brújula indica que las conexiones entre grupos de este motor trifásico bipolar en estrella/serie son correctas.

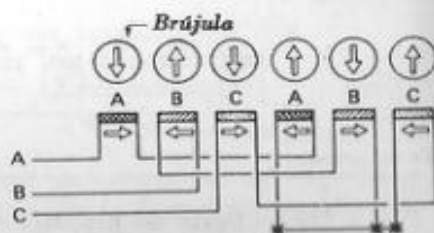


Fig. 4.125. — Las tres polaridades consecutivas de igual signo puestas de manifiesto por la aguja de la brújula demuestran que la fase B tiene las conexiones invertidas.

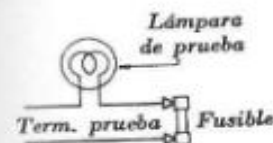
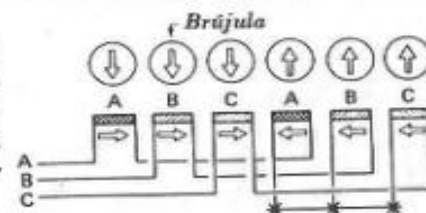


Fig. 4.126. — Verificación de un fusible con la lámpara de prueba.

Fig. 4.127. — Disponiendo los terminales de la lámpara de prueba del modo indicado, al cerrar el interruptor se encenderá la lámpara si el fusible está quemado. El ensayo se repetirá con cada fusible.

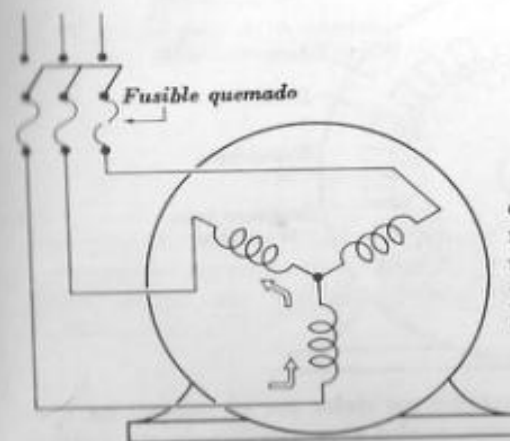
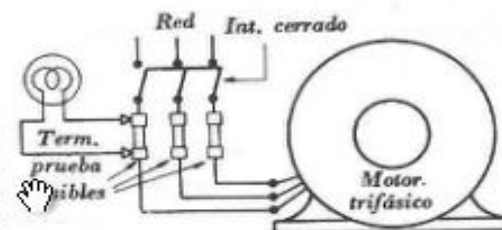


Fig. 4.128. — Motor conectado en estrella y con una fase interrumpida por haberse quemado un fusible. La corriente circula por las dos fases restantes y las sobrecarga.

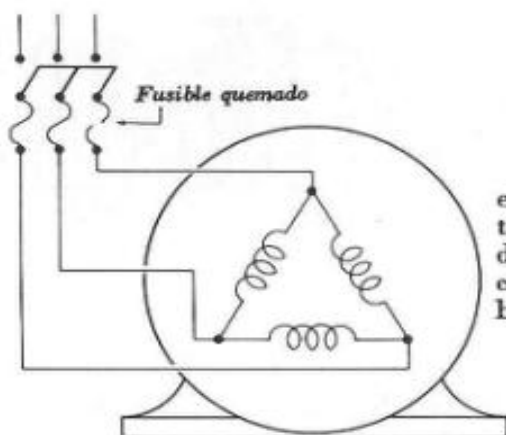


Fig. 4.129. — Motor conectado en triángulo y con una fase interrumpida por haberse quemado un fusible. La corriente circula por una sola fase y la sobrecarga.

Fig. 4.130. — Trátese de mover el extremo del eje hacia arriba y hacia abajo, como indican las flechas del grabado. Si dicho movimiento es posible, el cojinete de este lado está desgastado.

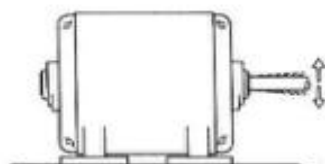


Fig. 4.131. — Calibre para entrehierros. Se compone de varias láminas metálicas de diferentes espesores.

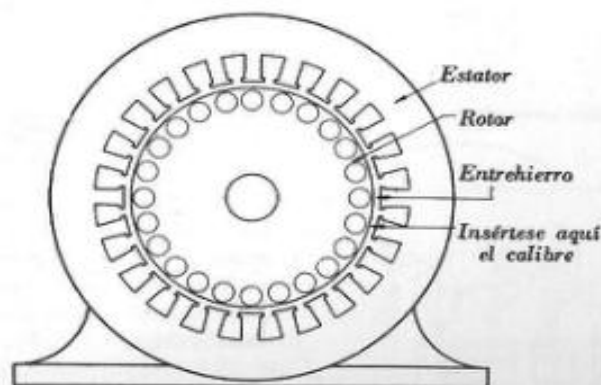


Fig. 4.132. — El espesor del entrehierro debe ser el mismo en toda la periferia del motor. Esto se comprueba con auxilio de un calibre de láminas.

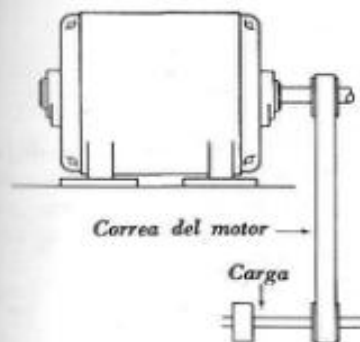


Fig. 4.133. — Para comprobar si el árbol de transmisión puede girar libremente, suéltese la correa del motor e inténtese mover dicho árbol a mano.

Fig. 4.134. — Medición de la corriente absorbida por cada fase con auxilio de un instrumento combinado de pinzas.

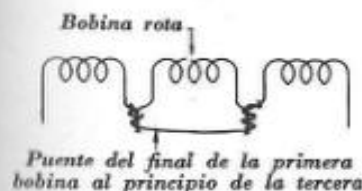
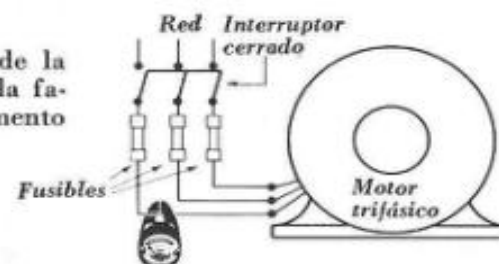
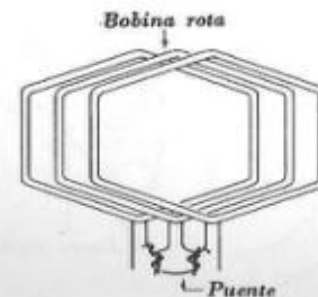


Fig. 4.135. — Modo de dejar fuera de servicio una bobina en un grupo de tres.

Fig. 4.136. — Modo de dejar fuera de servicio una bobina en un grupo de bobinas hexagonales.



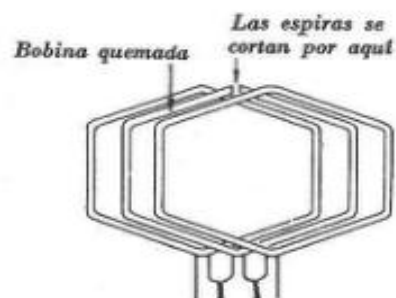


Fig. 4.137. — Manera de dejar fuera de servicio una bobina quemada. Primero se secciona enteramente por la cabeza opuesta a las conexiones.

Fig. 4.138. — Una vez cortadas las espiras, los hilos sueltos se retuercen sobre sí mismos a uno y otro lado del corte.

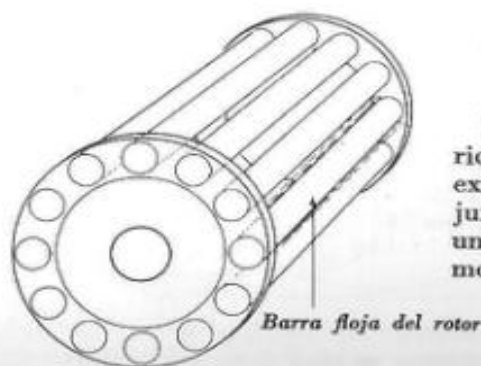


Fig. 4.139. — Las barras rotóricas están soldadas a dos aros extremos o bien fundidas conjuntamente con los mismos. Si una o más barras se aflojan, el motor funciona con dificultad.

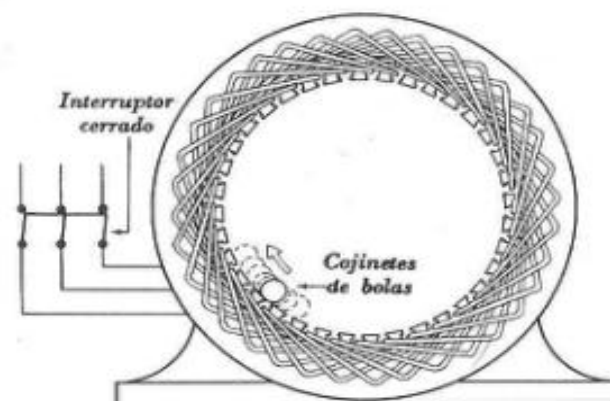


Fig. 4.140. — Si las conexiones internas son correctas, la bola de cojinete rodará por dentro el núcleo estático.

Arranque y maniobra de motores de corriente alterna

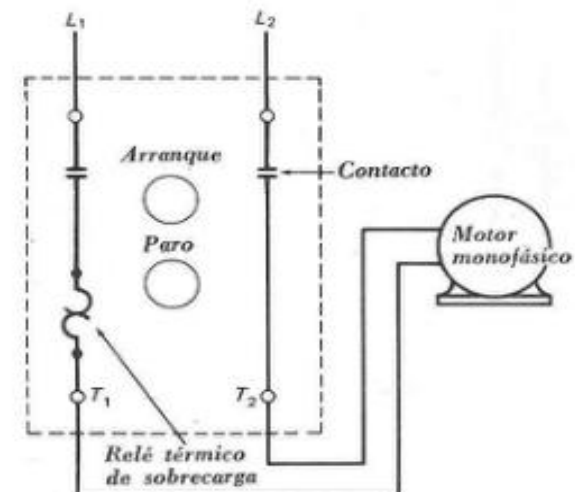


Fig. 5.1. Motor monofásico conectado a través de un contactor de pulsadores.

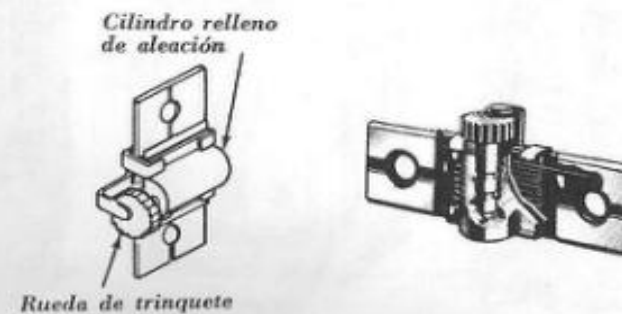


Fig. 5.2. — Relé término del tipo de aleación fusible.

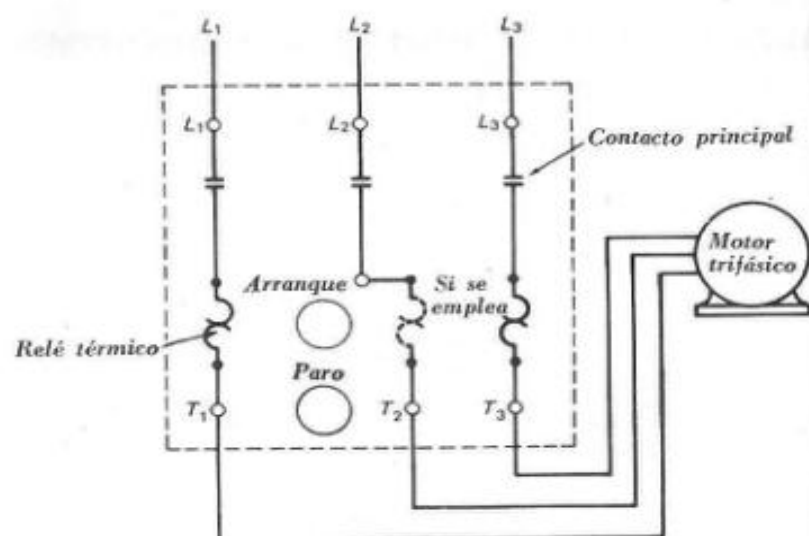


Fig. 5.3. — Motor trifásico conectado a través de un contactor de pulsadores.



Fig. 5.4. — Tipos de contactores de pulsadores (Furnas Electric Company).

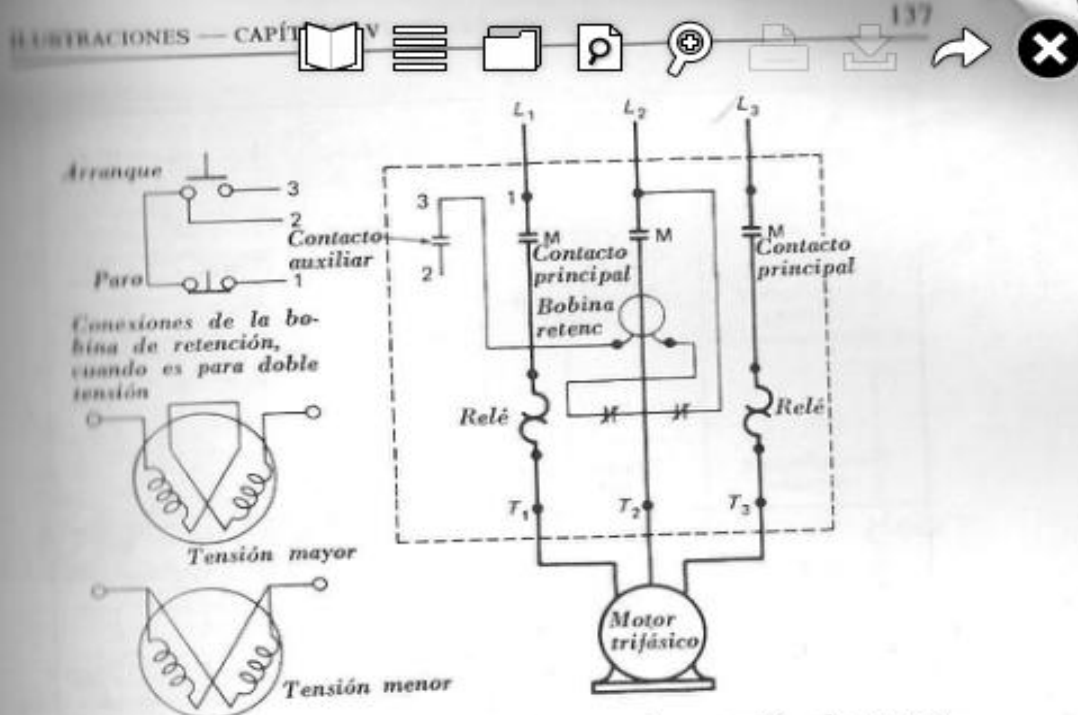


Fig. 5.5. — Contactor magnético tripolar para la conexión de un motor trifásico a la red. Obsérvense los dos relés de sobrecarga.

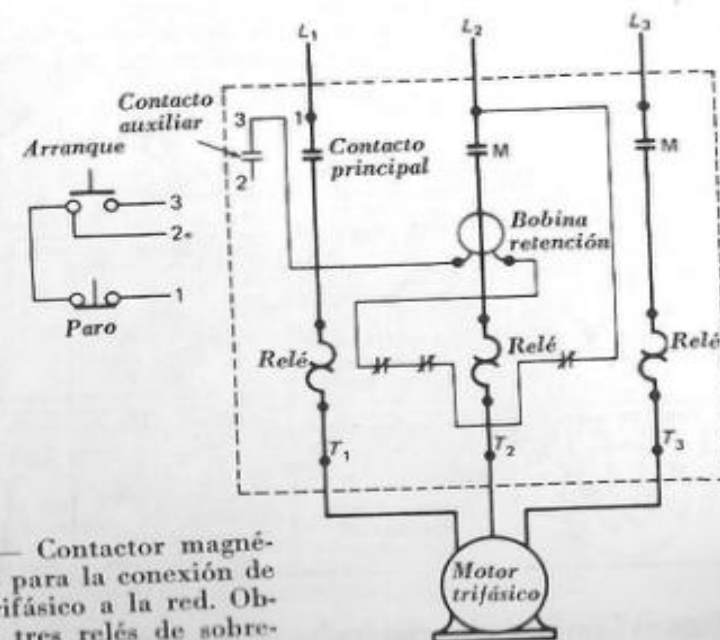


Fig. 5.6. — Contactor magnético tripolar para la conexión de un motor trifásico a la red. Obsérvense los tres relés de sobrecarga.

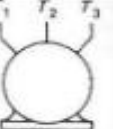
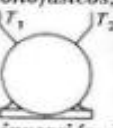
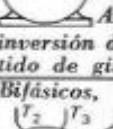
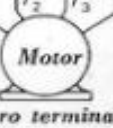
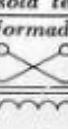
CONTACTOS DE LOS RELÉS Y AUXILIARES	CONTACTOS PRINCIPALES	PULSADORES	LUCES INDICADORAS Y MOTORES
 Normalmente abiertos	 Normalmente abiertos	 De un solo circuito, normalmente abierto	 Luz indicadora Indíquese el color mediante su inicial
 Normalmente cerrados	 Normalmente cerrados	 De un solo circuito, normalmente cerrado	 Trifásicos
 Apertura temporizada	 Relé de sobrecarga	 De doble circuito	 Monofásicos, Sin inversión del sentido de giro
 Cierre temporizado	 CONTACTOS RELÉ DE RETARDO	 VARIOS	 Monofásicos, Prin. Aux.
 BOB. RETENCIÓN PARA UNA SOLA Tensión	 Normalmente abiertos al excitar	 Fusible del circuito de control o del de servicio	 Con inversión del sentido de giro
 BOB. RETENCIÓN PARA DOS TENSIONES	 Normalmente cerrados al excitar	 Resistencia	 Bifásicos, Motor cuatro terminales
 Tensión mayor	 Normalmente abiertos al desexcitar	 Transformador de control para una sola tensión	 Con arroll. parcial
 Tensión menor	 Normalmente cerrados al desexcitar	 Transformador de control para dos tensiones	 Estrella/Triángulo

Fig. 5.7. — Símbolos empleados en los esquemas y significado de los mismos.

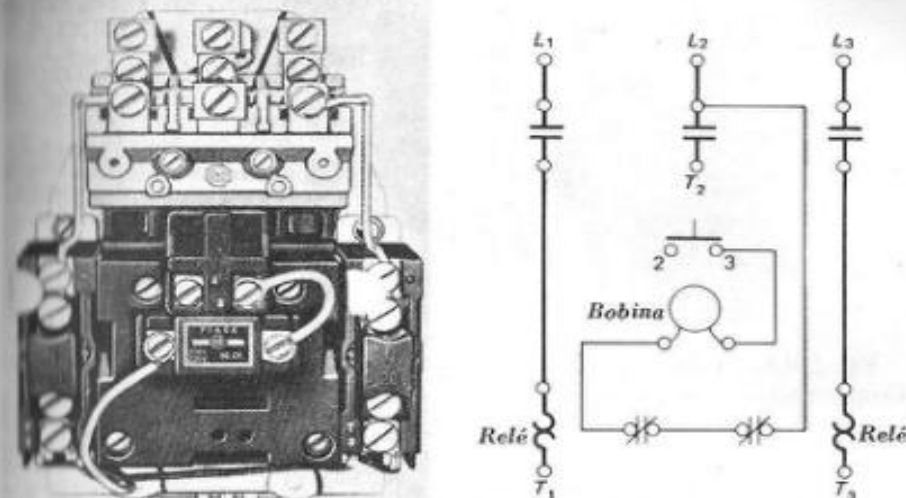


Fig. 5.8. — Aspecto exterior y esquema de un contactor magnético para motor trifásico (Allen Bradley Company).

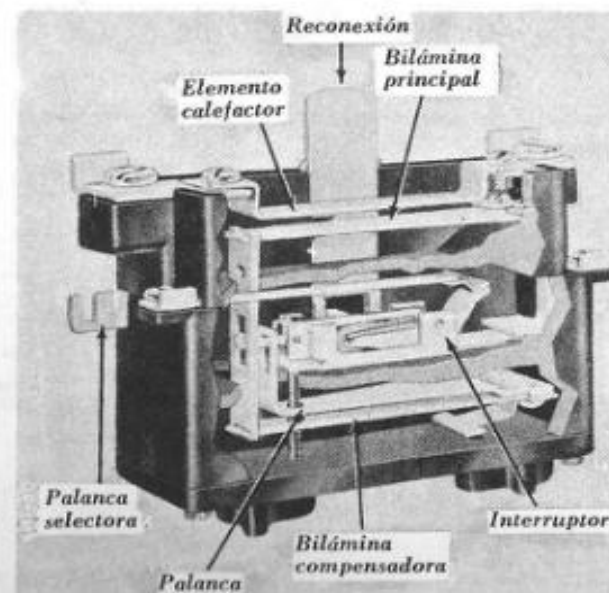
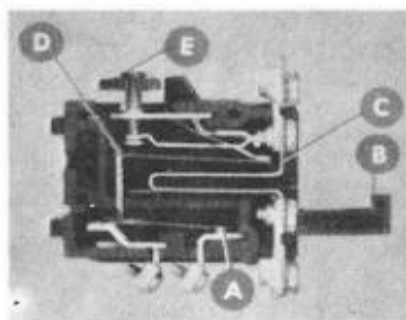


Fig. 5.9 a. — Relé de bilamina contra sobrecargas (Furnas Electric Company).



- A** Contactos
- B** Brazo de reconexión
- C** Elemento calefactor
- D** Cinta bilamina
- E** Botón de ajuste

Fig. 5.9 b. — Relé de bilamina contra sobrecargas (General Electric Company).

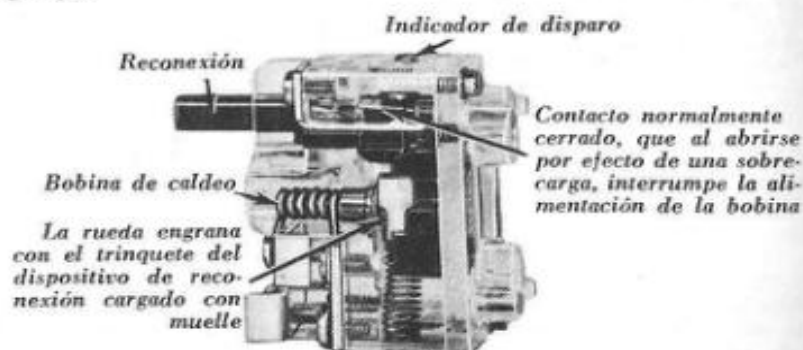


Fig. 5.10. — Relé de aleación fusible contra sobrecargas (Furnas Electric Company).

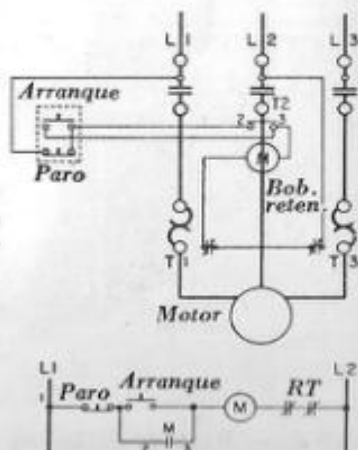


Fig. 5.11 a. — Esquema de un contactor magnético trifásico de conexión directa (Allen Bradley Company).

INSTALACIONES DE PULSADORES A DISTANCIA

CONTROL BIFILAR

No puede emplearse con relés de autorreconexión

CONTROL TRIFILAR



Cuando se emplea más de una estación de pulsadores, suprímase el puente A y conéctese según el esquema de debajo



Fig. 5.11 c. — Esquema de un contactor magnético trifásico de conexión directa (General Electric Company).

CONTROL INDEPENDIENTE

Quítese el puente C, si existe. Conéctese una de las líneas de control independiente al terminal 1 de la estación de pulsadores, y la otra al terminal X2 del relé

RELÉ DE SOBRECARGA

Para protección trifilar quítese el puente B y móntese el correspondiente elemento térmico

Fig. 5.11 b. — Esquema de un contactor magnético trifásico de conexión directa (Cutler-Hammer).

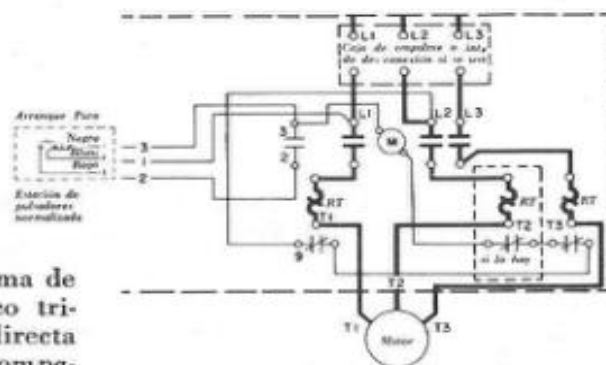
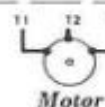


Fig. 5.12. — Estaciones con dos pulsadores, uno de ARRANQUE y otro de PARO (Allen Bradley Company).

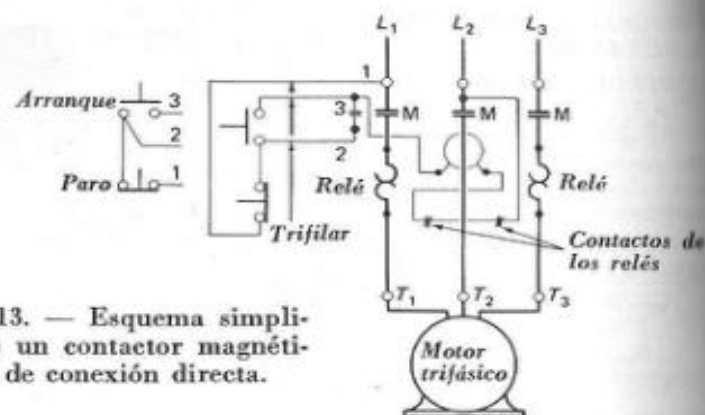


Fig. 5.13. — Esquema simplificado de un contactor magnético típico de conexión directa.

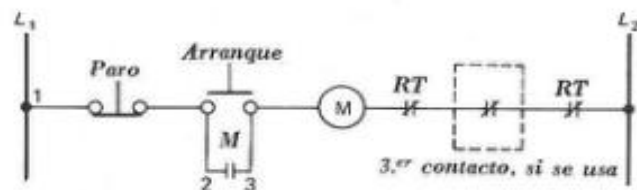


Fig. 5.14. — Esquema lineal del circuito de control de un contactor magnético de conexión directa.

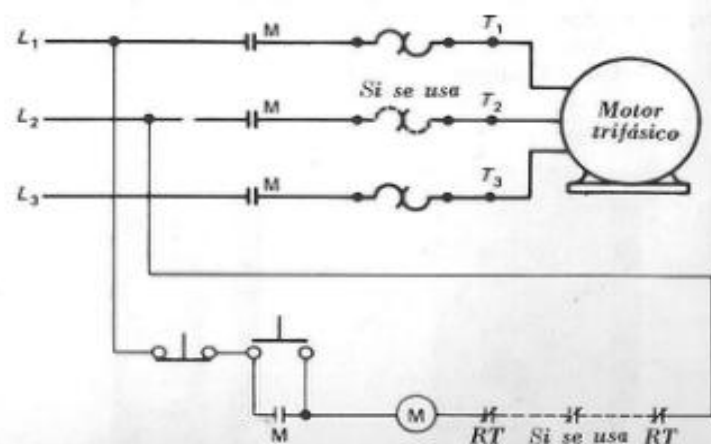


Fig. 5.15. — Esquema lineal completo de un contactor magnético de conexión directa.

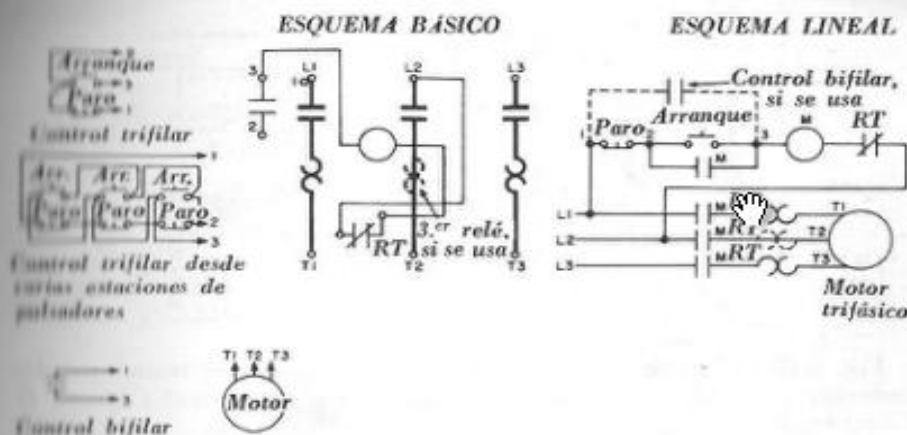


Fig. 5.16. — Esquema de un contactor magnético trifásico con control a distancia bifilar o trifilar (Square D. Company).

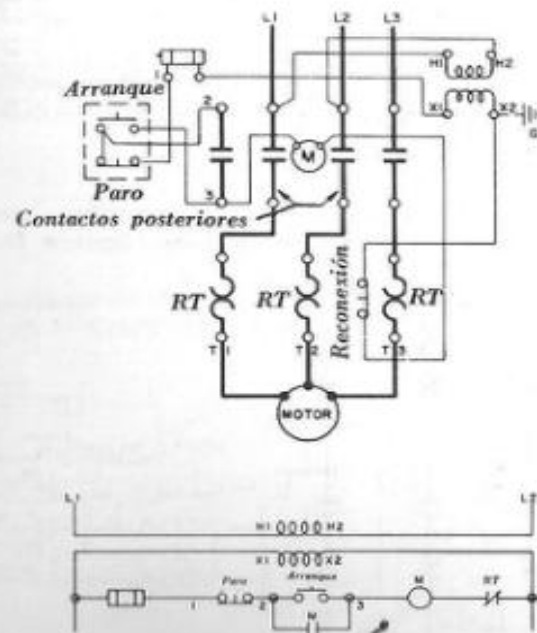


Fig. 5.17. — Esquema de un contactor trifásico con tres relés de sobrecarga y transformador reductor para la alimentación del circuito de control (Cutler-Hammer).

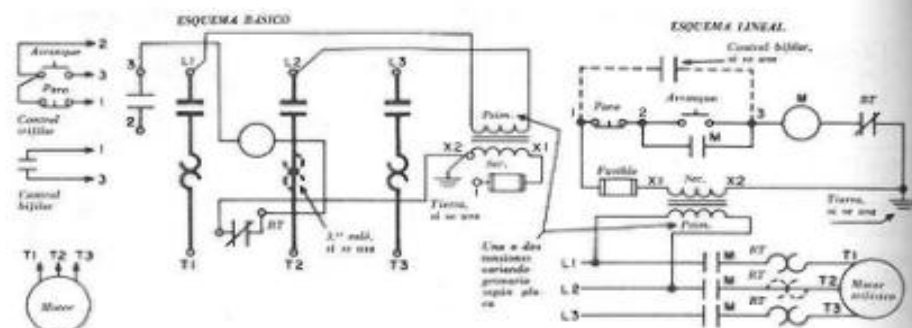


Fig. 5.18. — Esquema de un contactor trifásico con transformador reductor y fusible en el circuito secundario o de control (*Square D. Company*).

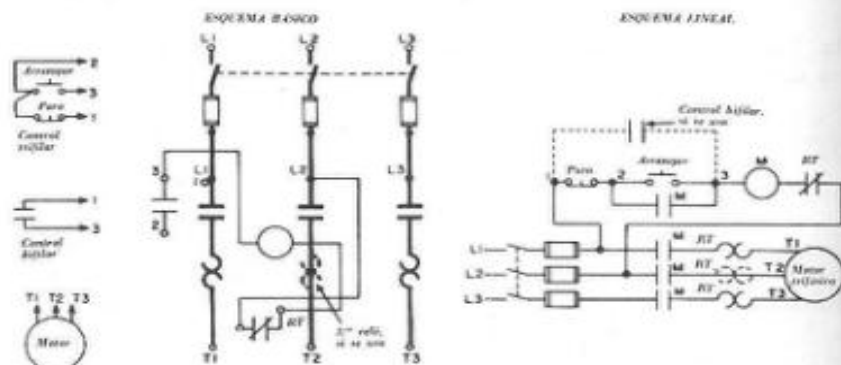


Fig. 5.19. — Esquema de un contactor magnético combinado con un interruptor manual provisto de fusibles (*Square D. Company*).

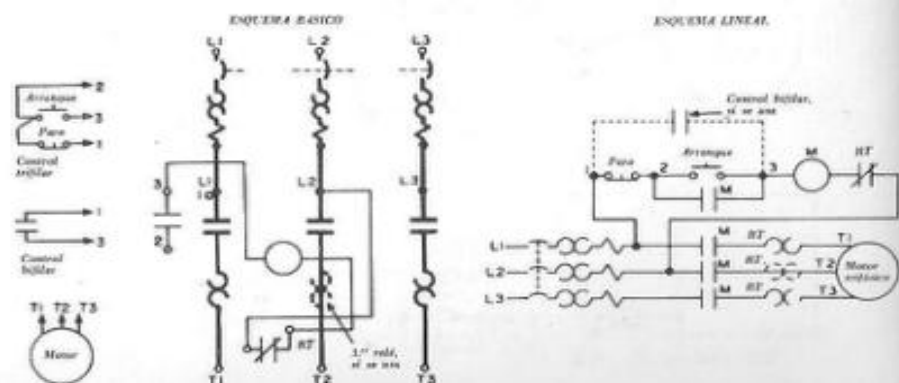


Fig. 5.20. — Esquema de un contactor magnético combinado con un disyuntor automático de efecto térmico (*Square D. Company*).

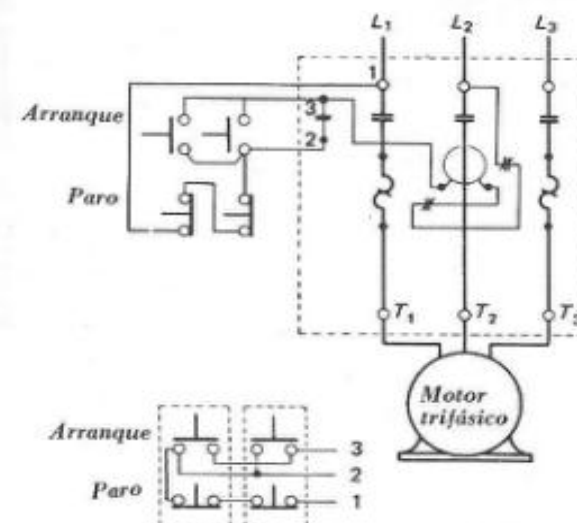


Fig. 5.21. — Esquema básico de un contactor magnético gobernado indistintamente desde dos estaciones de dos pulsadores.

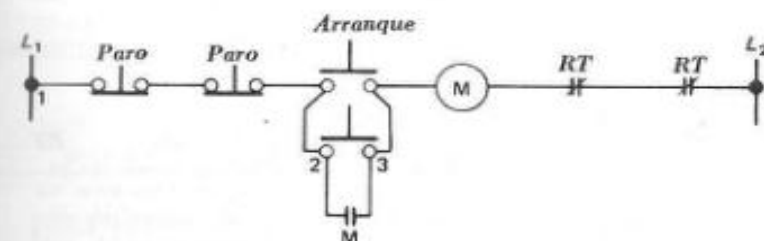


Fig. 5.22. — Esquema lineal del circuito de control del contactor representado en la figura 5.21.

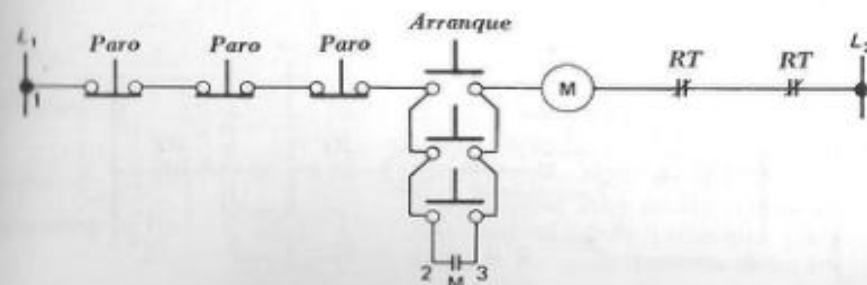


Fig. 5.23. — Esquema lineal del circuito de control de un contructor magnético gobernado indistintamente desde tres estaciones de dos pulsadores.

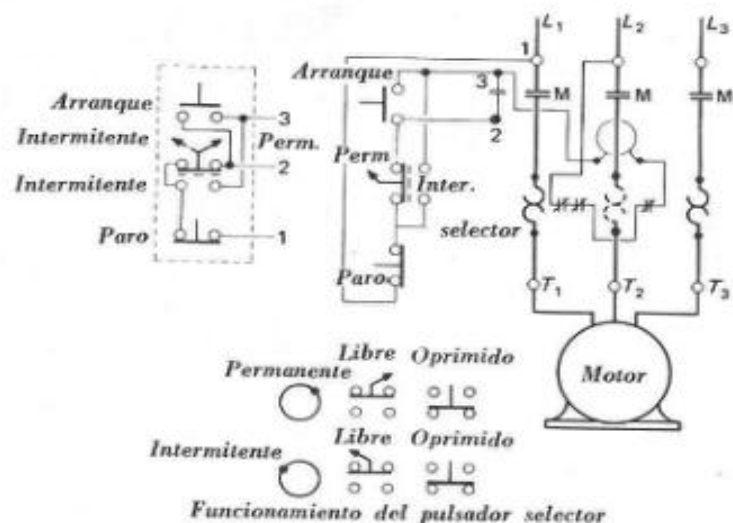


Fig. 5.24. — Esquema básico de un contactor magnético gobernado desde una estación ARRANQUE-INTERMITENTE-PARO provista de pulsador selector.

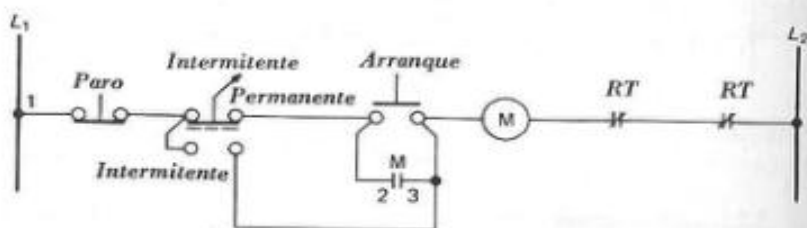


Fig. 5.25. — Esquema lineal del circuito de control representado en la figura 5.24.

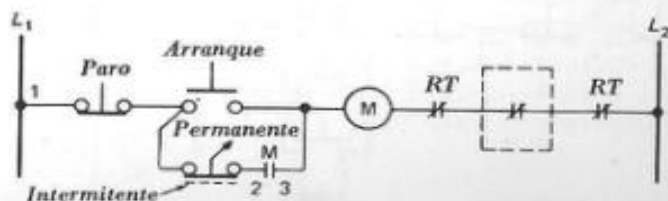


Fig. 5.26. — Esquema lineal del circuito de control de un contactor gobernado desde una estación provista de interruptor selector para marcha intermitente y permanente.

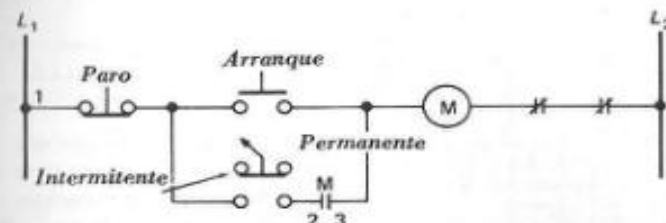


Fig. 5.27. — Esquema lineal del circuito de control de un contactor gobernado desde una estación ARRANQUE-INTERMITENTE-PARO con interruptor selector.

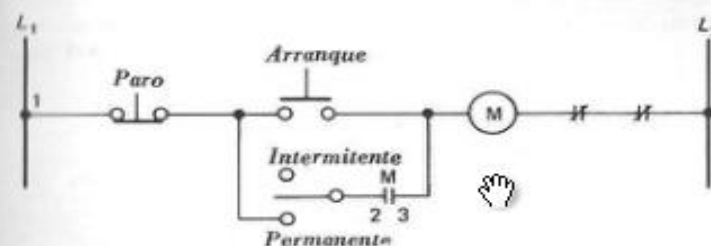


Fig. 5.28. — Esquema lineal del circuito de control de un contactor gobernado desde una estación con interruptor selector para marcha intermitente y permanente.

Fig. 5.29. — Cuadro de mando de una estación en la que el propio pulsador de arranque se utiliza para marcha permanente e intermitente.

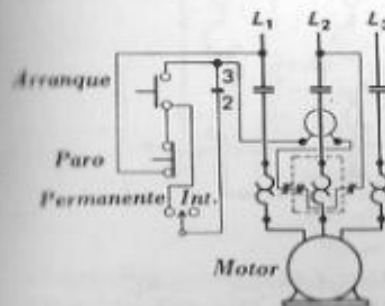
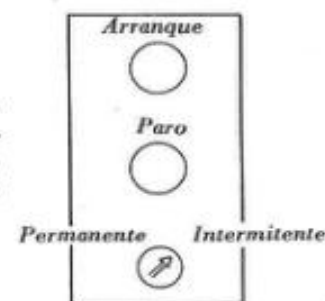


Fig. 5.30. — Esquema básico de un contactor magnético gobernado por una estación con un solo pulsador de arranque para marcha permanente y marcha intermitente.

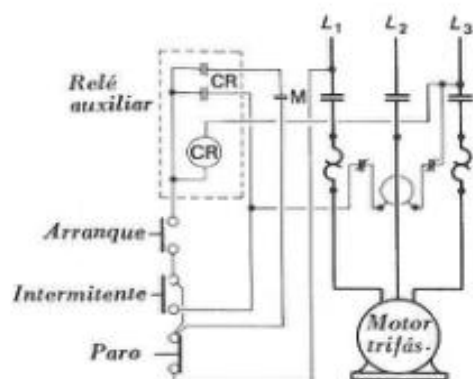


Fig. 5.31. — Esquema básico de un contactor magnético gobernado por una estación ARRANQUE-INTERMITENTE-PARO con tres pulsadores normales y relé auxiliar.

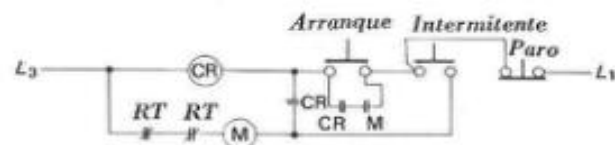


Fig. 5.32. — Esquema lineal del circuito de control del contactor representado en la figura 5.31.

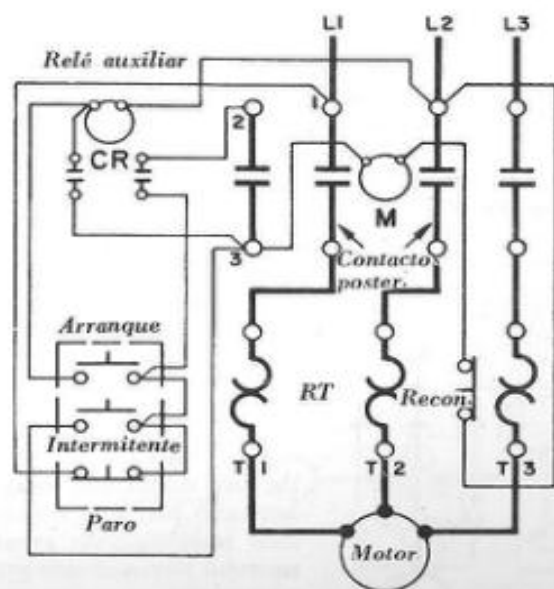


Fig. 5.33. — Esquema básico de un contactor magnético gobernado por una estación con tres pulsadores normales y relé auxiliar para marcha permanente e intermitente del motor.

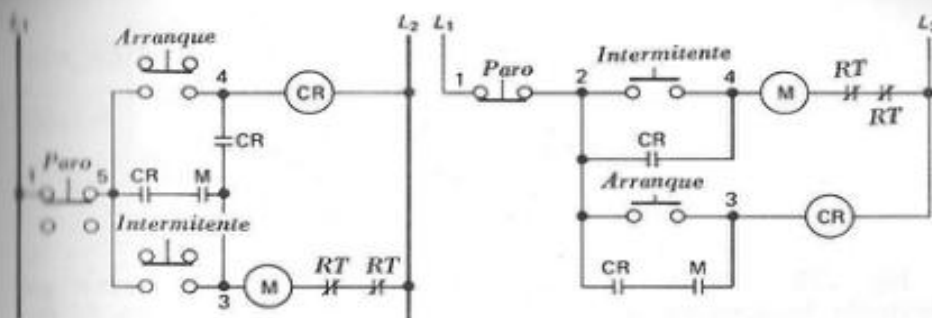


Fig. 5.34. — Dos esquemas análogos de circuito de control para el gobierno de un contactor desde una estación ARRANQUE-INTERMITENTE-PARO con tres pulsadores normales y relé auxiliar.

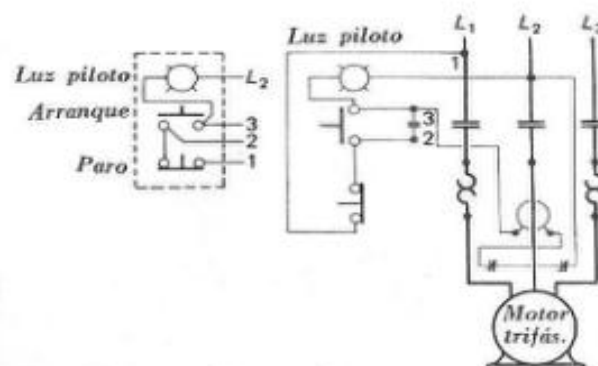


Fig. 5.35. — Esquema básico de un contactor magnético trifásico gobernado por una estación de dos pulsadores provista de lámpara indicadora.

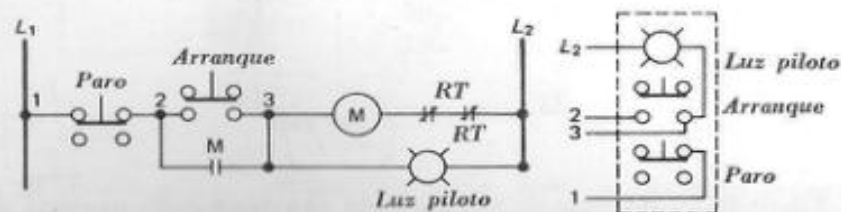


Fig. 5.36. — Esquema del circuito de control de un contactor magnético gobernado por una estación ARRANQUE-PARO con luz piloto.

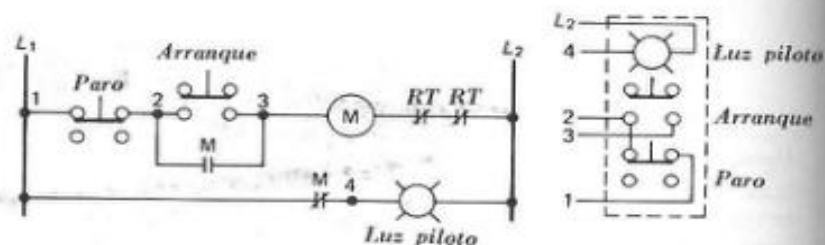


Fig. 5.37. — Esquema del circuito de control de un contactor gobernado desde una estación de dos pulsadores con luz piloto. El encendido de la lámpara indica que el motor está parado. En serie con la lámpara van unos contactos G normalmente cerrados.

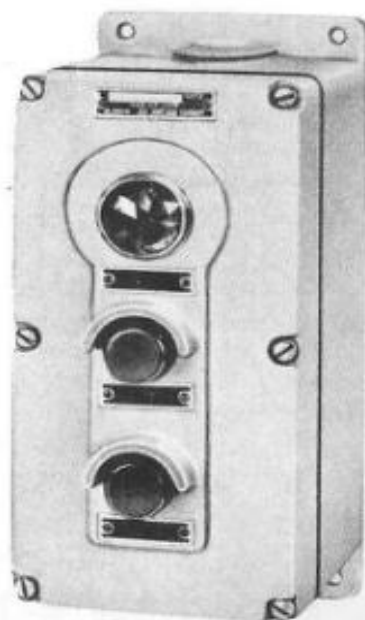


Fig. 5.38. — Aspecto de una estación ARRANQUE-PARO provista de luz piloto (Furnas Electric Company).

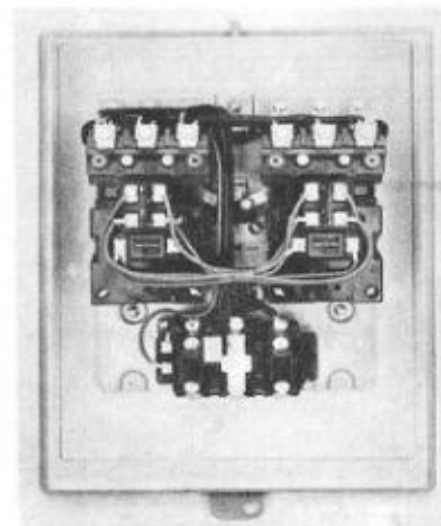


Fig. 5.39. — Aspecto de un contactor magnético de conexión directa e inversión (Allen Bradley Company).

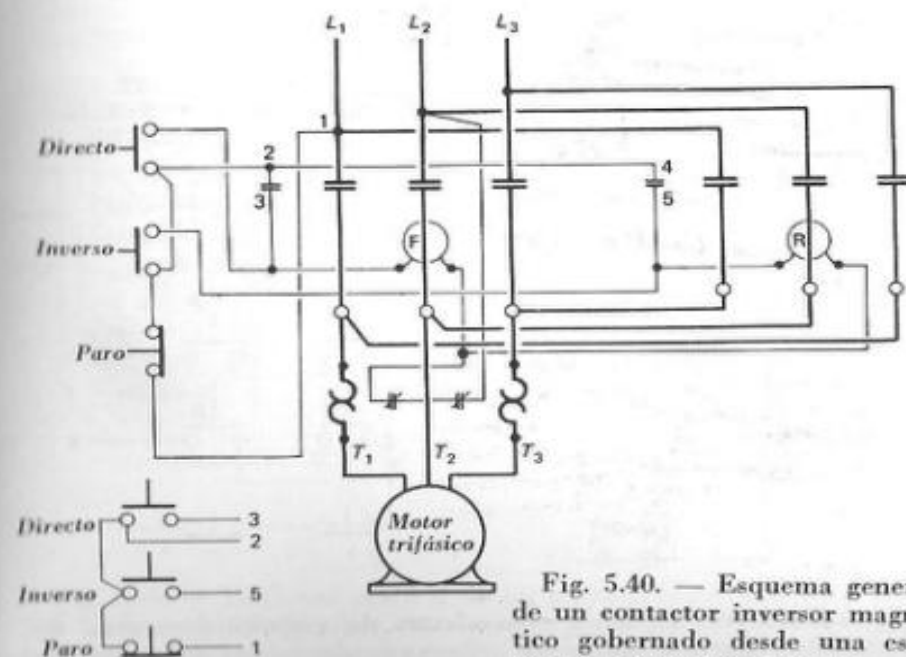


Fig. 5.40. — Esquema general de un contactor inversor magnético gobernado desde una estación DIRECTO-INVERSO-PARO.

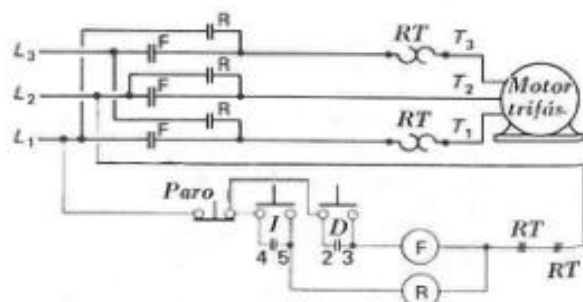


Fig. 5.41. — Esquema simplificado del contactor/inversor representado en la figura 5.40.

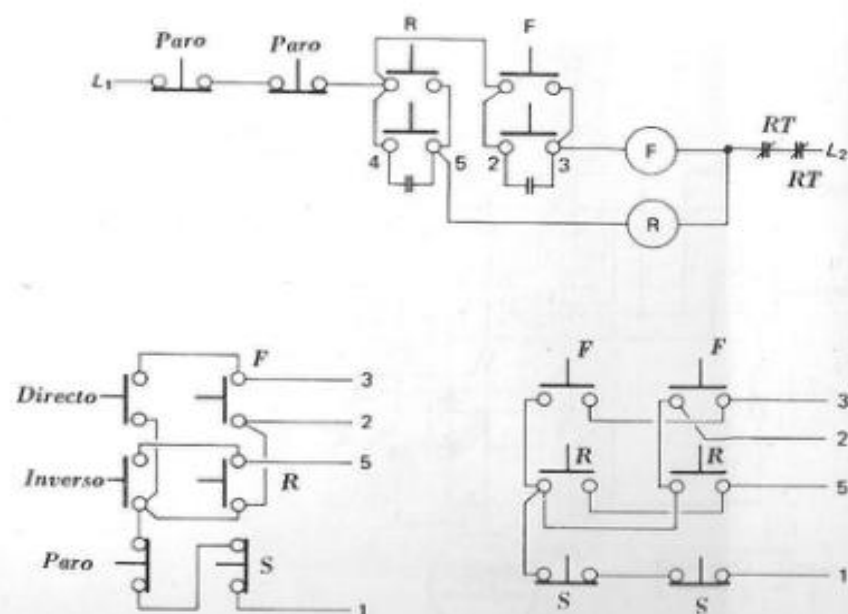


Fig. 5.42. — Tres esquemas equivalentes del circuito de control de un contactor/inversor magnético gobernado desde dos estaciones de pulsadores DIRECTO-INVERSO-PARO.

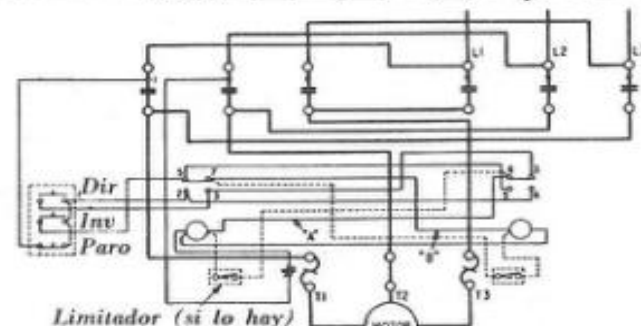


Fig. 5.43. — Esquema general de un contactor/inversor magnético con enclavamiento mecánico e interconexión eléctrica (Allen Bradley).

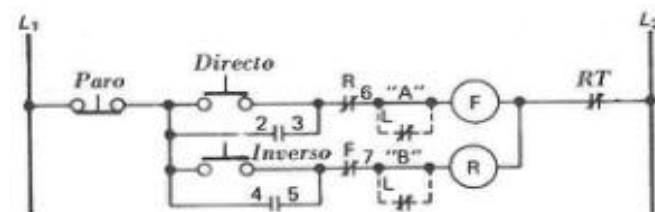


Fig. 5.44. — Esquema del circuito de control del contactor/inversor representado en la figura 5.43.

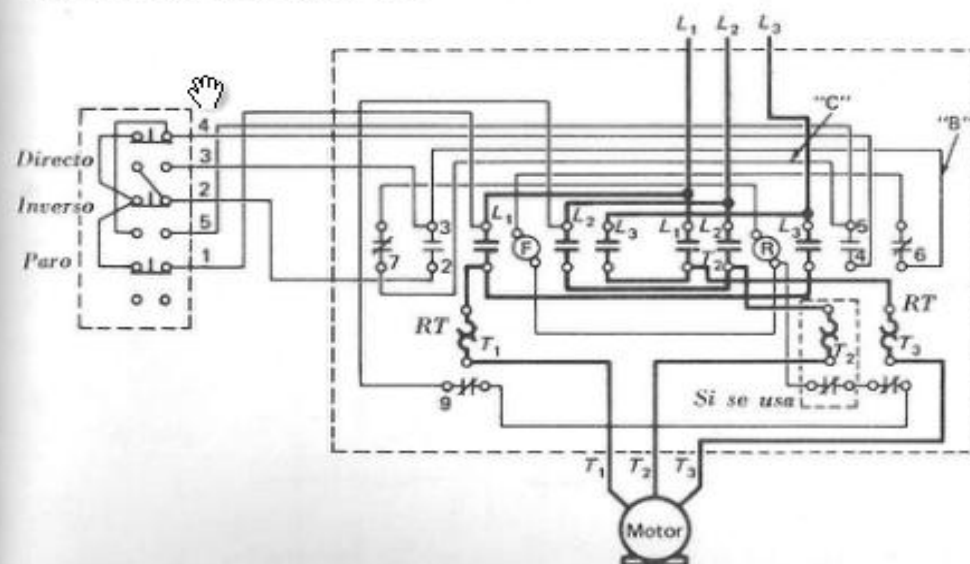


Fig. 5.45. — Esquema general de un contactor/inversor magnético con interconexión eléctrica entre ambos circuitos de control. El gobierno se efectúa desde una estación de pulsadores DIRECTO-INVERSO-PARO, y para la inversión no es necesario accionar previamente el pulsador de PARO (General Electric Company).

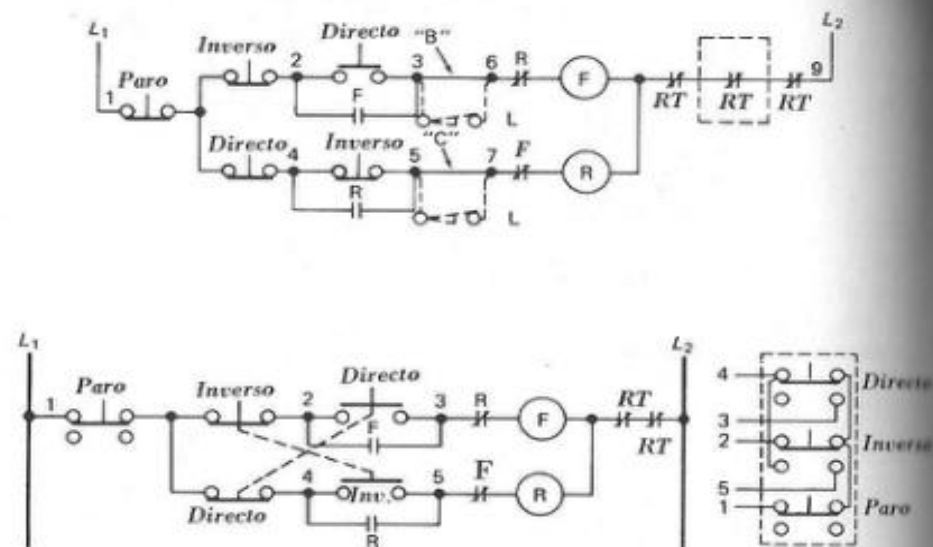


Fig. 5.46. — Dos esquemas equivalentes del circuito de control del contactor de la figura 5.45. Las conexiones B y C se utilizan cuando no se prevé la inserción de limitadores.

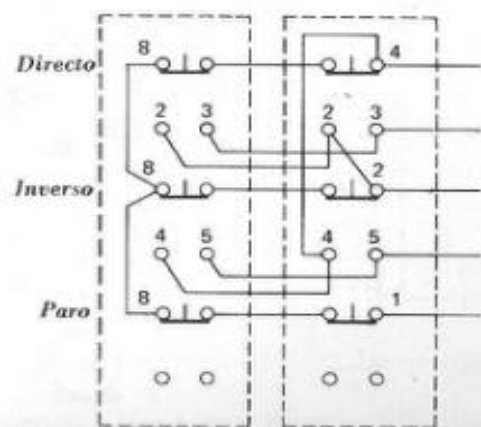


Fig. 5.47. — Interconexión de dos estaciones de tres pulsadores DIRECTO-INVERSO-PARO para permitir la inversión directa del sentido de giro del motor desde dos puntos distintos, sin necesidad de oprimir el pulsador de PARO.

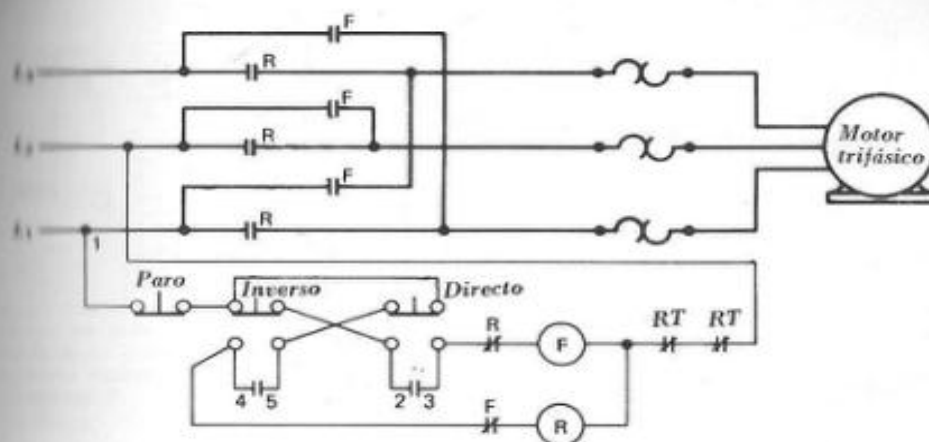


Fig. 5.48. — Esquema general simplificado de un contactor/inversor magnético con interconexión eléctrica de seguridad. El gobierno es por medio de una estación de tres pulsadores DIRECTO-INVERSO-PARO.

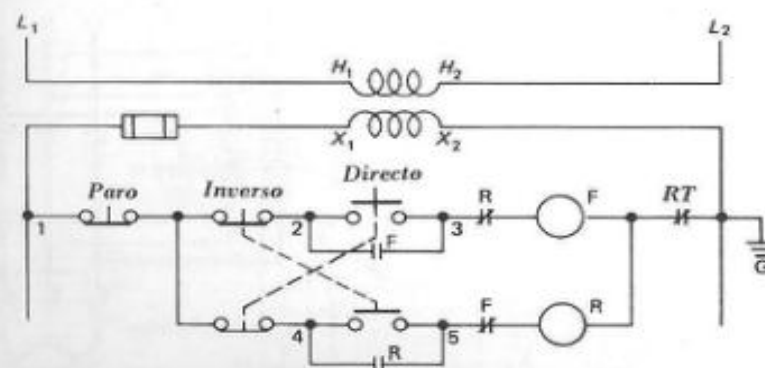


Fig. 5.49. — Esquema de un circuito de control análogo a los de la figura 5.46, pero provisto de transformador reductor de alimentación.

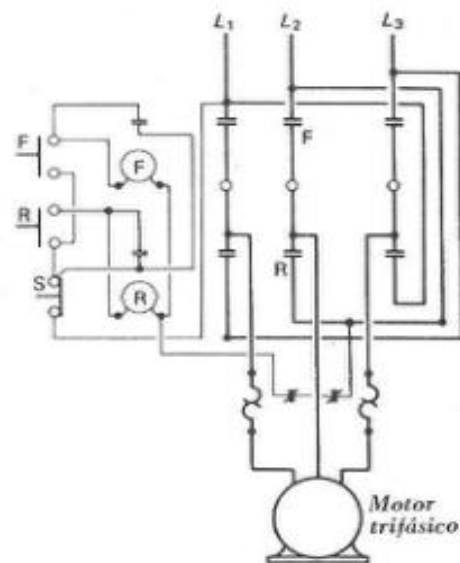


Fig. 5.50. — Esquema de un contactor/inversor magnético idéntico al de la figura 5.40, pero con disposición vertical de ambos circuitos de control.

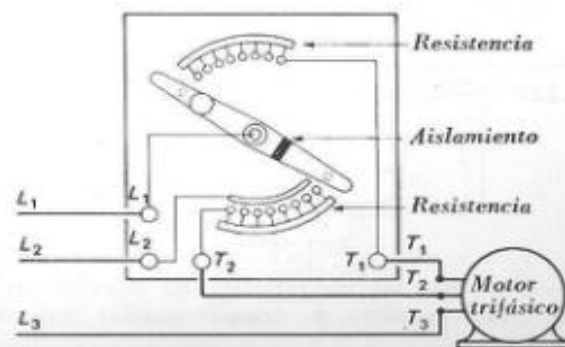


Fig. 5.51. — Reóstato manual de arranque intercalado en el circuito primario de un motor trifásico.

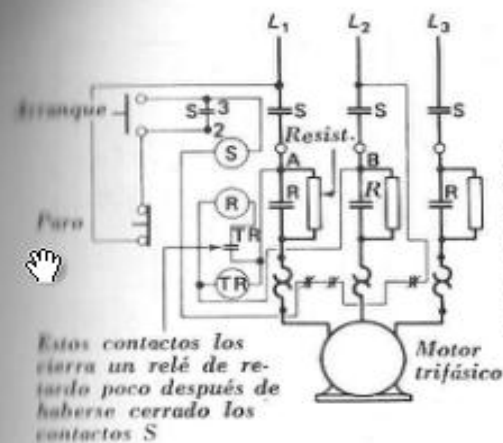


Fig. 5.52. — Esquema general de un arrancador automático, provisto de reóstato de una sola etapa, intercalado en el circuito primario de un motor trifásico. TR = relé de tiempo; S = contactor de arranque; R = contactor de régimen.

Estos contactos los cierra un relé de retardo poco después de haberse cerrado los contactos S

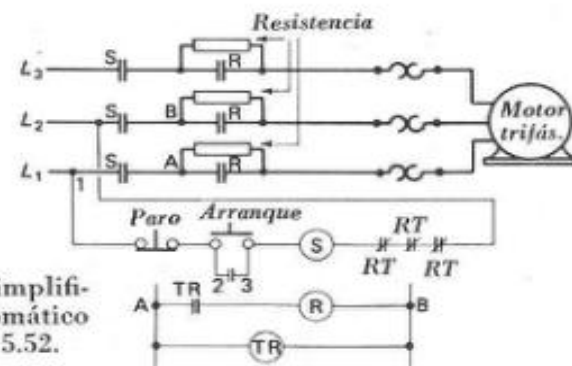
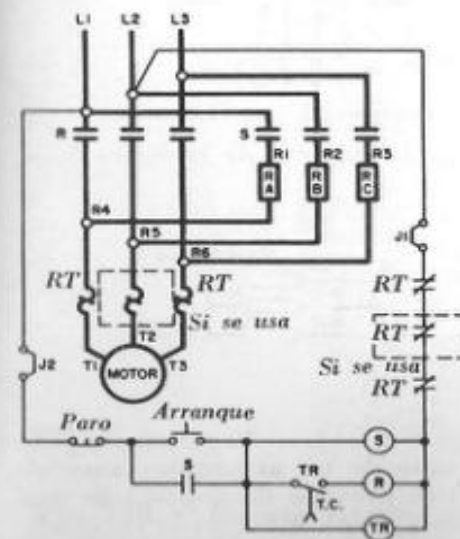


Fig. 5.53. — Esquema simplificado del arrancador automático representado en la figura 5.52.



Nota: si se usa un sistema de control independiente, quítense los puentes J₁ y J₂.

Fig. 5.54. — Esquema de un arrancador automático provisto de reóstato primario y relé de retardo (General Electric Company).

S = contactor de arranque; R = contactor de régimen; RA, RB, RC = resistencias; TR = relé de retardo; TC = contacto normalmente abierto del relé de retardo.

Fig. 5.55.—Motor trifásico con el arrollamiento rotórico conectado a un reóstato secundario a través de anillos colectores. El arrollamiento estatórico se conecta a la red con auxilio de un interruptor tripolar de accionamiento manual.

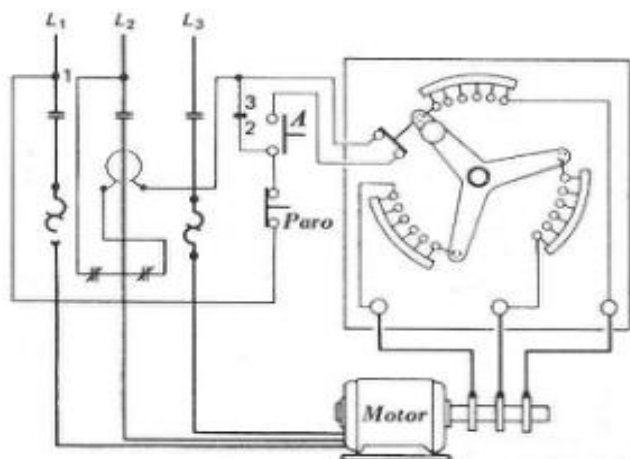
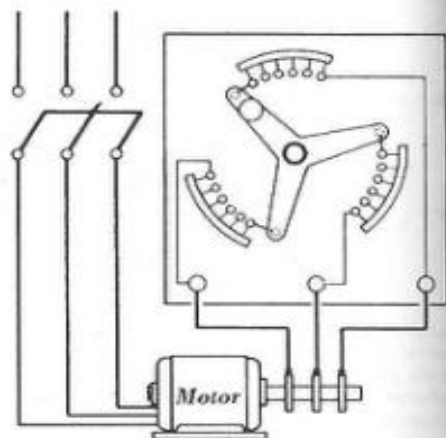


Fig. 5.56.—Esquema de un arrancador como el de la figura 5.55, pero provisto de contactor magnético.

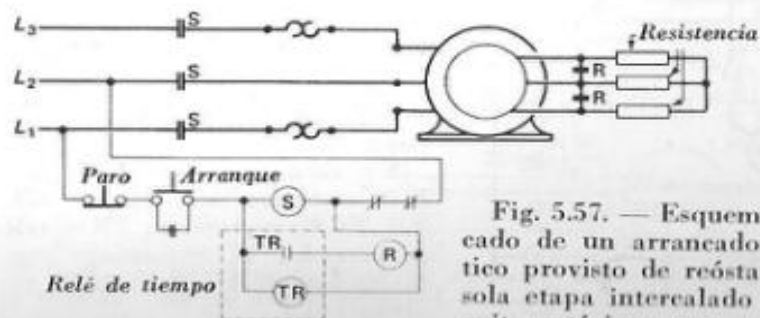


Fig. 5.57.—Esquema simplificado de un arrancador automático provisto de reóstato de una sola etapa intercalado en el circuito rotórico.

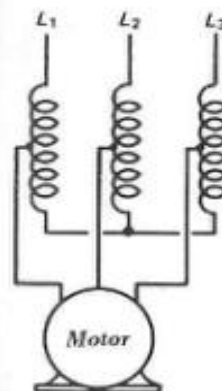


Fig. 5.58.—Conexión de un compensador normal en el momento del arranque.



Fig. 5.59.—Aspecto exterior de un compensador típico de accionamiento manual (General Electric Company).

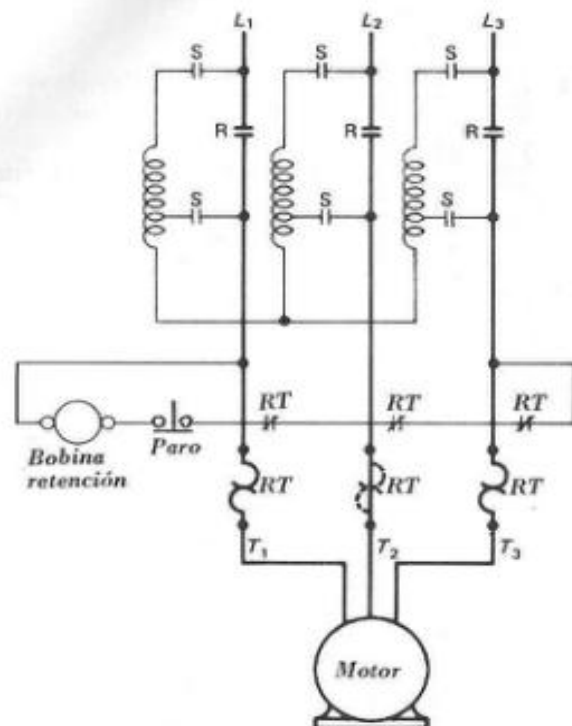


Fig. 5.60. — Esquema general de un compensador trifásico corriente (con tres autotransformadores) de accionamiento manual.

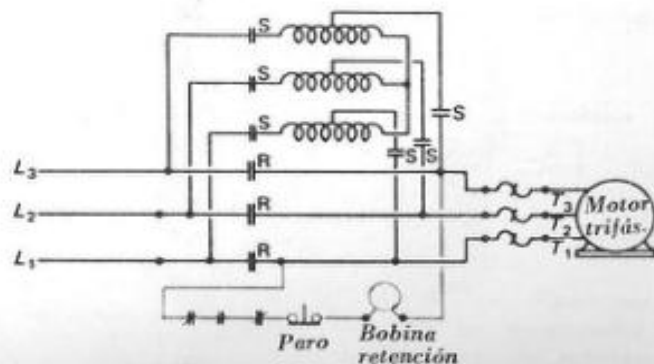


Fig. 5.61. — Esquema simplificado correspondiente al compensador de la figura 5.60.

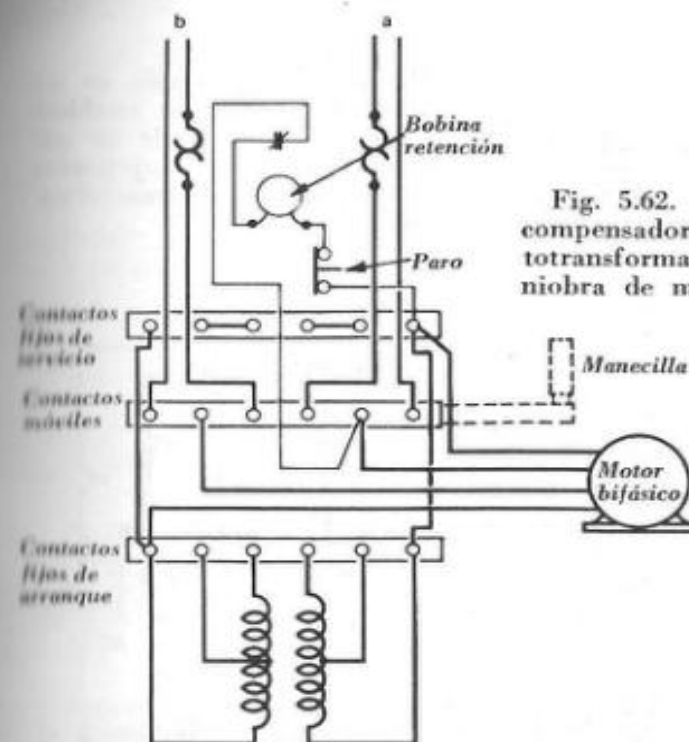


Fig. 5.62. — Esquema de un compensador manual con dos autotransformadores para la maniobra de motores bifásicos.

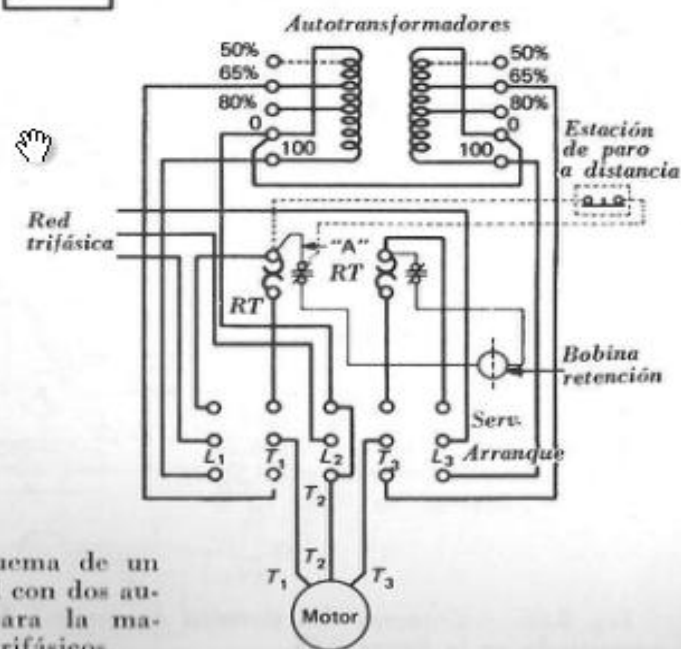


Fig. 5.63. — Esquema de un compensador manual con dos autotransformadores para la maniobra de motores trifásicos.

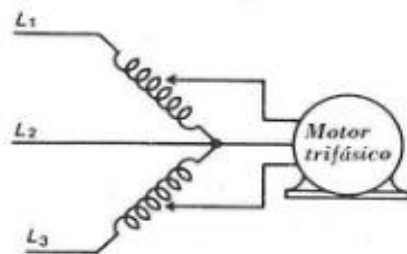
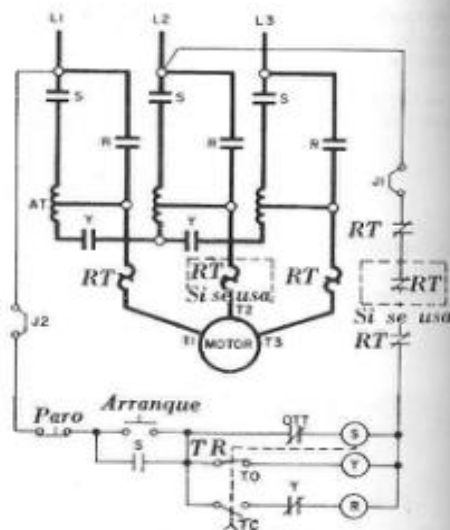


Fig. 5.64. — Conexión en triángulo abierto que se establece durante el arranque de un motor trifásico con un compensador provisto de dos autotransformadores.

Fig. 5.65. — Esquema general de un compensador automático para la maniobra de motores trifásicos (*General Electric Company*). S = contactos de arranque; R = contactos de servicio; Y = = contactos de estrella; AT = autotransformador; OTT = termostato de sobrecalentamiento; TR = relé neumático de retardo; TO = contacto normalmente cerrado del relé de retardo; TC = = contacto normalmente abierto del relé de retardo; RT = contacto de relé término.



Nota: si se usa un sistema de control independiente, quítense los puentes J1 y J2.

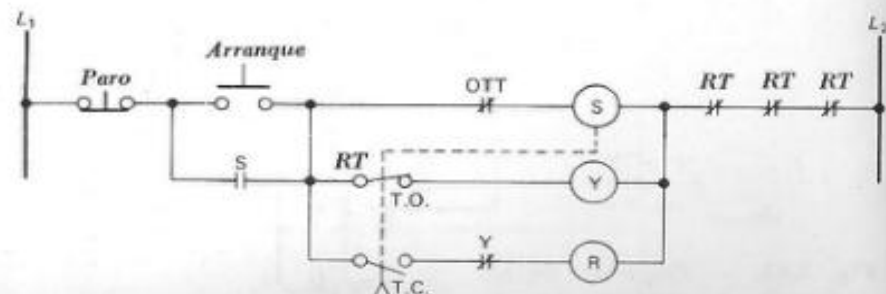


Fig. 5.66. — Esquema del circuito de control del compensador representado en la figura 5.65.

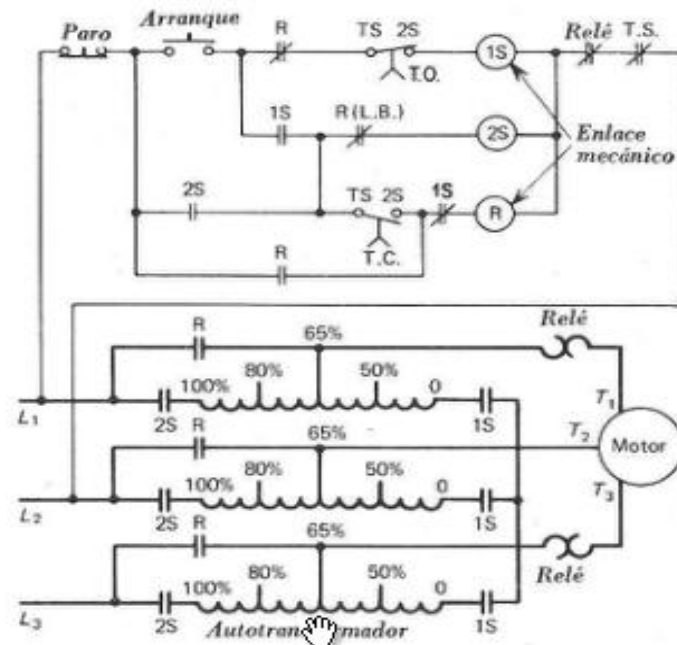


Fig. 5.67. — Esquema general de un compensador automático para la maniobra de motores trifásicos (*Allen Bradley Company*).

Fig. 5.68. — En un motor conectado en triángulo, cada fase recibe la plena tensión de la red.

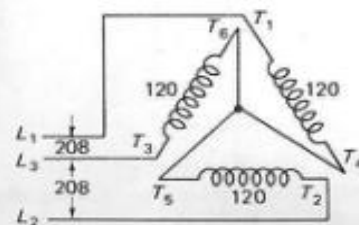
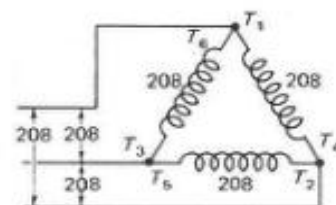


Fig. 5.69. — Si el motor de la figura 5.68 se reconecta en estrella, cada fase recibirá únicamente el 58 % de la tensión de la red.

	L ₁	L ₂	L ₃	Unanise
Arran	T ₁	T ₂	T ₃	(T ₄ T ₅ T ₆)
Serv.	T ₁ T ₆	T ₂ T ₄	T ₃ T ₅	-----

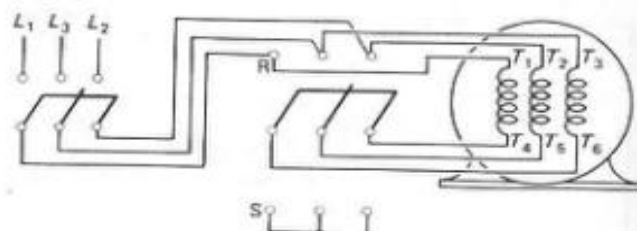
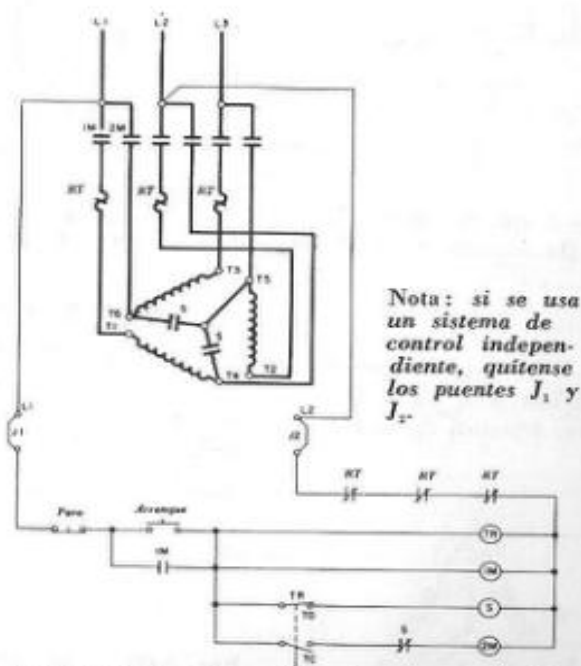


Fig. 5.70. — Esquema de un arrancador estrella/triángulo de accionamiento manual.



Nota: si se usa un sistema de control independiente, quítense los puentes J_1 y J_2 .

Fig. 5.71. — Esquema de un arrancador estrella/triángulo automático, del tipo de transición abierta (*General Electric Company*). IM = bobina y contactos de arranque; 2M = bobina y contactos de triángulo; S = bobina y contactos de estrella; RT = bobina y contacto de relé término; TR = relé neumático de retardo; TO = contacto normalmente cerrado del relé de retardo; TC = contacto normalmente abierto del relé de retardo.

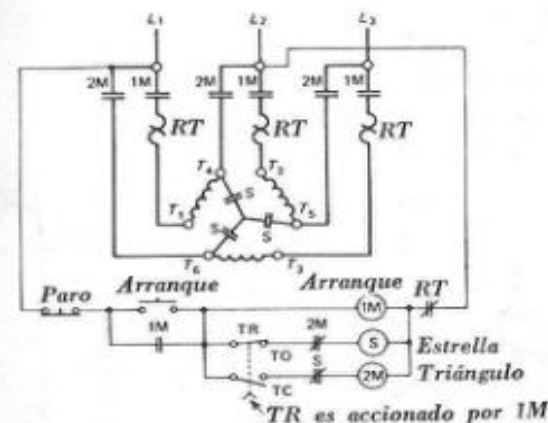


Fig. 5.72. — Esquema de un arrancador estrella/triángulo de accionamiento magnético (*General Electric Company*).

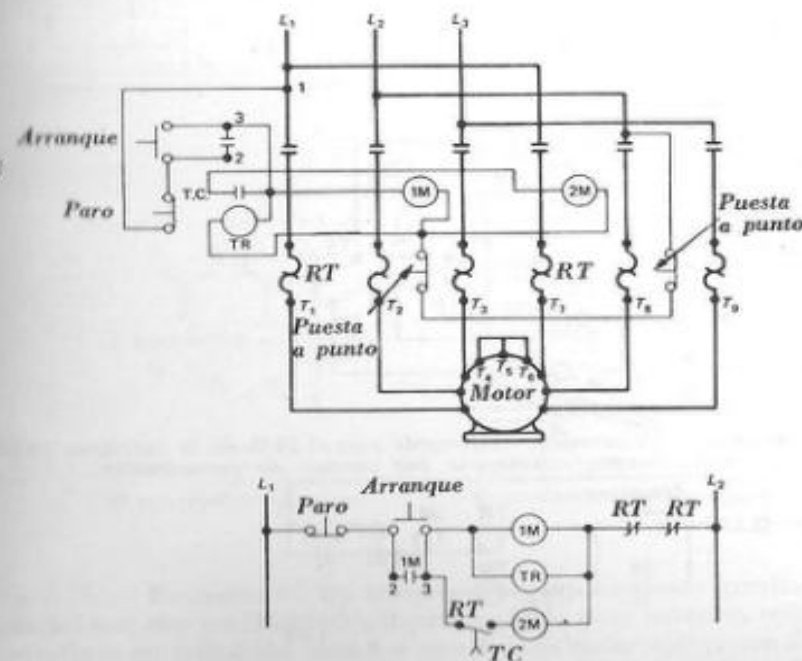


Fig. 5.73. — Esquema general de un arrancador automático de arrollamiento parcial, conectado a un motor trifásico en estrella, con nueve terminales exteriores.

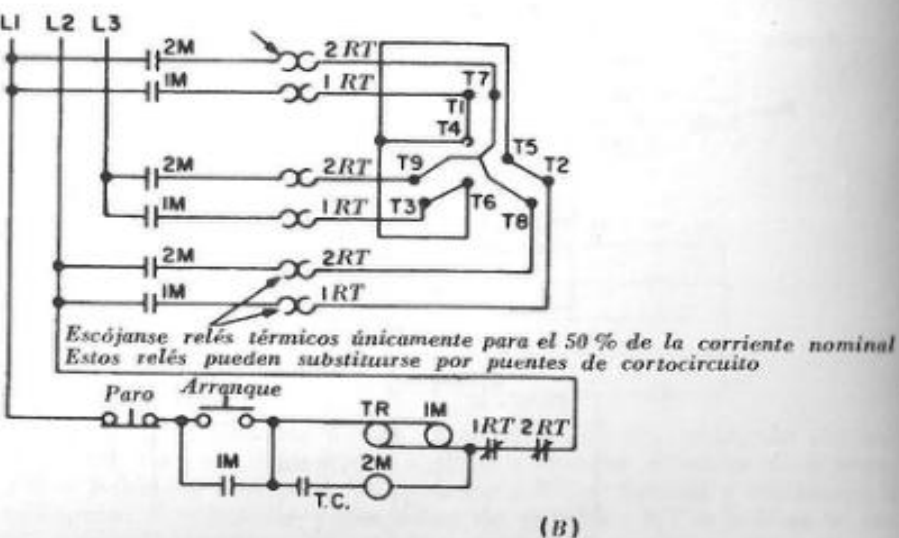
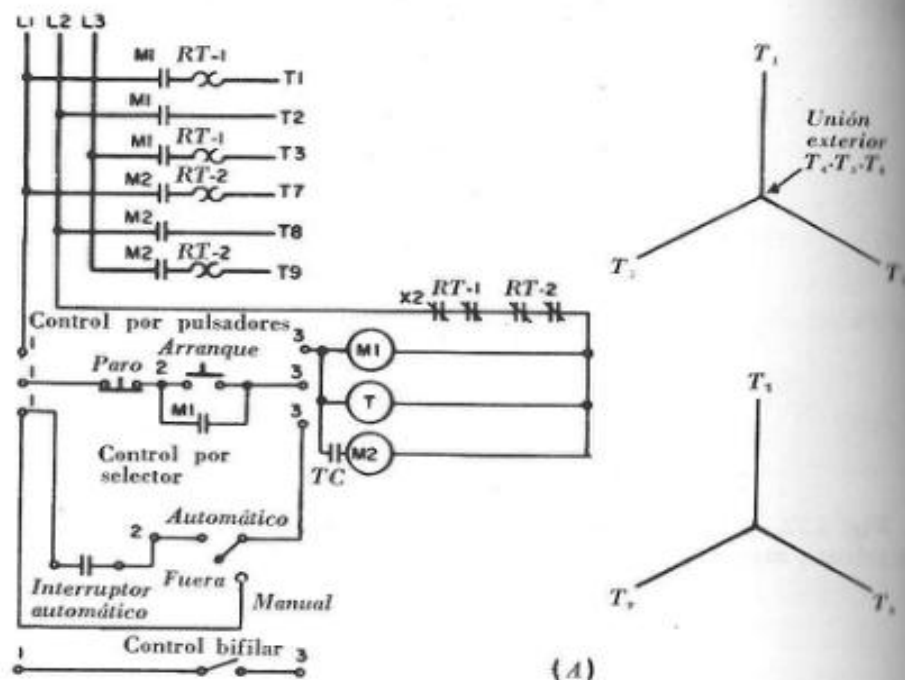
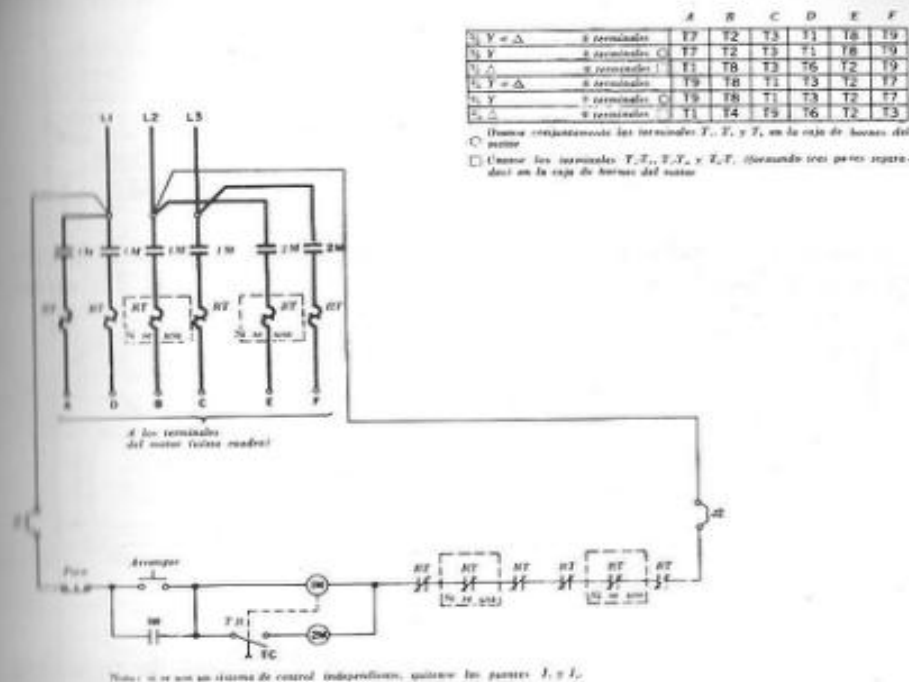
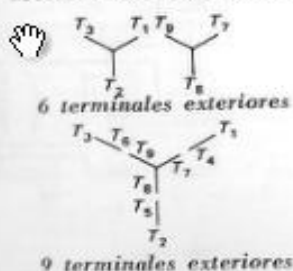


Fig. 5.74. — Dos esquemas típicos de arrancadores automáticos de arrollamiento parcial y de doble etapa, conectados a motores trifásicos en estrella. (A) *Furness Electric*; (B), *Cutler Hammer*.



Motores en doble estrella



Motores en doble triángulo

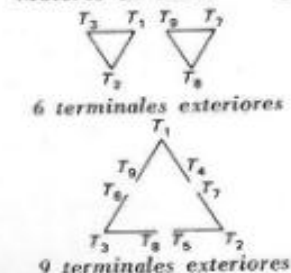


Fig. 5.75. — Esquema de un arrancador automático de arrollamiento parcial con dos posibilidades distintas, apto para motores trifásicos en estrella o en triángulo, con 9 o con 6 terminales exteriores (*General Electric*). IM = contactor de arranque; 2M = contactor de servicio; TR = relé neumático de retardo; TC = contacto normalmente abierto del relé de retardo; RT = relé término.

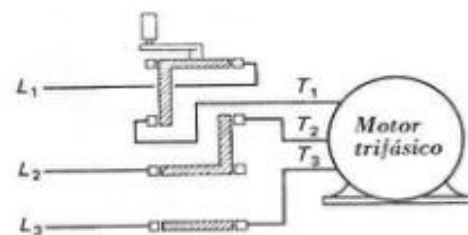


Fig. 5.76. — Motor trifásico con combinador manual de inversión en la posición correspondiente a giro en sentido horario (a derechas).

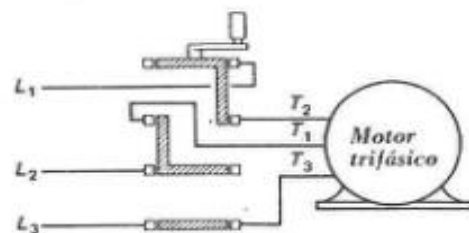


Fig. 5.77. — Motor trifásico con combinador manual de inversión en la posición correspondiente a giro en sentido antihorario (a izquierdas).

Fig. 5.78. — Combinador manual de inversión aplicado a un motor de fase partida o de condensador.

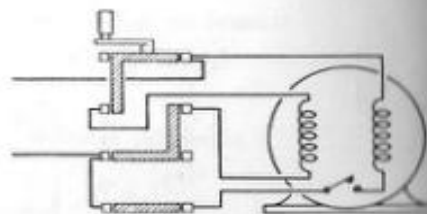


Fig. 5.79. — Combinador manual de inversión aplicado a un motor bifásico.

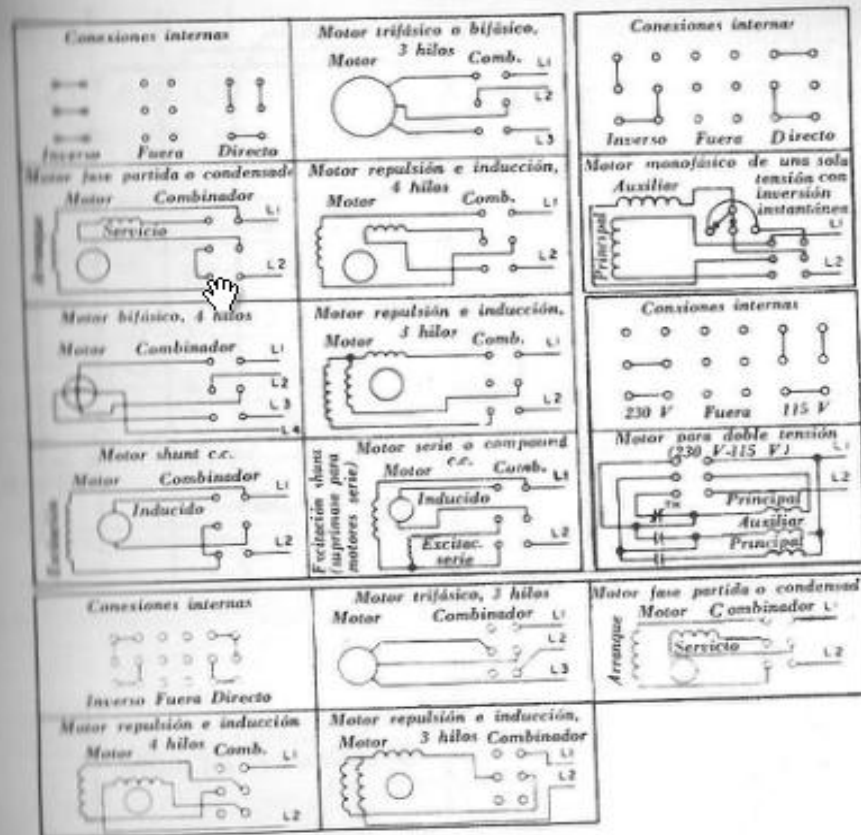
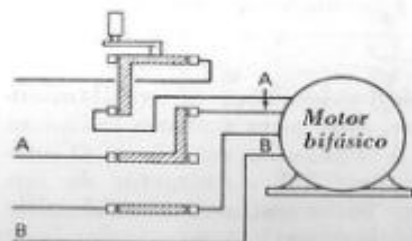


Fig. 5.80. — Posibilidades de conexión y empleo típicas de los combinadores de tambor.

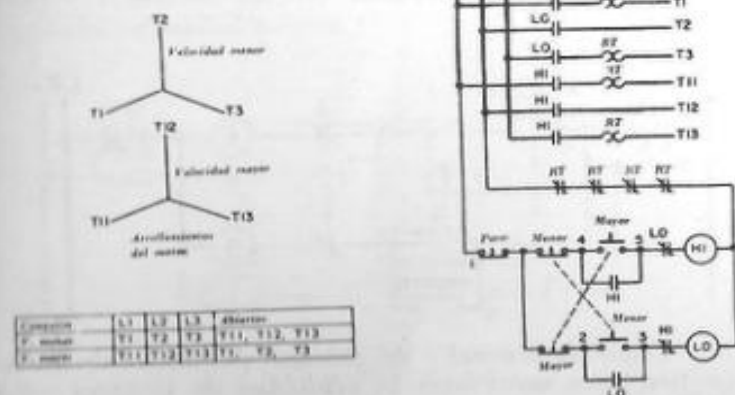


Fig. 5.81. — Esquema de un combinador magnético de dos velocidades para la maniobra de un motor trifásico con dos arrollamientos.

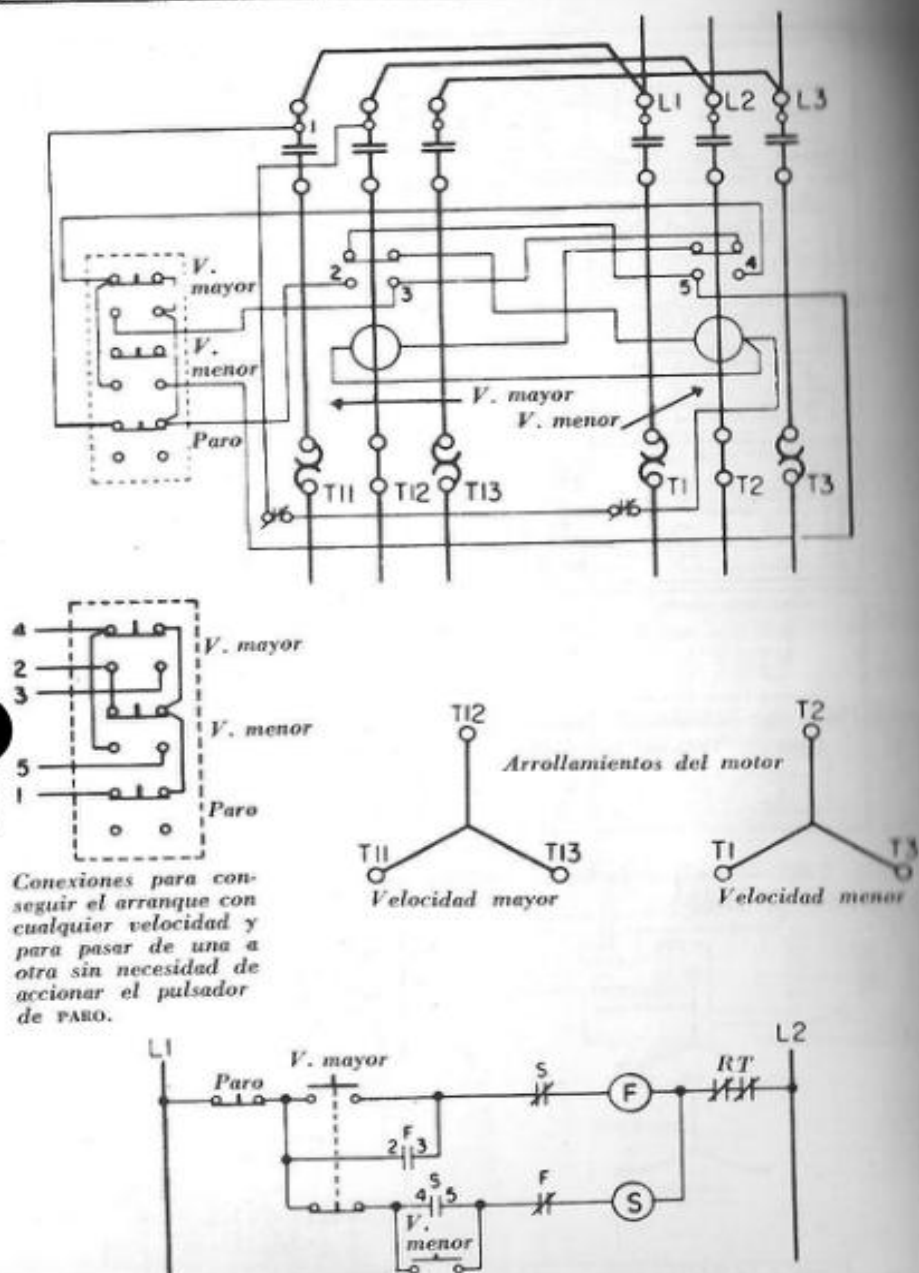


Fig. 5.82. — Esquema general y del circuito de control de un combinador magnético para maniobrar la velocidad de motores trifásicos con dos arrollamientos (Allen Bradley Co.). F = bobina y contactos para la velocidad mayor; S = bobina y contactos para la velocidad menor.

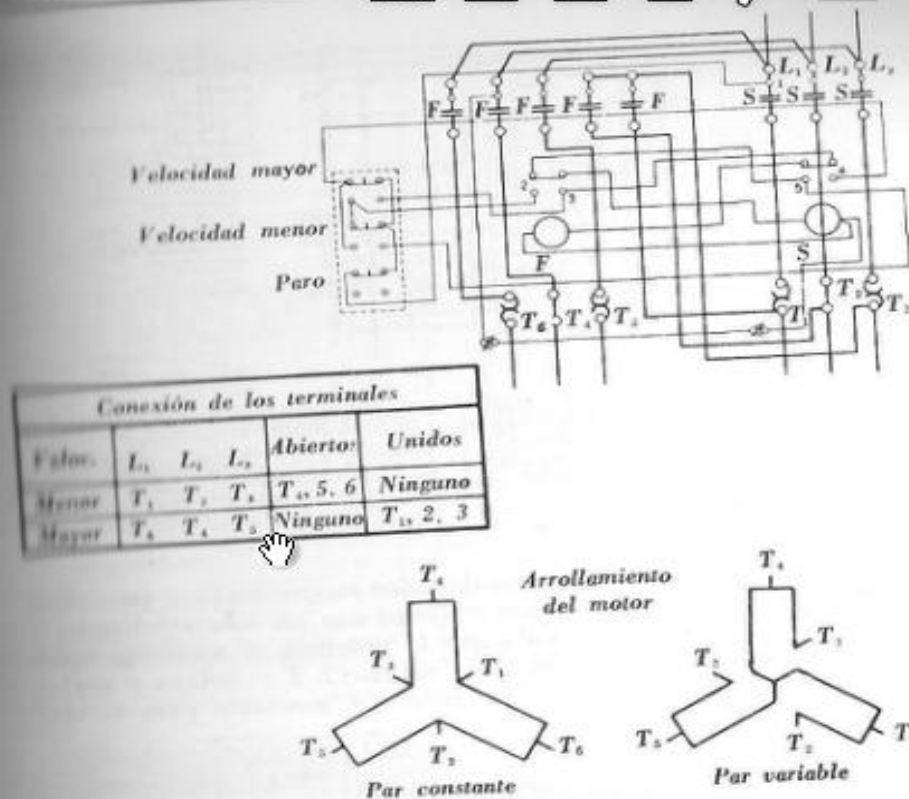


Fig. 5.83. — Esquema de un combinador magnético para maniobrar un motor trifásico de jaula de ardilla, con dos velocidades de régimen y un solo arrollamiento. El par se mantiene constante o varía, según la conexión interna del motor (Allen Bradley Company). F = bobina y contactos para la velocidad mayor; S = bobina y contactos para la velocidad menor.

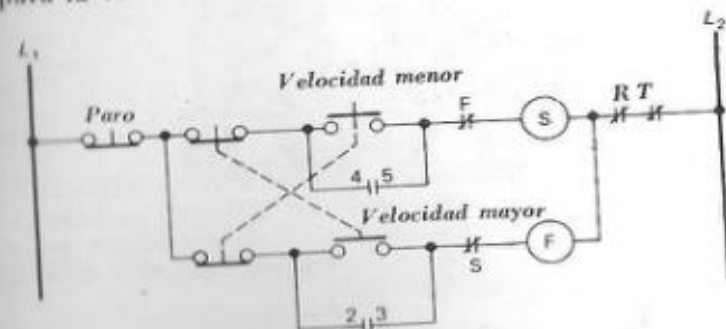


Fig. 5.84. — Esquema del circuito de control del combinador representado en la figura 5.83.

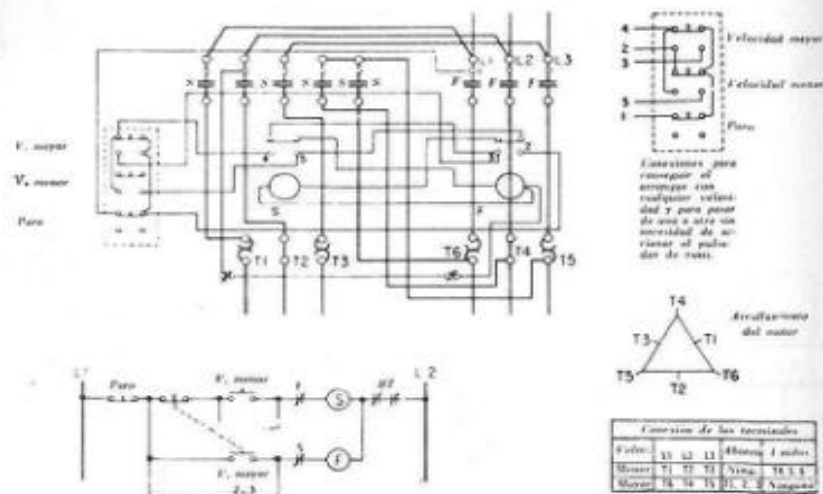


Fig. 5.85. — Esquema de un combinador magnético para maniobrar las dos velocidades de un motor trifásico con un solo arrollamiento de polos consecuentes, de modo que la potencia se mantenga sensiblemente constante (Allen Bradley Company). F = bobina y contactos para la velocidad mayor; S = bobina y contactos para la velocidad menor.

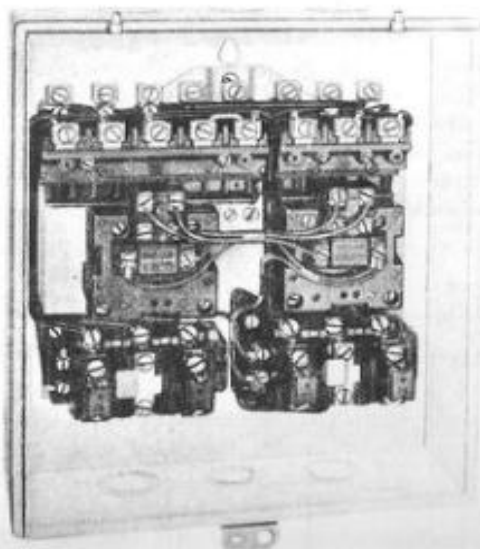


Fig. 5.86. — Aspecto exterior del combinador cuyo esquema se ha representado en la figura 5.85 (Allen Bradley Company).

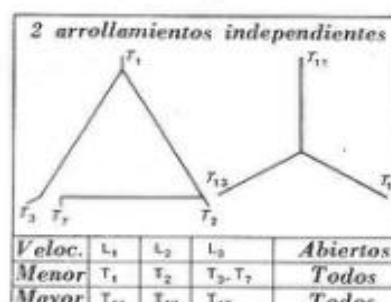
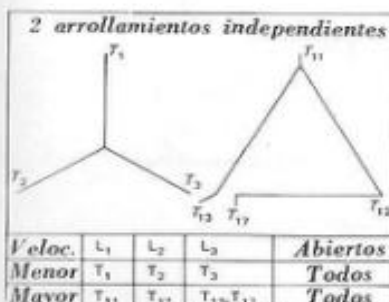
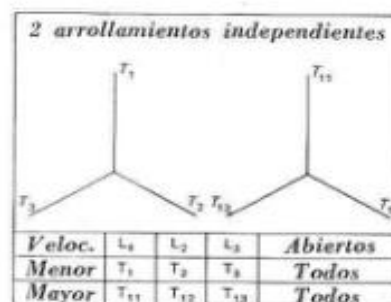
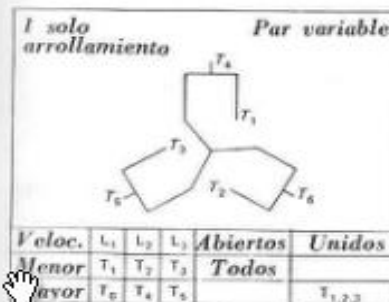
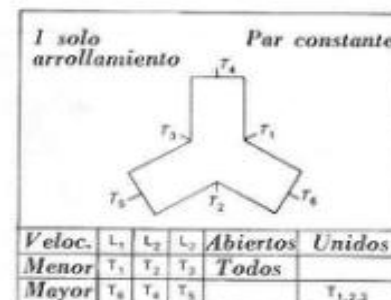
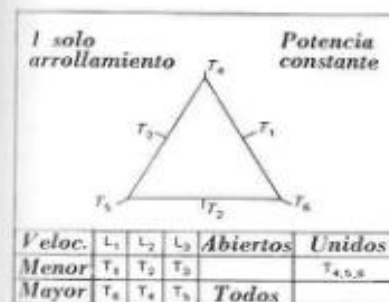


Fig. 5.87. — Diversos esquemas de arrollamientos estáticos de motores trifásicos para dos velocidades de régimen. En cada caso se detallan las conexiones de los respectivos terminales para conseguir el régimen de velocidad deseado.

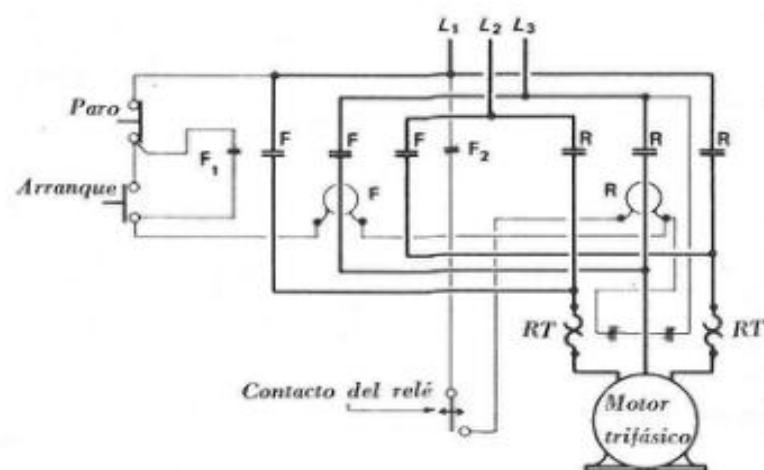


Fig. 5.88. — Esquema general de un combinador para frenado rápido, provisto de relé de inversión.

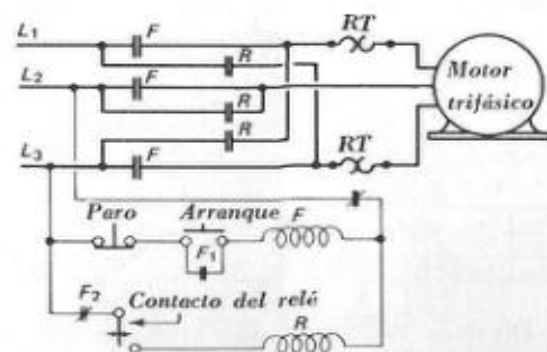


Fig. 5.89. — Esquema simplificado del combinador representado en la figura 5.88.



CAPÍTULO VI

Rebobinado de inducidos de corriente continua

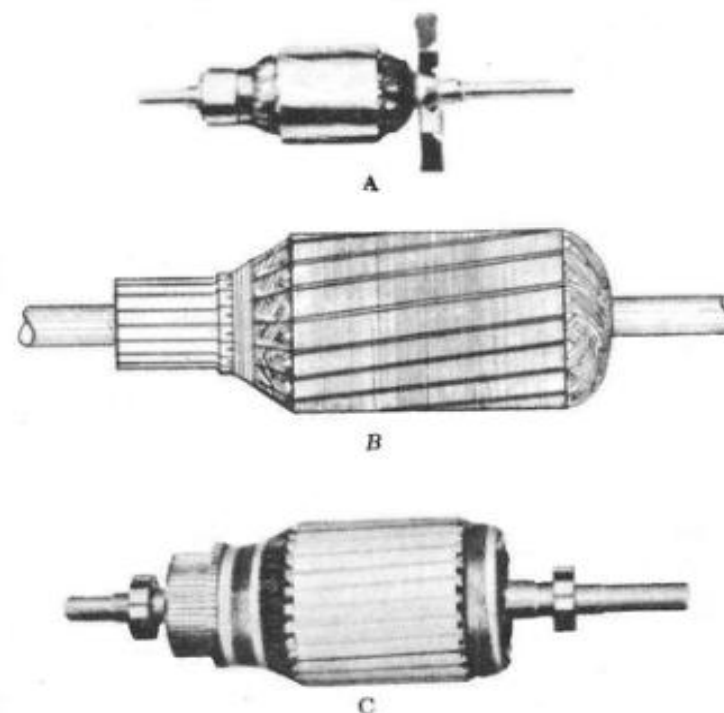


Fig. 6.1. — Diferentes tipos de inducidos de corriente continua.

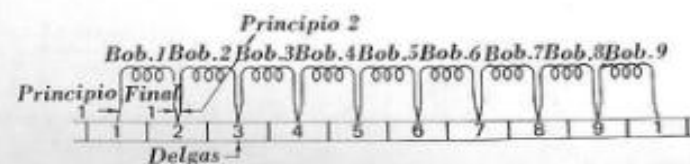


Fig. 6.2 a. — Esquema lineal de un arrollamiento simple de inducido, a base de nueve bobinas, con colector de nueve delgas. El final de cada bobina y el principio de la siguiente van conectados a una misma delga. El final de la última bobina va unido a la misma delga que el principio de la primera bobina.

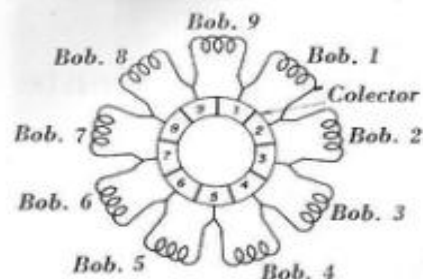


Fig. 6.2 b. — Esquema circular del arrollamiento representado en la figura 6.2 a.

Fig. 6.3. — Aislamiento de las ranuras en inducidos pequeños.

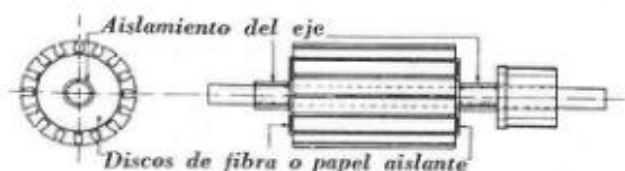
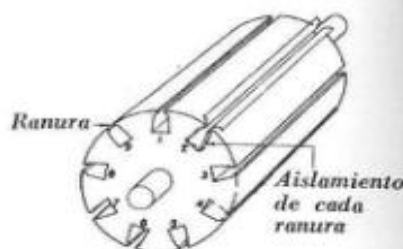


Fig. 6.4. — Además de las ranuras, es preciso aislar también el eje y las caras frontales del núcleo del inducido para proteger el arrollamiento de contactos a masa.

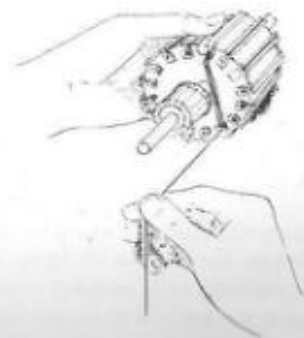


Fig. 6.5. — Un inducido pequeño puede sujetarse con una mano mientras se bobina con la otra.

Fig. 6.6. — Los inducidos de mayor tamaño se montan entre caballetes durante el bobinado.

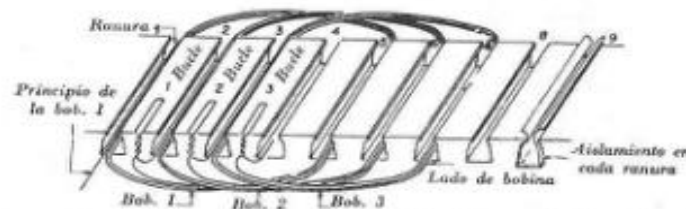
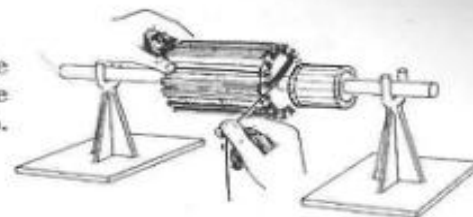


Fig. 6.7. — Manera de iniciar un arrollamiento de bucles: Una vez concluido el bobinado, cada bucle se conecta a la delga correspondiente. Obsérvese que la primera bobina está arrollada entre las ranuras 1 y 5. El paso de bobina es, pues, 1-5.

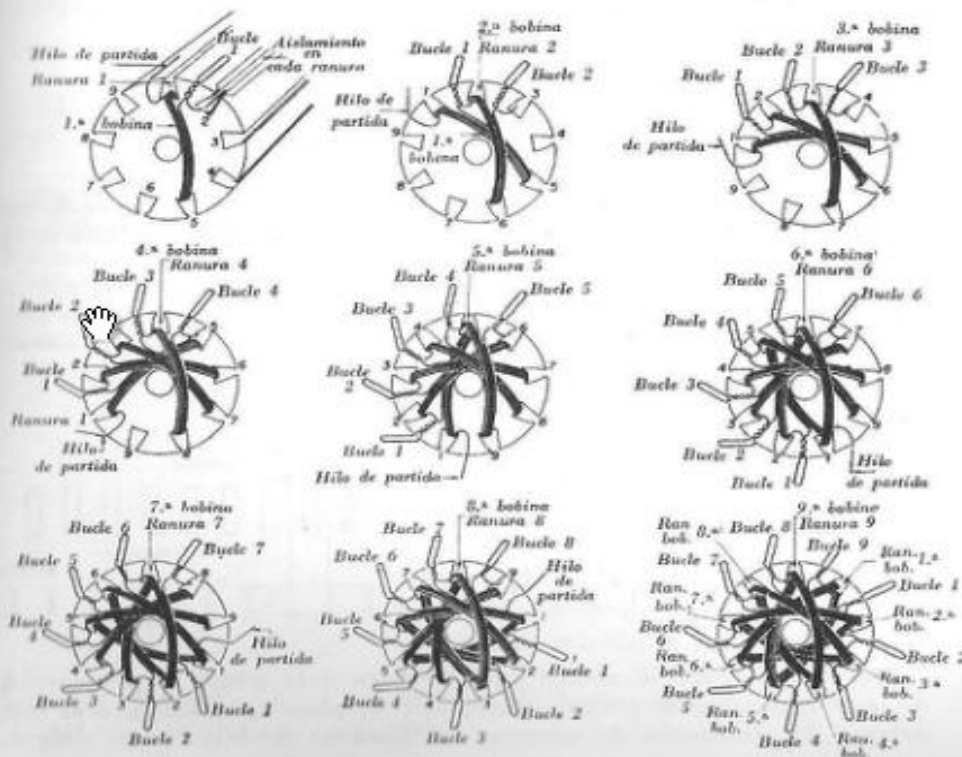
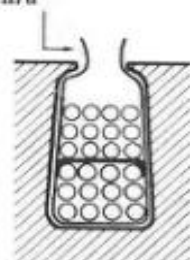


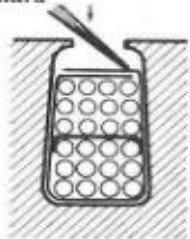
Fig. 6.8. — Fases sucesivas del bobinado de un inducido con nueve ranuras.

El aislamiento se deja sobresalir unos 5 mm por encima de la ranura

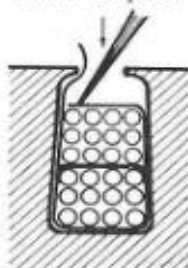


Aislamiento que separa los lados superior e inferior de bobina

Punta de fibra apretando un lado del aislamiento hacia dentro de la ranura



Punta de fibra



Cuña de madera

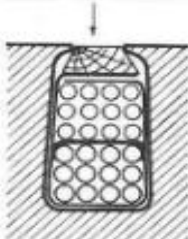


Fig. 6.9. — Manera de doblar el aislamiento hacia el interior de las ranuras y de asegurar el bobinado en las mismas mediante una cuña de madera.

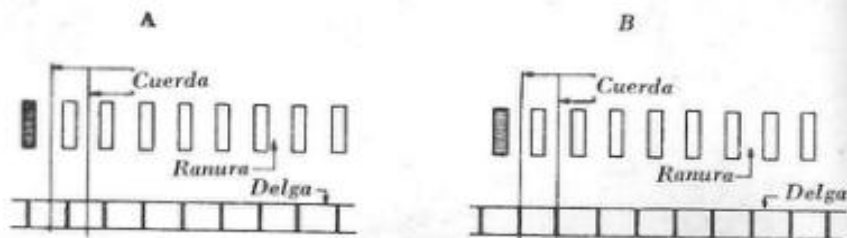


Fig. 6.10. — Procedimiento sencillo para determinar la alineación de las ranuras con respecto al colector: A) alineación de ranuras con delgas; B) alineación de ranuras con láminas de mica entre delgas.

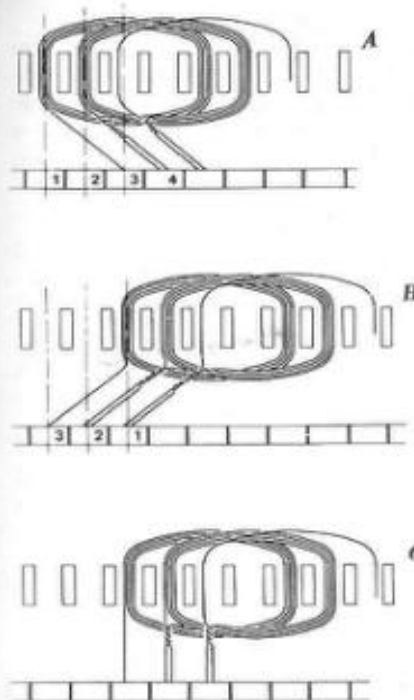


Fig. 6.11. — Tres casos de conexión de los terminales de las bobinas a las delgas del colector: A) con desplazamiento hacia la derecha; B) con desplazamiento hacia la izquierda; C) sin desplazamiento.

Fig. 6.12. — Arrollamiento de un inducido con dos bobinas por ranura. Los bucles formados son alternativamente largos y cortos, con el fin de facilitar su identificación.

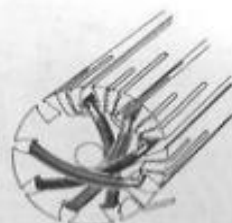
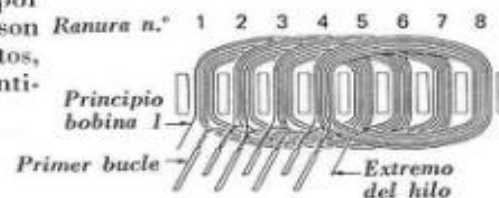


Fig. 6.13. — Vista frontal del inducido de la figura 6.12 tras haber sido arrolladas ocho bobinas. Se observa que hay doble número de bucles que de ranuras.

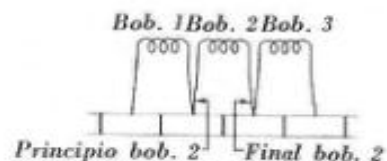


Fig. 6.14. — Esquema de un arrollamiento imbricado sencillo. El principio y el final de cada bobina van conectados a dos delgas contiguas del colector.

Fig. 6.15. — Esquema de un arrollamiento imbricado doble. El final de cada bobina va conectado dos delgas más allá de la que lleva el principio de la misma.

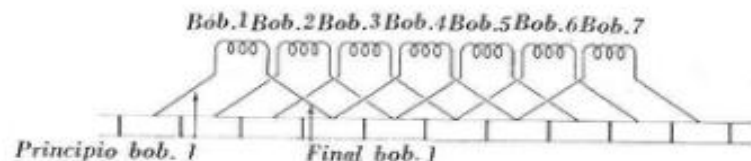
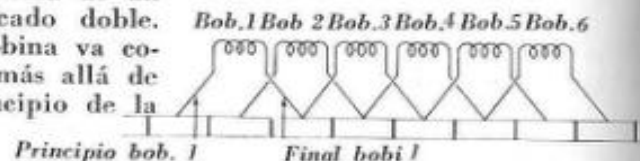


Fig. 6.16. — Esquema de un arrollamiento imbricado triple. El final de cada bobina va conectado tres delgas más allá de la que lleva el principio de la misma.

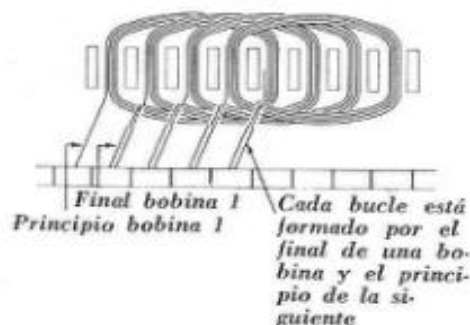


Fig. 6.18. — Arrollamiento imbricado sencillo de bucles, a base de dos bobinas por ranura. El principio y el final de cada bobina van conectados a delgas contiguas.

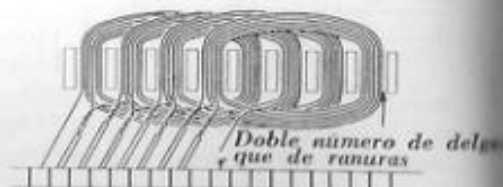


Fig. 6.17. — Arrollamiento imbricado sencillo de bucles, a base de una bobina por ranura. El principio y el final de cada bobina van conectados a delgas contiguas. Los bucles se unen sucesivamente a las delgas.

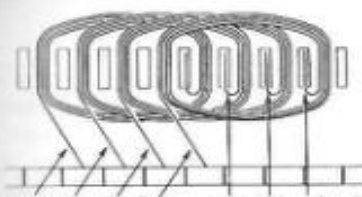


Fig. 6.19. — Arrollamiento imbricado a base de una bobina por ranura, con los principios de las bobinas conectados a las delgas.

Fig. 6.20. — Arrollamiento imbricado sencillo a base de una bobina por ranura, después de conectar los finales de las bobinas a las delgas.

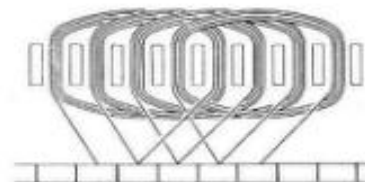


Fig. 6.21. — Arrollamiento imbricado a base de dos bobinas por ranura. Los principios de cada par de bobinas ejecutadas de forma simultánea, se conectan previamente a dos delgas contiguas del colector. Los finales de las bobinas se dejan provisionalmente libres.

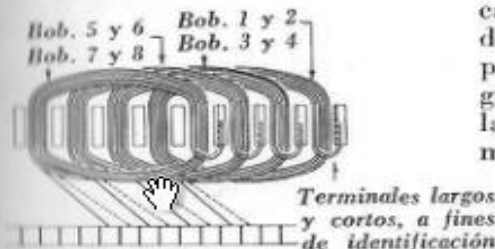


Fig. 6.22. — Arrollamiento imbricado simple a base de dos bobinas por ranura, con los finales de las bobinas ya conectados a las delgas.

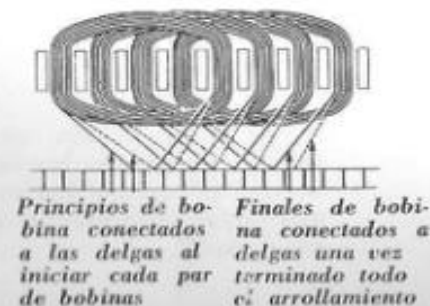


Fig. 6.23. — Identificación mediante la lámpara de prueba del terminal final de bobina que hay que conectar a cada delga para conseguir un arrollamiento imbricado sencillo.

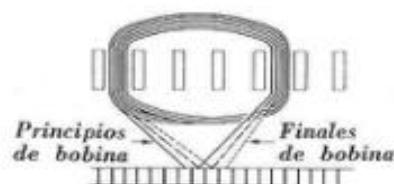
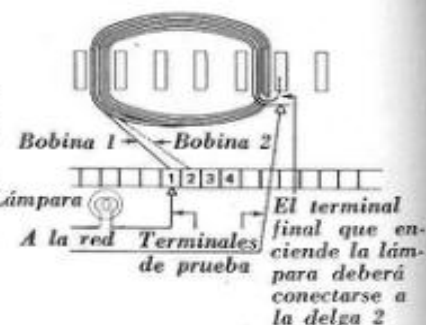


Fig. 6.24. — Arrollamiento imbricado a base de tres bobinas por ranura.

El lado superior de las 5 primeras bobinas se deja fuera de las ranuras, hasta haber alojado en el fondo de las mismas los respectivos lados inferiores

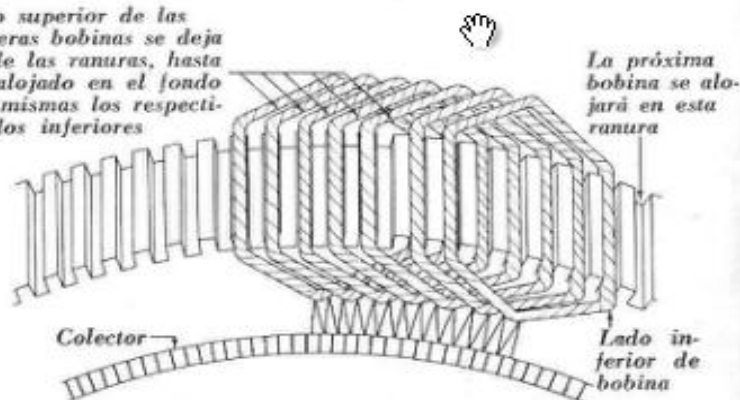


Fig. 6.25. — Arrollamiento imbricado confeccionado a base de bobinas moldeadas. Paso de cada bobina, 1 a 6; número de lados de bobina por ranura, 2.

Fig. 6.26. — En un arrollamiento imbricado los terminales de una misma bobina convergen, por estar conectados a delgas contiguas.



Fig. 6.27. — En un arrollamiento ondulado los terminales de una misma bobina divergen por estar conectados a delgas bastante distanciadas.

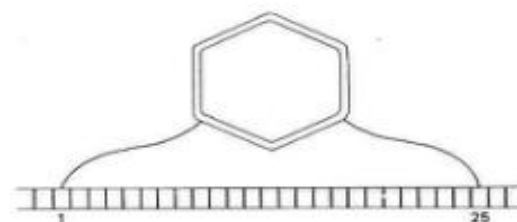
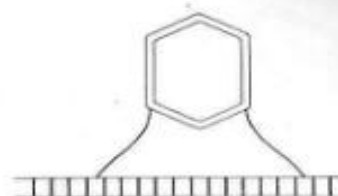


Fig. 6.28. — Conexión de los terminales de la primera bobina en un arrollamiento ondulado tetrapolar con 49 delgas en el colector. De acuerdo con la fórmula pertinente, el paso en el colector adoptado es de 24 delgas; dichos terminales se conectarán, por tanto, a las delgas 1 y 25.

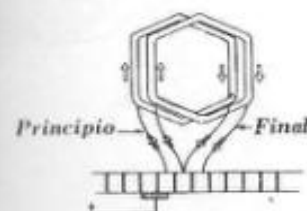
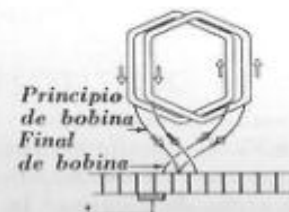


Fig. 6.29. — Arrollamiento imbricado sencillo progresivo. La corriente circula por las bobinas en el sentido de las agujas de un reloj.

Fig. 6.30. — Arrollamiento imbricado sencillo retrógrado. Los terminales de cada bobina también están conectados a delgas contiguas, pero se cruzan. La corriente circula por las bobinas en sentido contrario al de las agujas de un reloj.



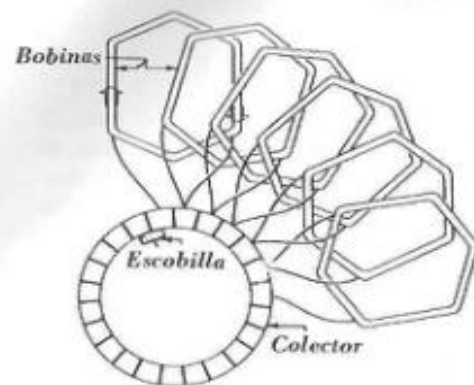


Fig. 6.31. — Arrollamiento imbricado sencillo y progresivo (paso en el colector igual a $+1$).

Fig. 6.32. — Arrollamiento imbricado sencillo y retrógrado (paso en el colector igual a -1).

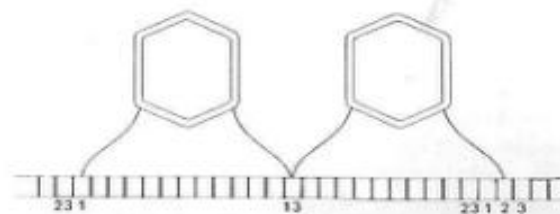
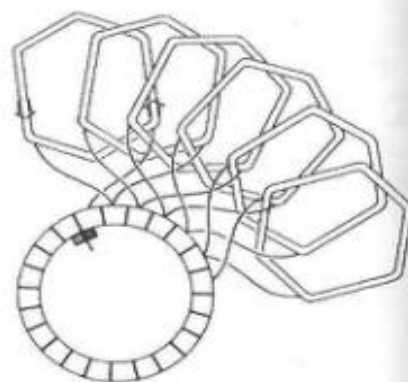


Fig. 6.33. — Arrollamiento ondulado sencillo tetrapolar y progresivo (paso en el colector, 1 a 13). La corriente recorre dos bobinas en serie antes de alcanzar la delga siguiente a la de partida.

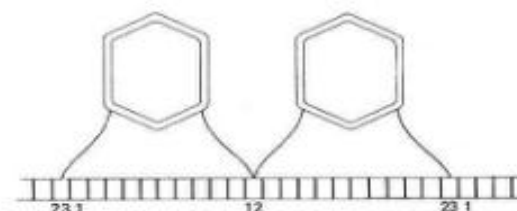


Fig. 6.34. — Arrollamiento ondulado sencillo tetrapolar y retrógrado (paso en el colector, 1 a 12).

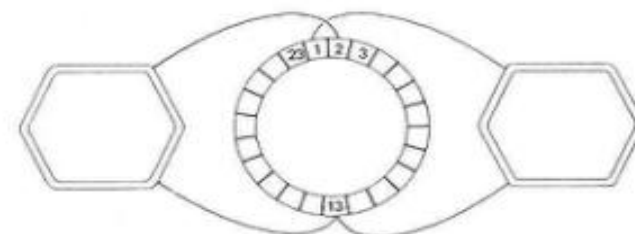


Fig. 6.35. — Esquema circular del arrollamiento ondulado progresivo representado en la figura 6.33.

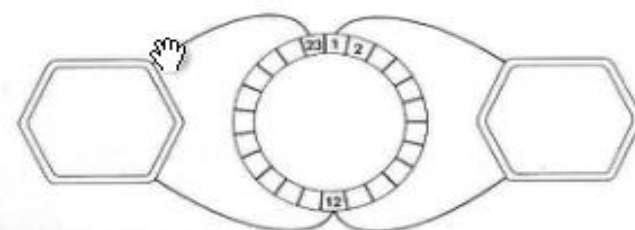


Fig. 6.36. — Esquema circular del arrollamiento ondulado retrógrado representado en la figura 6.34.



Fig. 6.37. — Arrollamiento imbricado simple y progresivo, a través de dos bobinas por ranura.

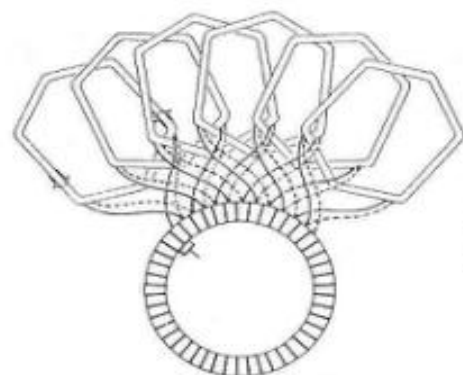


Fig. 6.38. — Varias bobinas de un arrollamiento imbricado simple y retrógrado, a base de dos bobinas por ranura.

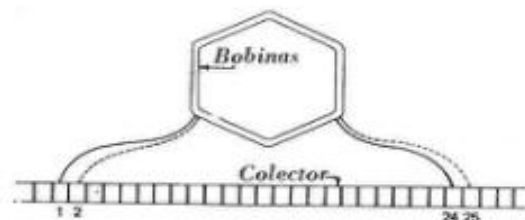


Fig. 6.39. — Conexión a las delgas de las dos primeras bobinas de un arrollamiento ondulado tetrapolar progresivo para 23 ranuras y 45 delgas. Paso en el colector, 1 a 24.

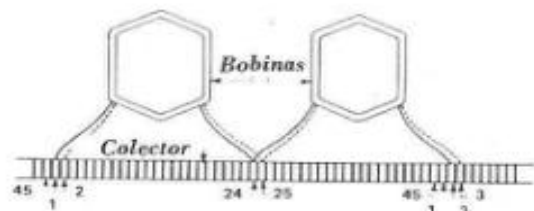


Fig. 6.40. — Conexión a las delgas de las cuatro primeras bobinas del arrollamiento representado en la figura 6.39.

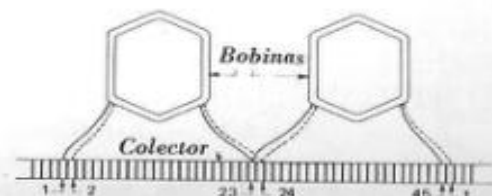


Fig. 6.41. — Conexión a las delgas de las cuatro primeras bobinas de un arrollamiento ondulado tetrapolar retrógrado para 23 ranuras y 45 delgas. Paso en el colector, 1 a 23.

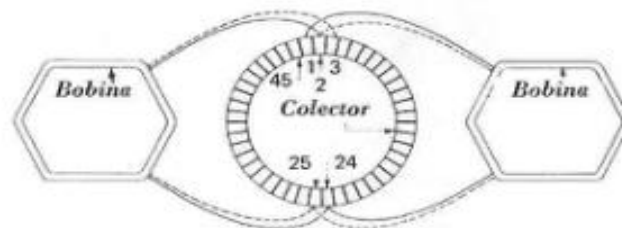


Fig. 6.42. — Esquema circular del arrollamiento ondulado progresivo representado en la figura 6.40.

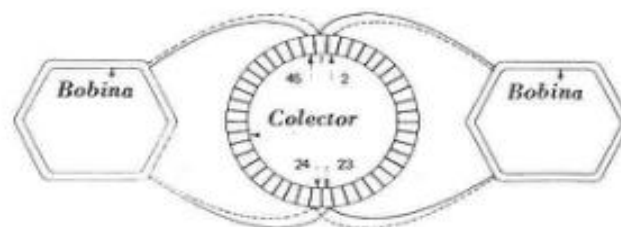


Fig. 6.43. — Esquema circular del arrollamiento ondulado retrógrado representado en la figura 6.41.

Fig. 6.44. — Manera de marcar el núcleo y las delgas para fijar el paso de las bobinas y la conexión de sus terminales al colector, en un arrollamiento de bucles.



Fig. 6.45. — Manera de marcar el núcleo y las delgas para fijar el paso de cada bobina y la conexión de sus terminales al colector, en un arrollamiento imbricado.

Fig. 6.46. — Manera de marcar el núcleo y las delgas para fijar el paso de cada bobina y la conexión de sus terminales al colector, en un arrollamiento ondulado.



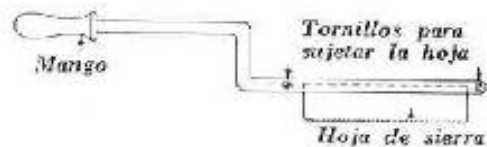


Fig. 6.47. — Herramienta para hacer muescas en las delgas.

Primero se golpea la hoja de sierra por encima para que sus dientes hagan presa en la cuña de madera o de fibra. Luego se golpea la hoja lateralmente. Al desplazarse hacia fuera arrastrará la cuña.

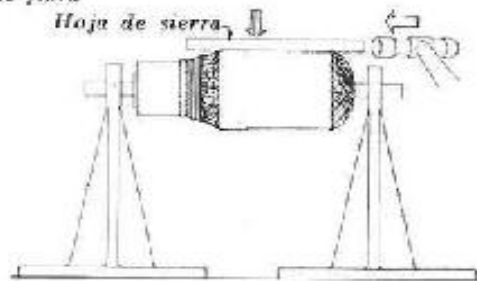


Fig. 6.48. — Manera de extraer las cuñas de las ranuras del inducido.

Fig. 6.49. — Medida que debe tomarse antes de desmontar el colector.

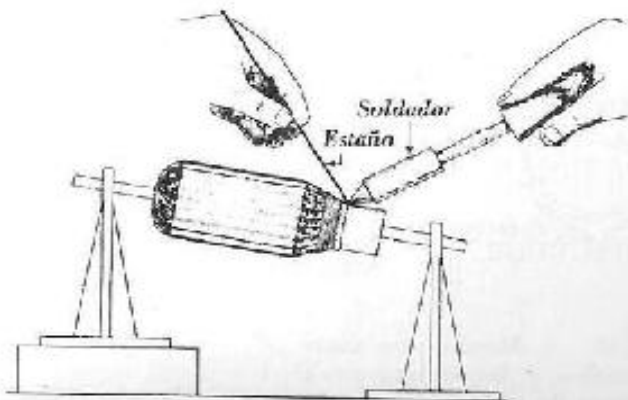
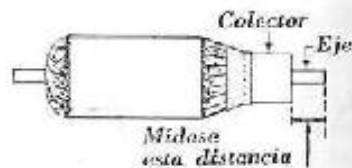


Fig. 6.50. — Manera de soldar los terminales de las bobinas a las delgas. El soldador se mantiene ligeramente inclinado.

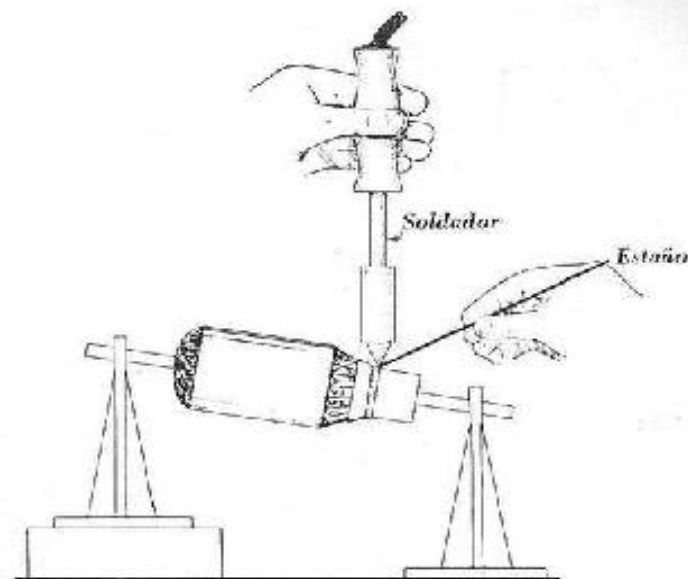


Fig. 6.51. — Si el soldador se mantiene vertical, el estaño no puede correr hacia las delgas contiguas. Se evitan así cortocircuitos.

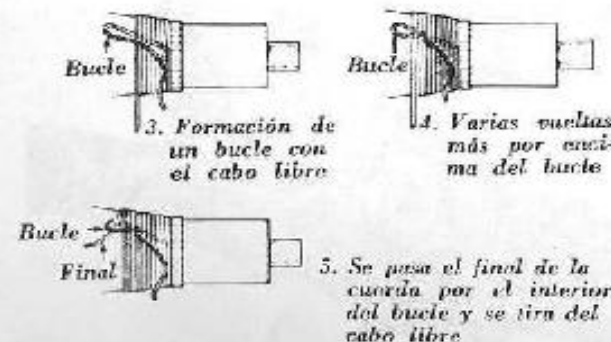
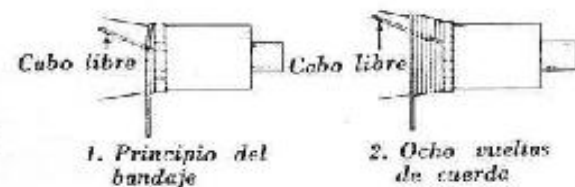


Fig. 6.52. — Manera de efectuar un bandaje de cuerda sobre las conexiones de las bobinas al colector.

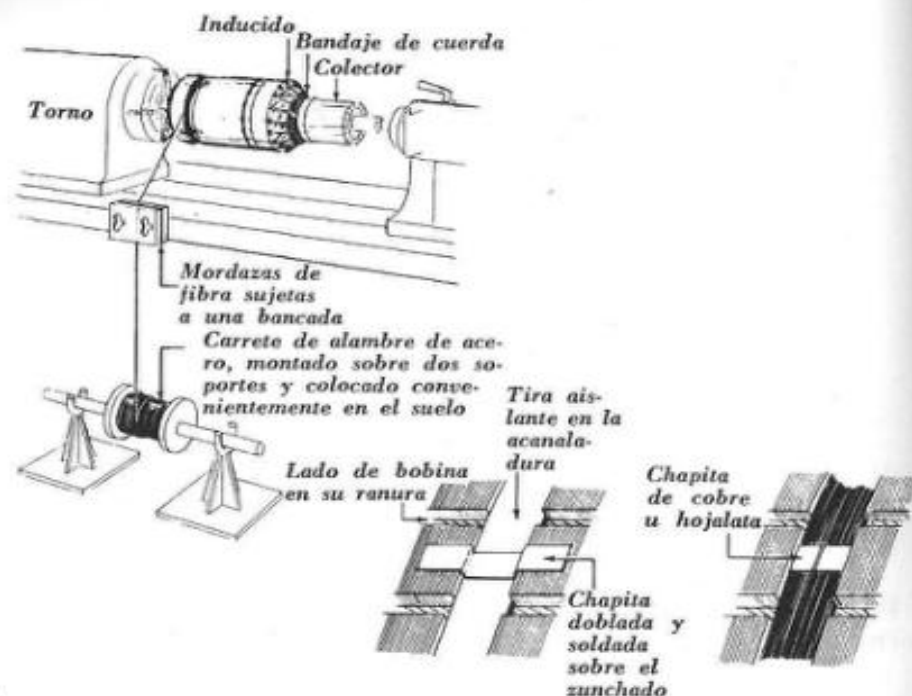


Fig. 6.53. — Manera de zunchar un inducido con alambre de acero.

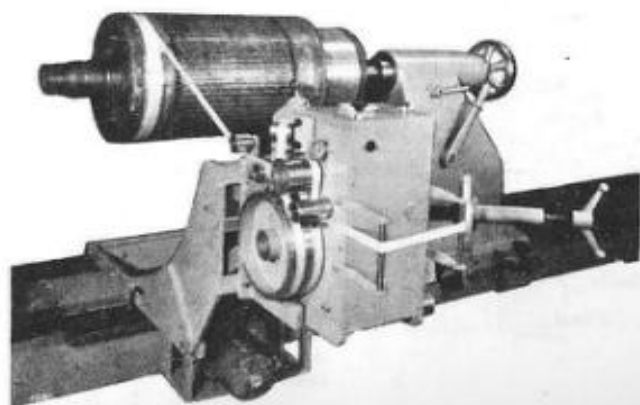


Fig. 6.54. — Dispositivo tensor para el zunchado con cinta de vidrio (Peerless Tool Division Cam Industries Inc.).

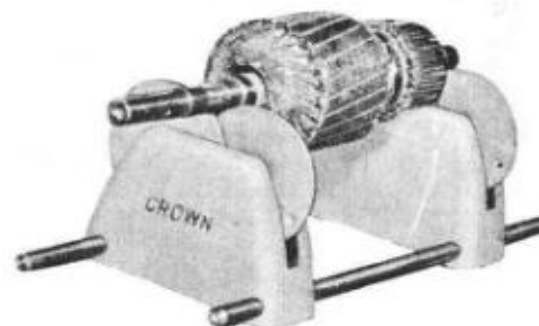


Fig. 6.55. — Inducido montado sobre apoyos especiales para efectuar el equilibrio estático (Crown Industrial Products).

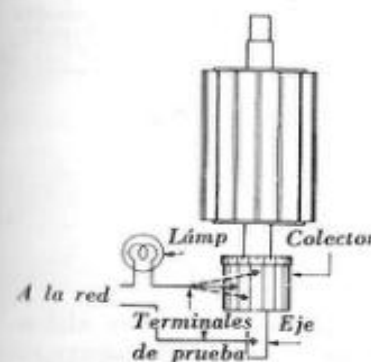


Fig. 6.56. — Detección de contactos a masa en el colector.

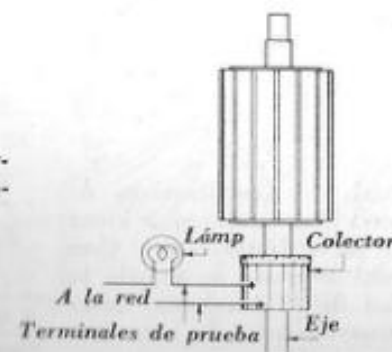


Fig. 6.57. — Detección de cortocircuitos entre delgas del colector.

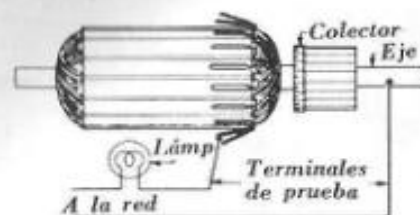


Fig. 6.58. — Detección de posibles contactos a masa en un arrollamiento que todavía no tiene conectados los terminales de las bobinas a las delgas.

Fig. 6.59. — Detección de posibles contactos a masa en un arrollamiento que ya tiene conectados los terminales de las bobinas a las delgas.

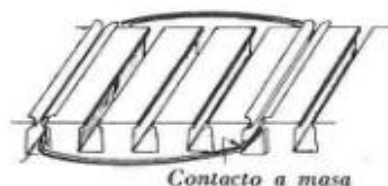
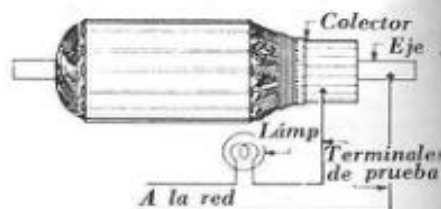


Fig. 6.60. — Si la tira aislante del interior de una ranura está rota o mal cortada, las espiras de la bobina alojada en ella pueden entrar en contacto con el borde del núcleo.

Fig. 6.61. — Localización de una bobina con contacto a masa mediante un milivoltímetro. Con auxilio del reóstato se regula la intensidad de la corriente hasta que el instrumento da una desviación normal.



Fig. 6.62. — Localización de una bobina con contacto a masa mediante un milivoltímetro. El colector es alimentado desde una red de c.c. a 115 V. Según el tamaño del inducido y la corriente que se necesite para obtener una buena desviación del instrumento, se intercalan más o menos lámparas en paralelo por medio de los interruptores 1, 2, 3, 4.

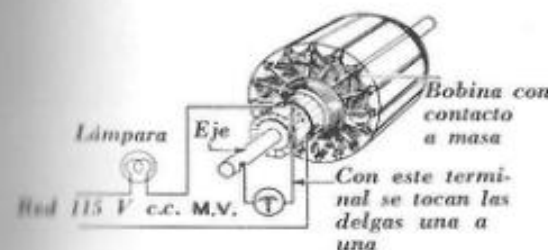
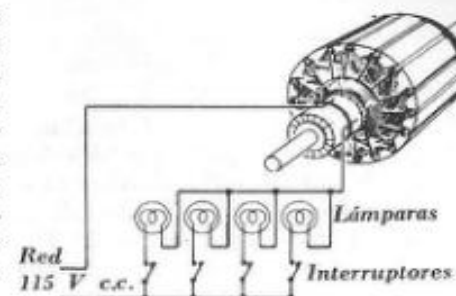


Fig. 6.63. — Localización de una bobina con contacto a masa mediante un milivoltímetro. Con el terminal libre del instrumento se van tocando una a una las delgas intermedias hasta obtener una desviación mínima o nula de la aguja. La bobina defectuosa es la conectada a esta delga.

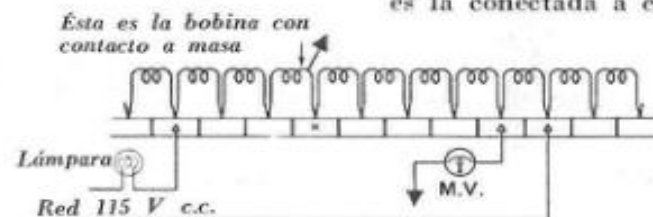


Fig. 6.64. — Esquema parcial del circuito de prueba representado en la figura 6.63.

Fig. 6.65. — Esquema completo del circuito de prueba de la figura 6.63.

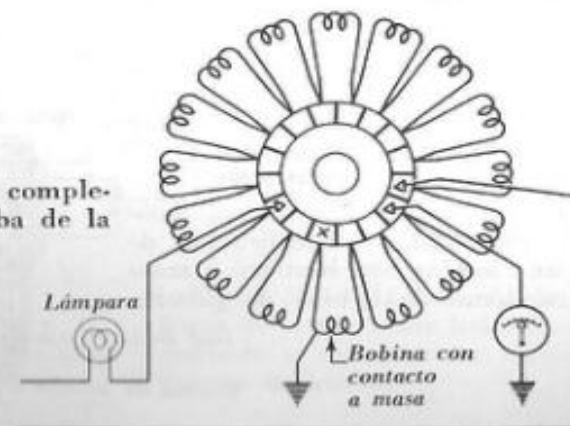


Fig. 6.66. — Una bobina de prueba no es más que una bobina de hilo arrollada sobre el vástago central de un núcleo de chapas de hierro en forma de H.

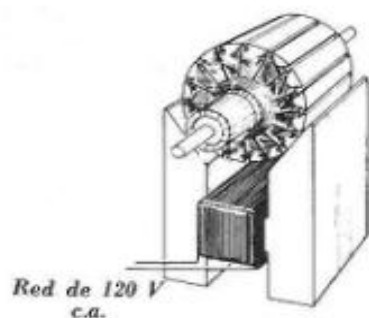
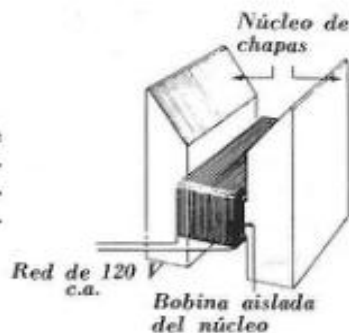


Fig. 6.67. — Inducido dispuesto sobre el núcleo de la bobina de prueba, a punto de ser verificado.

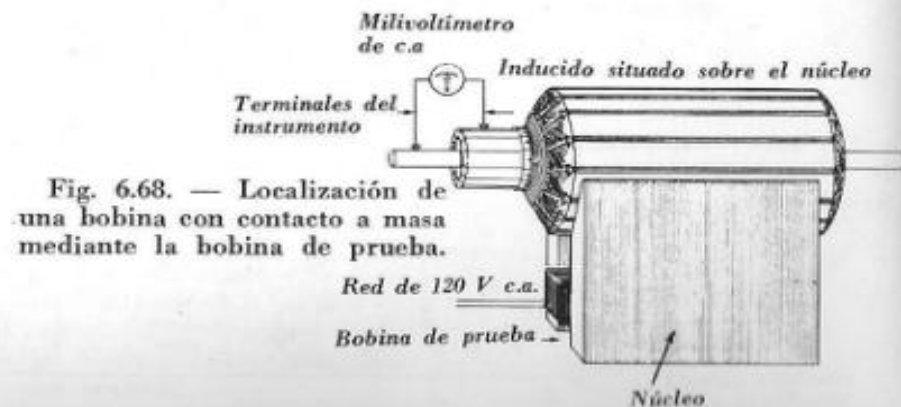


Fig. 6.68. — Localización de una bobina con contacto a masa mediante la bobina de prueba.

Terminales desconectados de las delgas y separados

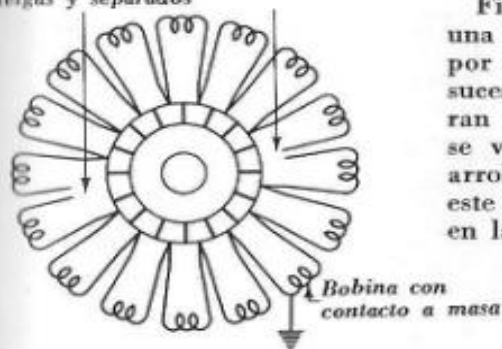
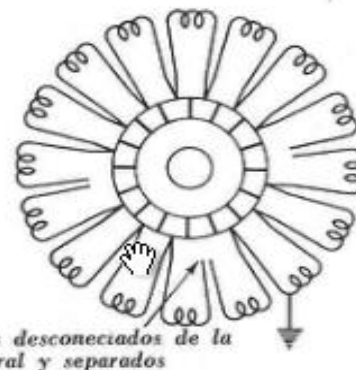


Fig. 6.69. — Localización de una bobina con contacto a masa por el método de eliminaciones sucesivas. Se desconectan y separan los terminales indicados, y se verifican las dos mitades de arrollamiento así obtenidas. En este caso se localizará el defecto en la mitad inferior.

Fig. 6.70. — La mitad defectuosa se divide en dos partes iguales desconectando sus terminaciones centrales, y se comprueba en qué cuarto de arrollamiento se halla situado el defecto.



Se desconectan del colector los dos terminales de la bobina defectuosa y se cortocircuitan ambas delgas por medio de un puente

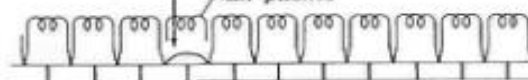


Fig. 6.71. — Esquema para mostrar la manera de dejar fuera de servicio una bobina con contacto a masa.

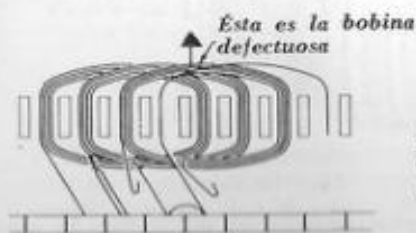


Fig. 6.72. — Manera de dejar fuera de servicio una bobina con contacto a masa en un arrollamiento de bucles.



Esta es la bobina defectuosa

Fig. 6.73. — Manera de dejar fuera de servicio una bobina con contacto a masa en una arrollamiento imbricado.

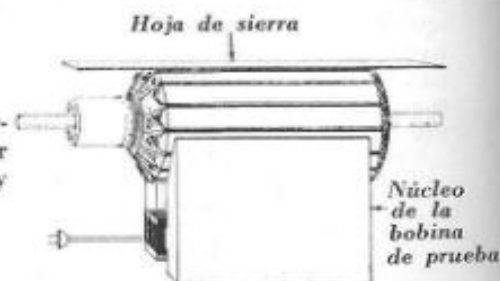


Esta es la bobina defectuosa

Se desconectan del colector los dos terminales de la bobina defectuosa y se unen ambas delgas en cortocircuito mediante un puente

Fig. 6.74. — Manera de dejar fuera de servicio una bobina con contacto a masa en un arrollamiento ondulado.

Fig. 6.75. — Detección de cortocircuitos en un inducido por medio de la bobina de prueba y de una hoja de sierra.



Hoja de sierra

Núcleo de la bobina de prueba

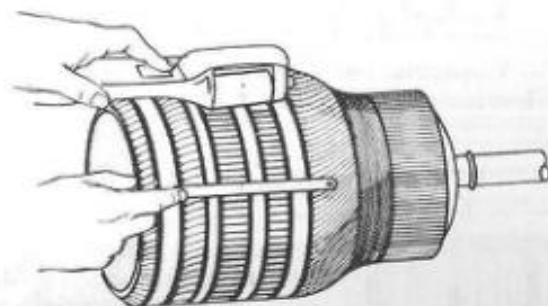
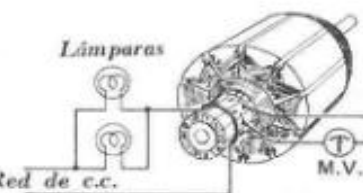


Fig. 6.76. — Localización de cortocircuitos en un inducido mediante una bobina de prueba de las usadas para estatores.



Fig. 6.77. — Bobina de prueba con su núcleo, terminales de ensayo y milivoltímetro reunidos en un solo aparato. Sirve para detectar y localizar cortocircuitos, interrupciones o contactos a masa en inducidos (Crown Industrial Products).

Fig. 6.78. — Detección y localización de cortocircuitos en un inducido mediante un milivoltímetro. Cuando el instrumento acusa una desviación nula o inferior a la normal, hay una bobina con cortocircuito.



Lámparas

Red de c.c.

M.V.



La bobina se corta por aquí

Puente entre ambas delgas

Fig. 6.79. — Supresión de una bobina con cortocircuito en un arrollamiento de bucles. Se corta la bobina por el punto marcado y se unen con un puente las dos delgas a las cuales iba conectada.

La bobina se corta por aquí

Fig. 6.80. — Supresión de una bobina con cortocircuito en un arrollamiento imbricado a base de bobinas moldeadas.



Puente

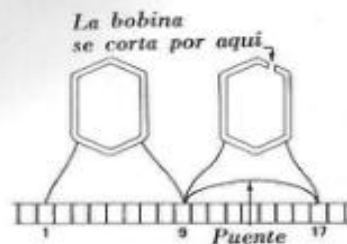


Fig. 6.81. — Supresión de una bobina con cortocircuito en un arrollamiento ondulado tetrapolar.

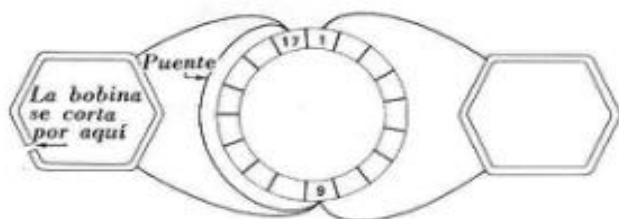


Fig. 6.82. — Representación circular del esquema de la figura 6.81.

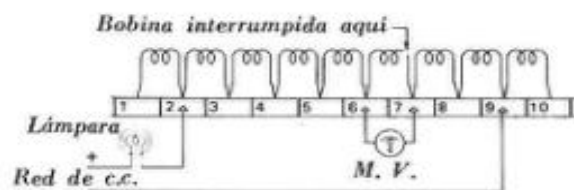


Fig. 6.83. — Manera de localizar una bobina interrumpida con auxilio de un milivoltímetro. El instrumento sólo acusará desviación cuando se toquen con sus terminales las delgas 6 y 7, entre las cuales está conectada la bobina defectuosa.

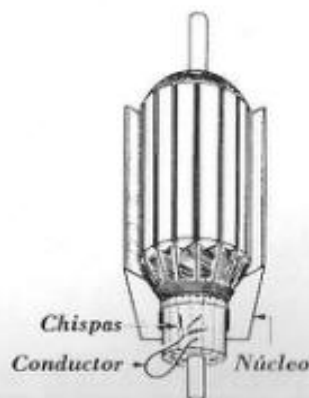


Fig. 6.84. — Localización de bobinas interrumpidas mediante la bobina de prueba. Cortocircuitando con un trozo de conductor las dos delgas más alejadas del núcleo, la presencia de pequeñas chispas denota el buen estado de la bobina conectada a dichas delgas.

Fig. 6.85. — Manera de dejar fuera de servicio una bobina interrumpida en un arrollamiento imbricado.

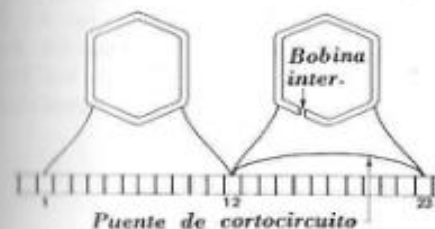
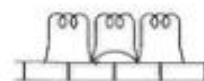


Fig. 6.86. — Manera de dejar fuera de servicio una bobina interrumpida en un arrollamiento ondulado tetrapolar. Se requiere un puente de conexión largo.

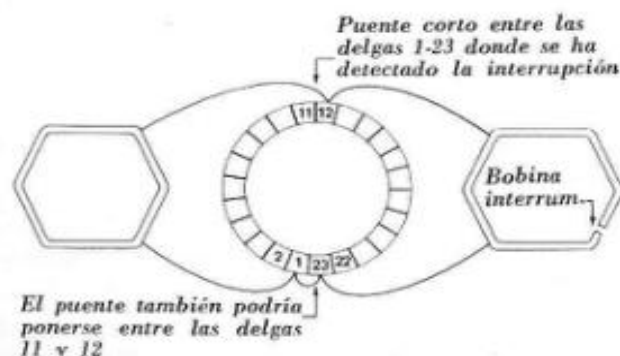


Fig. 6.87. — Manera de salvar rápidamente una interrupción en un arrollamiento ondulado tetrapolar. Basta ahora un puente de conexión corto, si bien a costa de dejar dos bobinas fuera de servicio.

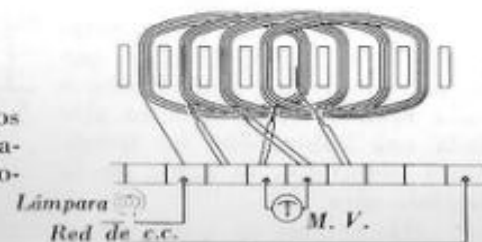


Fig. 6.88. — Bobina con los terminales conectados inversamente a las delgas, en un arrollamiento de bucles.

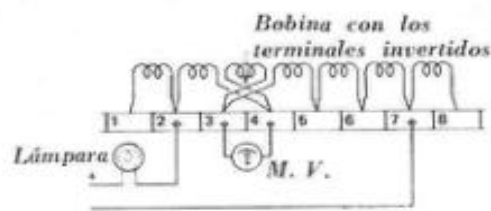


Fig. 6.89. — Detección de bobinas con los terminales invertidos en un arrollamiento de bucles. Tocando con las pinzas del milivoltímetro las delgas 3 y 4, la aguja del mismo desviará en sentido contrario al normal; tocando las delgas 2 y 3, o las 4 y 5, se observará una desviación doble de la normal. Todas las lecturas restantes serán normales.

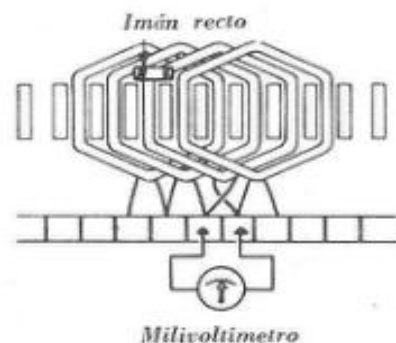


Fig. 6.90. — Localización de bobinas con los terminales invertidos. Se desplaza un imán recto por encima de cada ranura y se observa con un milivoltímetro la tensión inducida entre los terminales de la bobina correspondiente. Si éstos están invertidos, la aguja del instrumento desviará en sentido contrario.

Fig. 6.91. — Localización de bobinas con los terminales invertidos, por medio de una brújula. Se conecta el arrollamiento a una red de c.c. y se hace girar lentamente el inducido, de modo que la brújula quede enfrentada a cada ranura. Si en ésta va alojada una bobina con los terminales invertidos, la aguja de la brújula gira 180°.

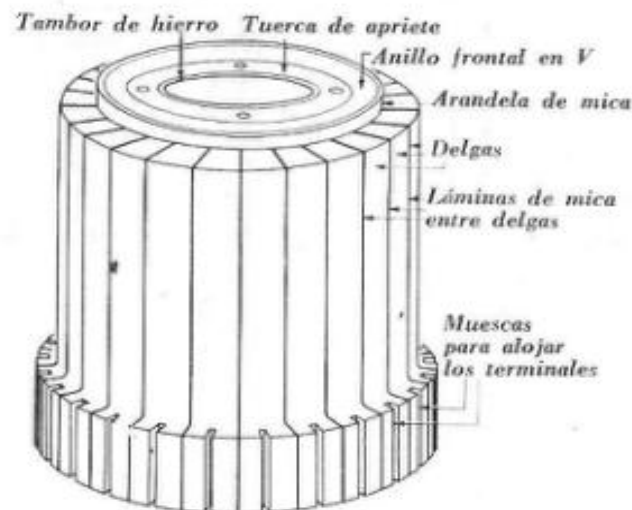
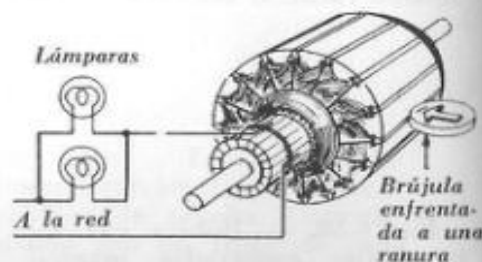


Fig. 6.92. — Partes constitutivas de un colector normal.

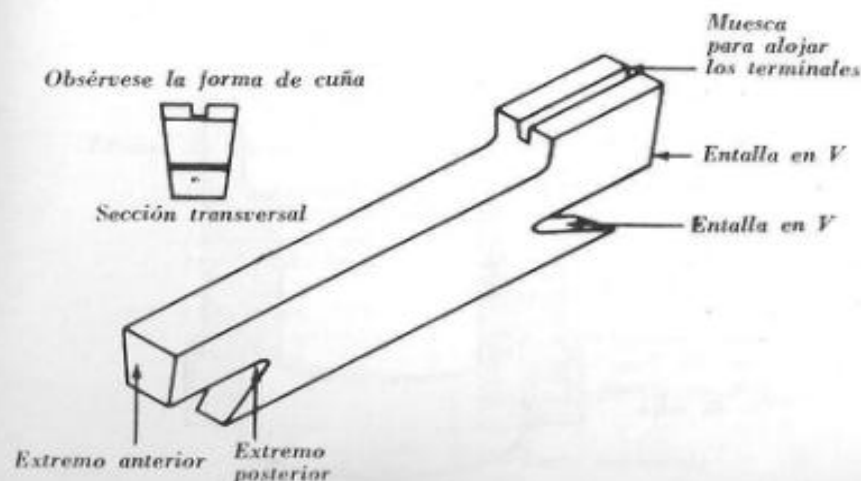


Fig. 6.93. — Una delga de colector antes de su montaje.

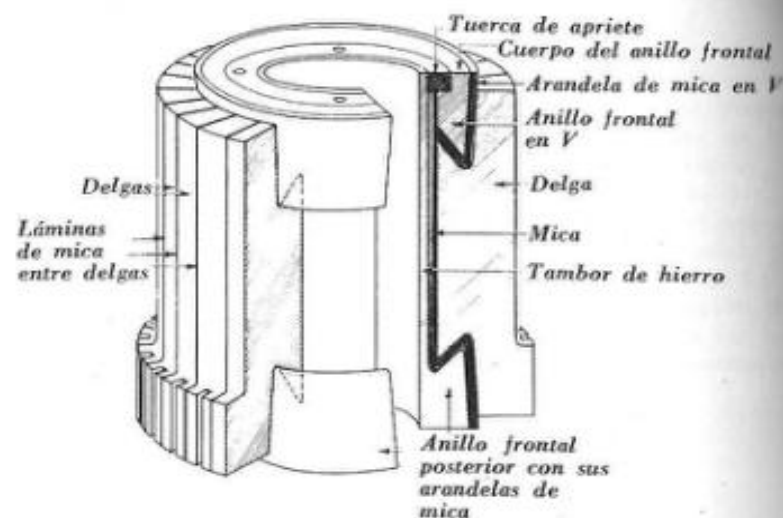


Fig. 6.94. — Colector seccionado para mostrar la disposición de sus diferentes partes.

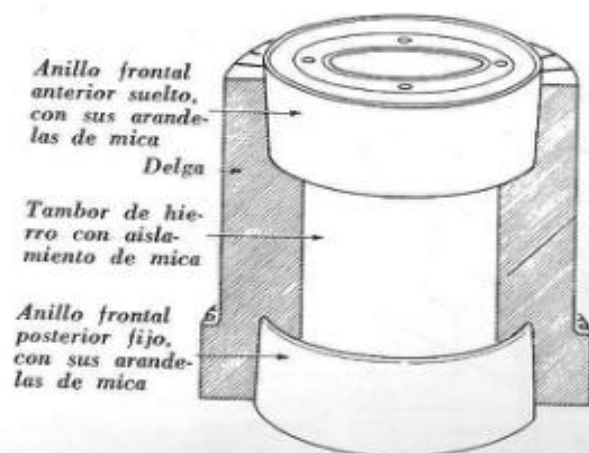


Fig. 6.95. — Colector con sólo la mitad de las delgas para mostrar su núcleo de hierro, formado por el tambor y los dos anillos frontales.

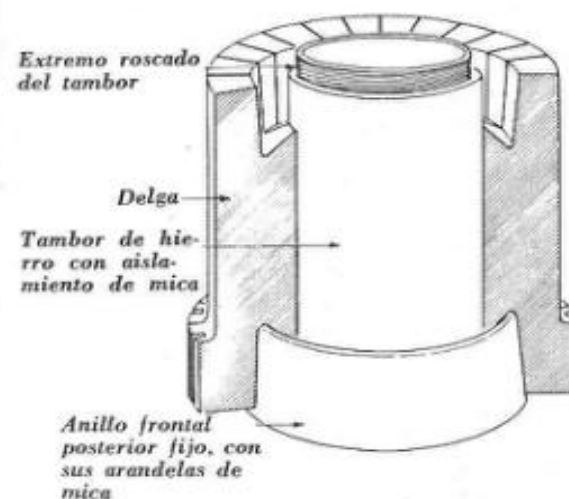


Fig. 6.96. — Colector con sólo la mitad de las delgas y sin el anillo frontal anterior.

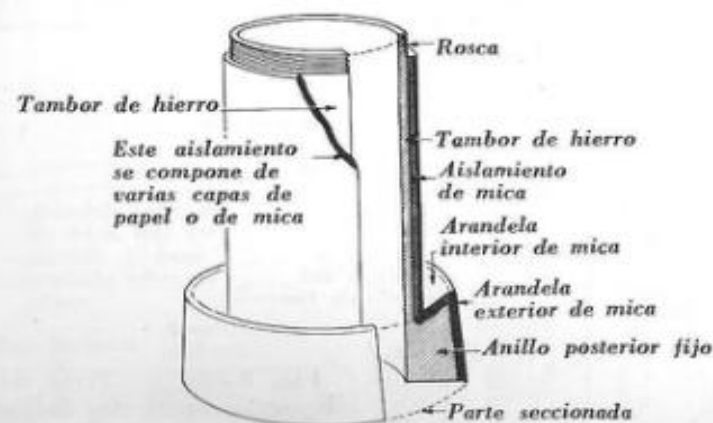


Fig. 6.97. — Vista en sección del tambor de hierro y del anillo frontal posterior.

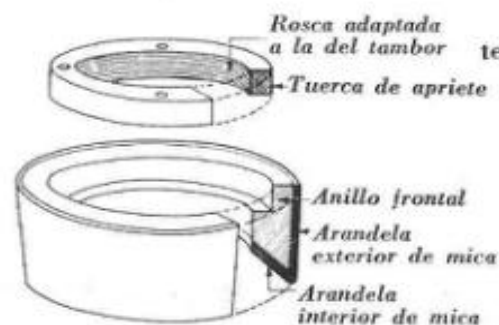
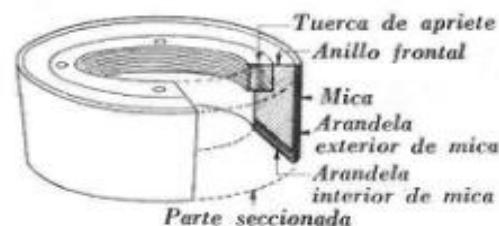


Fig. 6.99. — Hoja de mica subdividida en pequeños rectángulos de superficie algo superior a la sección longitudinal de una delga.

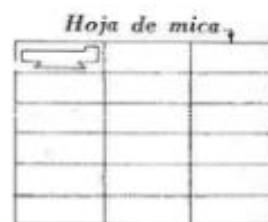


Fig. 6.100. — Tiras de mica dispuestas entre dos delgas y sujetas en un tornillo de banco, antes de ser cortadas.

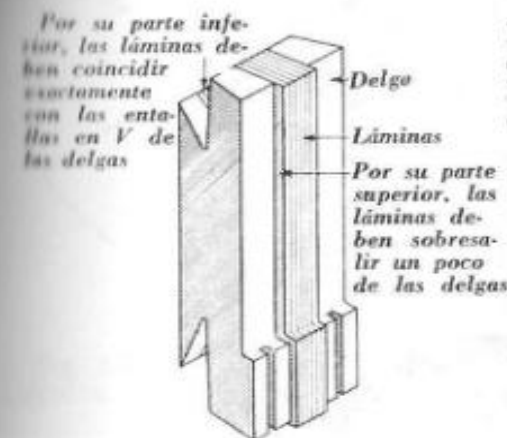
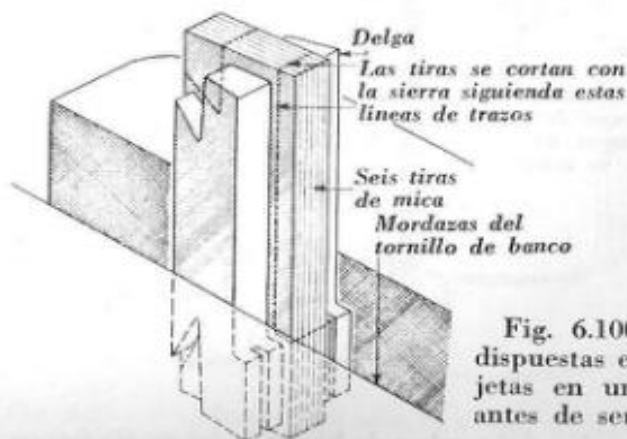


Fig. 6.102. — La arandela en V de mica se compone realmente de dos: una interior y otra exterior.

Fig. 6.101. — Aspecto de las láminas de mica tras haber sido cortadas con la sierra y limadas hasta adaptarlas al perfil de las delgas.



Fig. 6.103. — Manera de utilizar la antigua arandela interior de mica, una vez cortada y desarrollada sobre un plano, para trazar el contorno de la nueva.

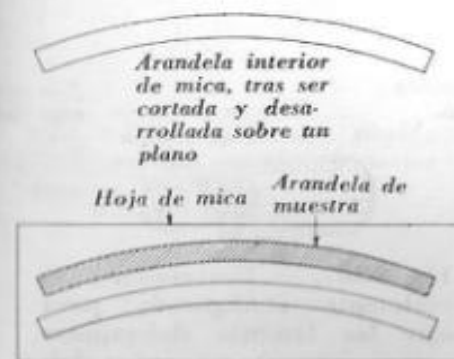


Fig. 6.104. — Manera de marcar en una hoja de papel el contorno de la arandela desarrollada, utilizando como plantilla el anillo frontal de hierro.

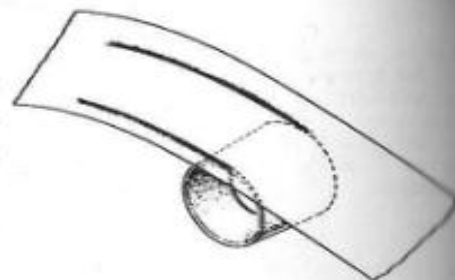


Fig. 6.105. — Contorno de una arandela desarrollada sobre un plano, completado hasta formar un sector circular.

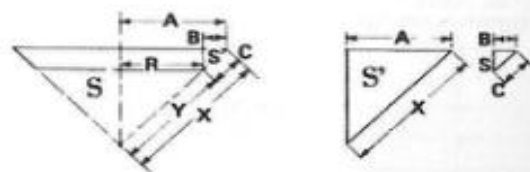


Fig. 6.106. — Para calcular los radios X e Y se miden las dimensiones A, R y C del anillo frontal del colector. Obsérvese que los triángulos S y S' son semejantes.



Fig. 6.107. — Herramienta especialmente configurada para rascar las láminas defectuosas de mica interpuestas entre delgas.

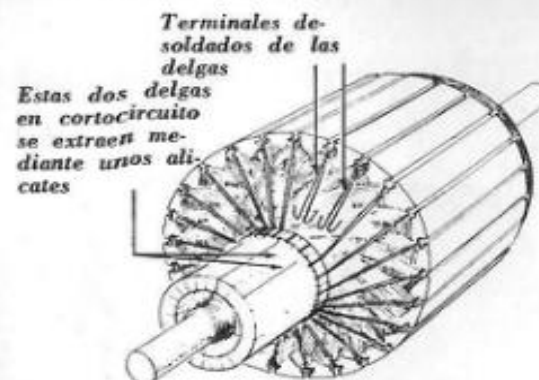


Fig. 6.108. — Manera de desmontar delgas en cortocircuito del colector.

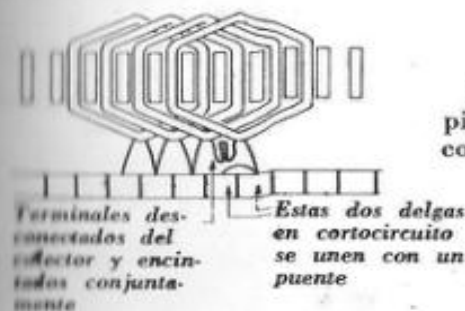
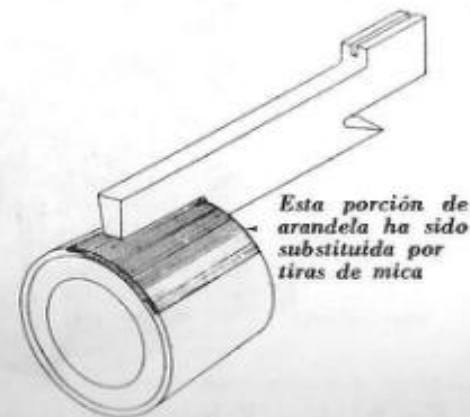


Fig. 6.109. — Reparación rápida provisional de un colector con dos delgas en cortocircuito.

Fig. 6.110. — Manera rápida de reparar una arandela exterior defectuosa de mica.



Esta delga sobresale
de las otras



Fig. 6.111. — Delga saliente en un colector.

Esta delga
está hundida



Fig. 6.112. — Delga hundida en un colector.



Fig. 6.113. — A la izquierda, colector con las láminas bien rebajadas. A la derecha, colector con las láminas mal rebajadas.

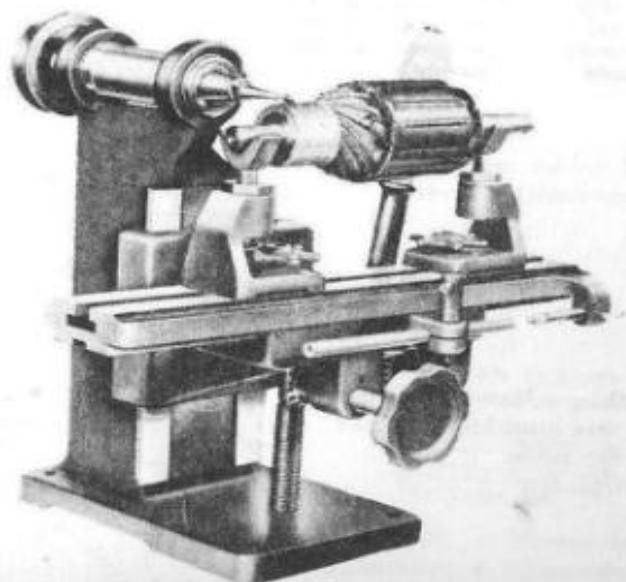


Fig. 6.114. — Rebajador de láminas de mica (Peerless Tool Division Cam Industries Inc.).

Motores de corriente continua

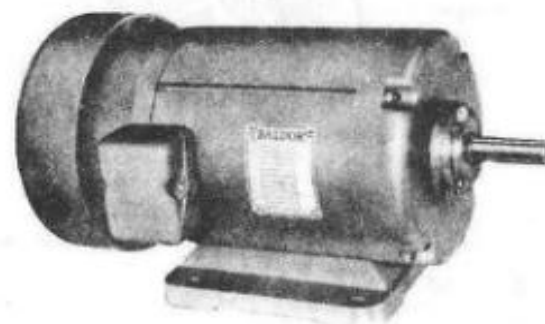


Fig. 7.1. — Aspecto exterior de un motor de corriente continua (Baldor Electric Co.).

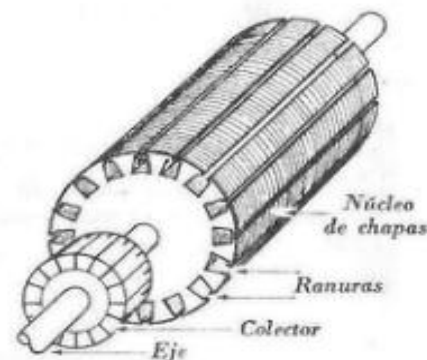


Fig. 7.2. — Inducido de motor de corriente continua antes de recibir el bobinado.

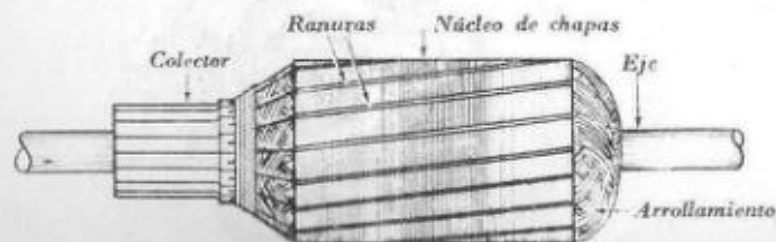


Fig. 7.3. — Inducido de motor de corriente continua con ranuras oblicuas y provisto del bobinado.

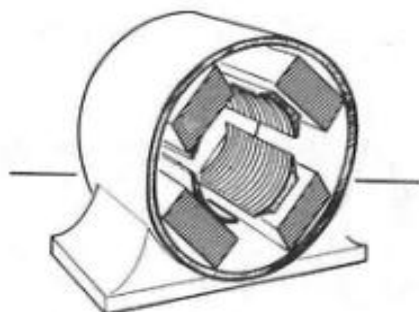


Fig. 7.4. — Carcasa y polos inductores de un motor de corriente continua.

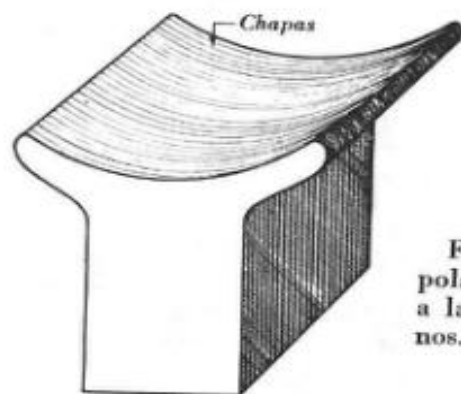


Fig. 7.5. — Núcleo y zapata polar laminados. Van afianzados a la carcasa con auxilio de pernos.



Fig. 7.6. — Escudo de un motor de corriente continua. Se aprecia claramente el puente de los portaescobillas (General Electric Co.).

Fig. 7.7. — Cojinete de resbalamiento con su anillo de engrase.

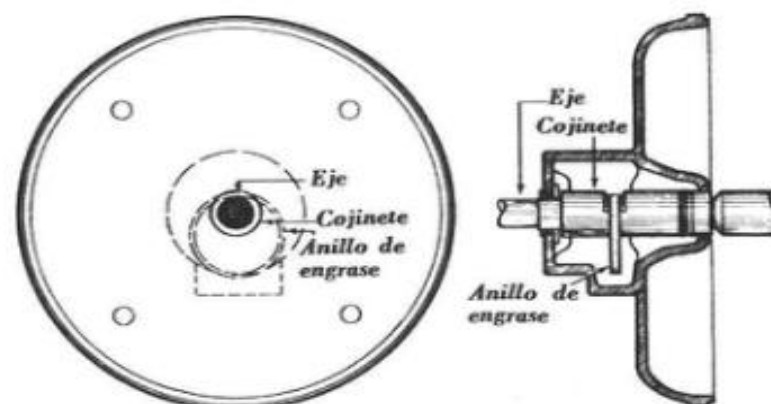
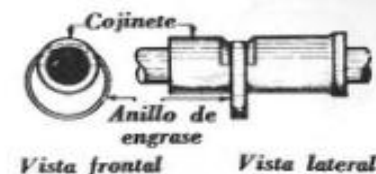


Fig. 7.8. — Cojinete de resbalamiento montado en un escudo.

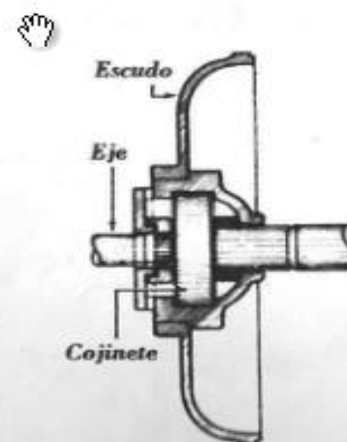


Fig. 7.9. — Cojinete de bolas. A la derecha, suelto; a la izquierda, montado en un escudo.

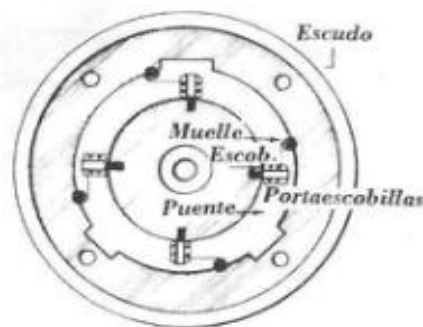


Fig. 7.10. — Escudo frontal con el puente de los portaescobillas.

Fig. 7.11. — Conexión de los arrollamientos inductor e inducido en un motor serie.



Fig. 7.12. — Conexión de los arrollamientos inductor e inducido en un motor derivación.

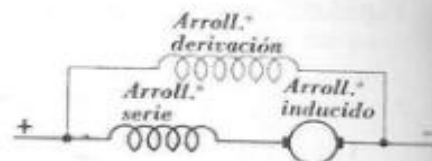
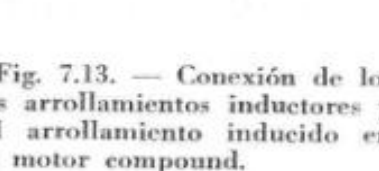


Fig. 7.13. — Conexión de los dos arrollamientos inductores y del arrollamiento inducido en un motor compound.

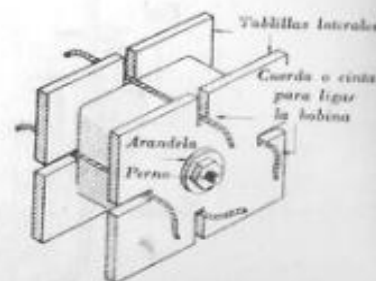
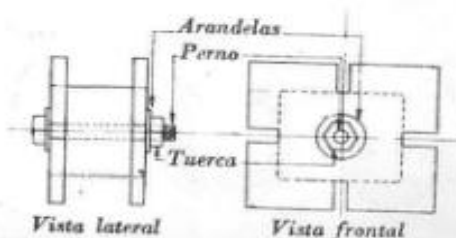


Fig. 7.14. — Constitución de un molde para el devanado de bobinas inductoras.

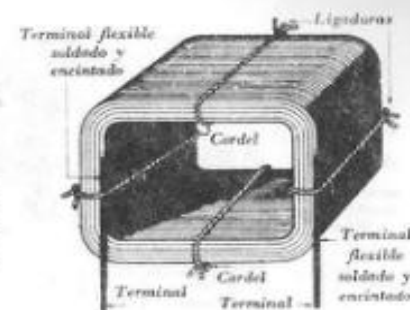


Fig. 7.15 a. — Bobina inductora después de salir del molde. Las espiras se mantienen sujetas con auxilio de varios trozos de cuerda.

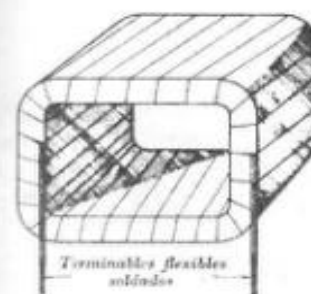


Fig. 7.15 b. — Bobina inductora totalmente terminada, recubierta con una capa de cinta barnizada y otra de cinta de algodón. Previamente se han soldado terminales flexibles al principio y al final de la misma.

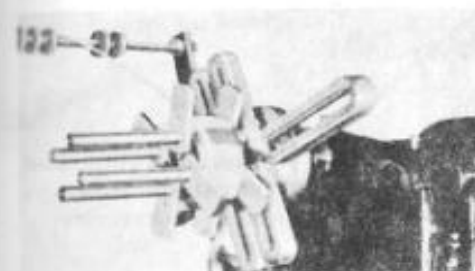


Fig. 7.16. — Horma ajustable para la confección de bobinas (Crown Industrial Products).

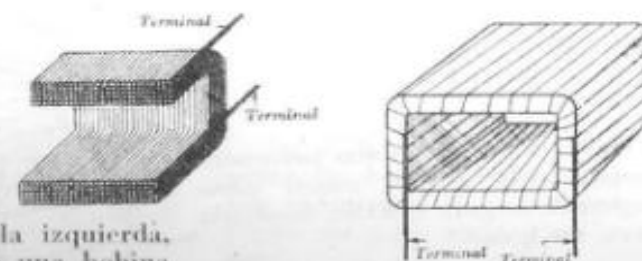


Fig. 7.17. — A la izquierda, vista en sección de una bobina inductora de arrollamiento derivación; a la derecha, la misma bobina una vez encintada.

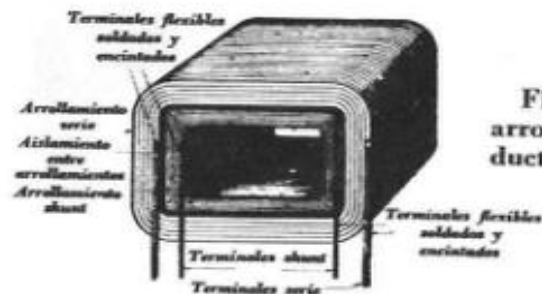


Fig. 7.18. — Disposición de los arrollamientos en una bobina inductora compound.

Fig. 7.19. — Vista en sección de una bobina inductora compound.

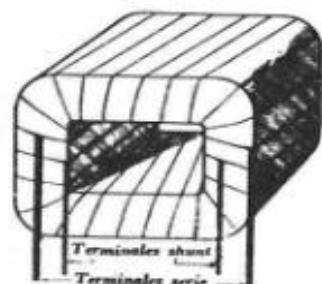
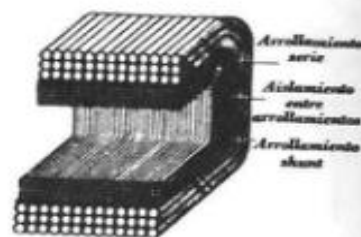


Fig. 7.20. — Bobina compound terminada y encintada con sus cuatro terminales al exterior.

Fig. 7.21. — Bobina inductora derivación de un motor compound de gran tamaño, montada en un polo. The diagram shows a large compound motor winding coil mounted on a pole, with labels for 'Núcleo' (core), 'Bobina' (coil), and 'Terminal'.

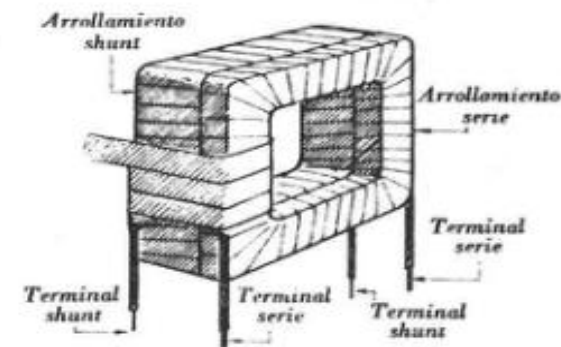
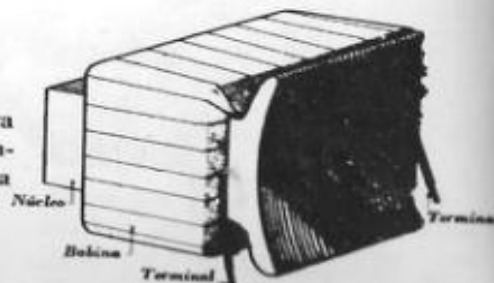


Fig. 7.22. — Bobina compound de un motor grande. Las dos bobinas serie y derivación se confeccionan por separado, luego se adosan la una contra la otra y por fin se encintan conjuntamente.

Fig. 7.23. — Bobina de polo auxiliar y núcleo de chapas sobre el que va montada. The diagram shows a pole auxiliary winding coil and its core, with labels for 'Orificio para el perno' (hole for the pin), 'Chapas' (laminations), and 'Terminales' (terminals).

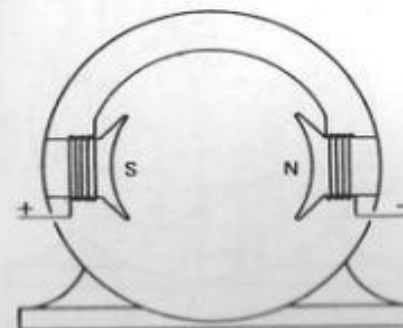


Fig. 7.24. — En un motor bipolar, las bobinas inductoras están conectadas de modo que se forme un polo norte y un polo sur.

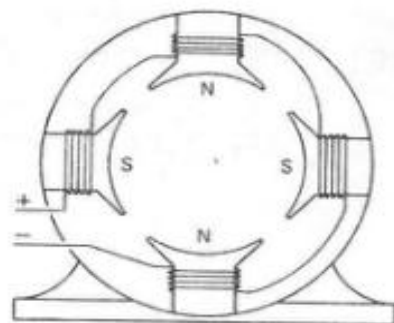


Fig. 7.25. — En un motor tetrapolar, los dos polos norte y los dos polos sur deben sucederse alternadamente.

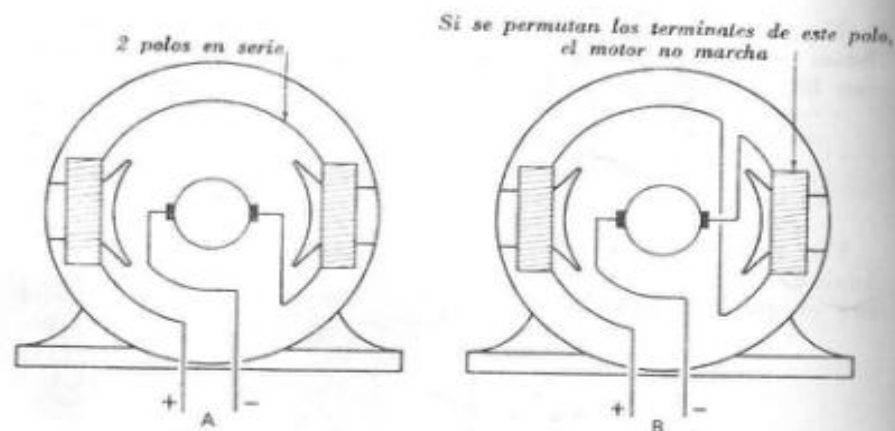


Fig. 7.26. — Manera de averiguar la polaridad correcta de las bobinas inductoras en un motor bipolar serie pequeño.

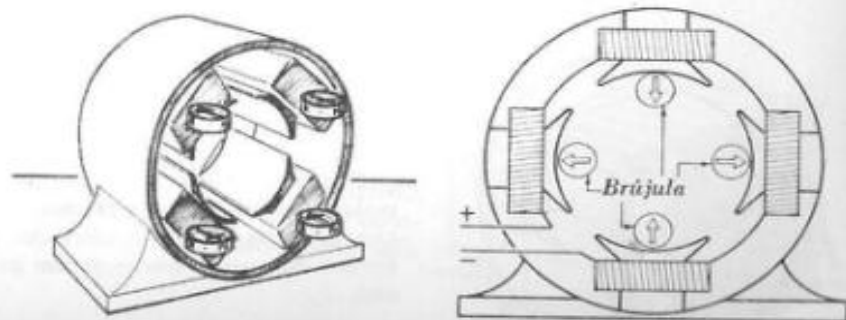


Fig. 7.27. — Manera de averiguar con la brújula la polaridad correcta de las bobinas inductoras en un motor tetrapolar. Los polos contiguos deben ser de polaridad opuesta.

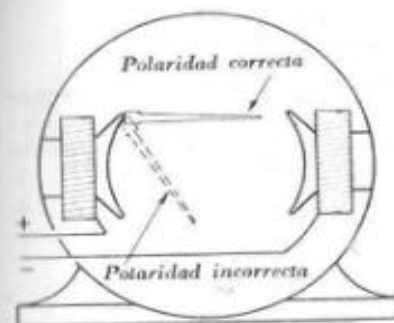


Fig. 7.28. — Verificación de la polaridad correcta de las bobinas inductoras con auxilio de un clavo.

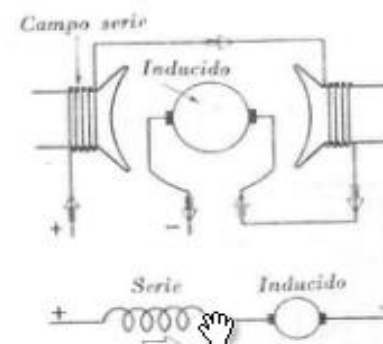
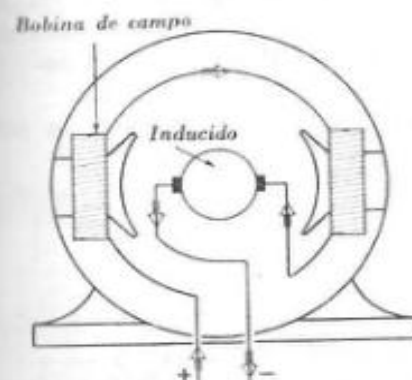


Fig. 7.29. — Tres esquemas representativos de las conexiones entre arrollamientos en un motor serie bipolar.

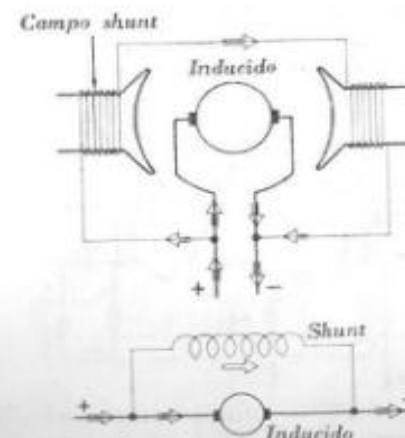
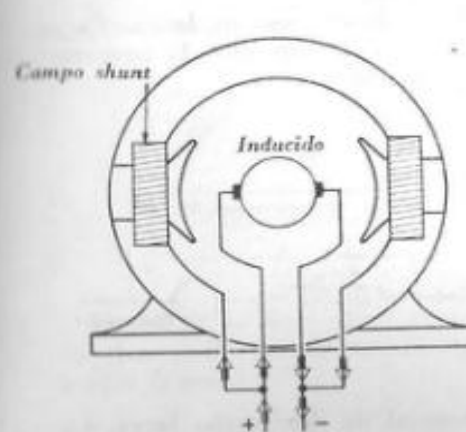


Fig. 7.30. — Tres esquemas representativos de las conexiones entre arrollamientos en un motor derivación bipolar.

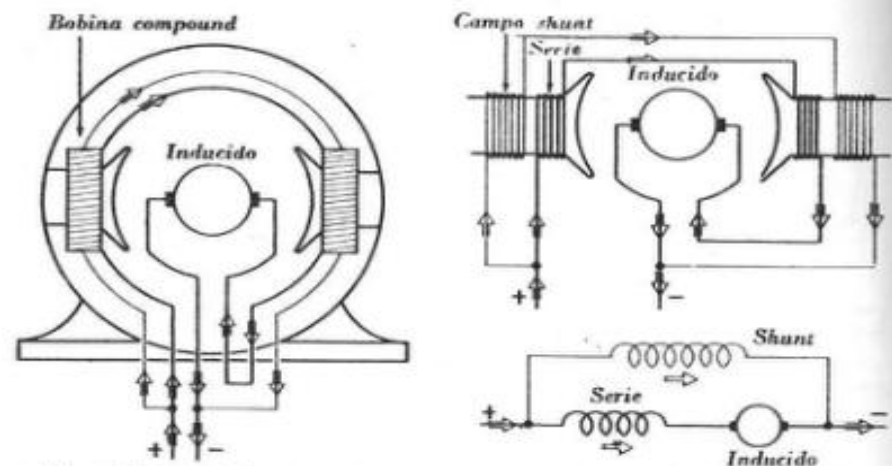


Fig. 7.31. — Tres esquemas representativos de la conexión más frecuente entre arrollamientos en un motor compound bipolar.

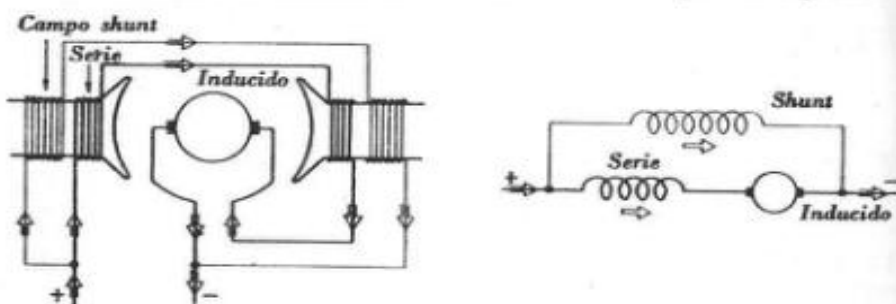


Fig. 7.32. — Motor compound aditivo de derivación larga. Para mayor sencillez se ha supuesto bipolar. La corriente circula por ambos arrollamientos inductores en el mismo sentido.

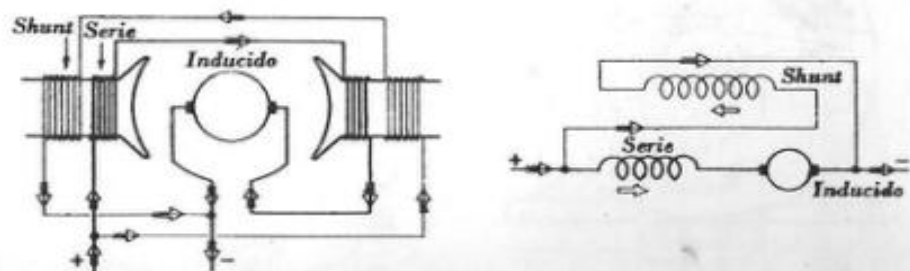


Fig. 7.33. — Motor compound diferencial de derivación larga. La corriente circula en sentido contrario por ambos arrollamientos inductores.

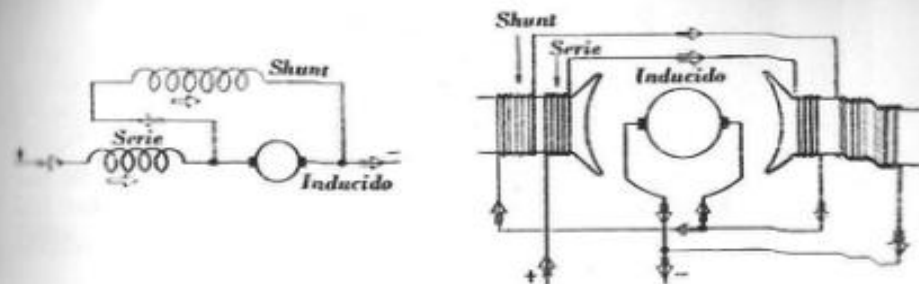


Fig. 7.34. — Motor compound aditivo de derivación corta. La corriente circula por ambos arrollamientos inductores en el mismo sentido.

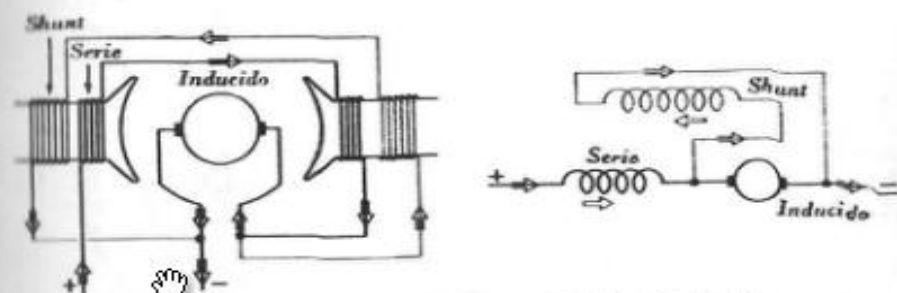
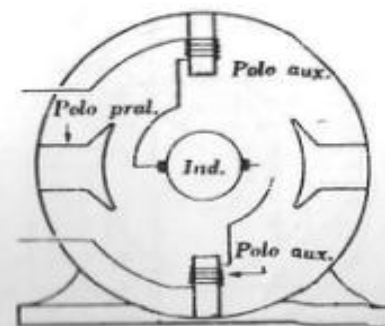


Fig. 7.35. — Motor compound diferencial de derivación corta. La corriente circula en sentido contrario por ambos arrollamientos inductores.

Fig. 7.36. — Manera de conectar los polos auxiliares en un motor bipolar.



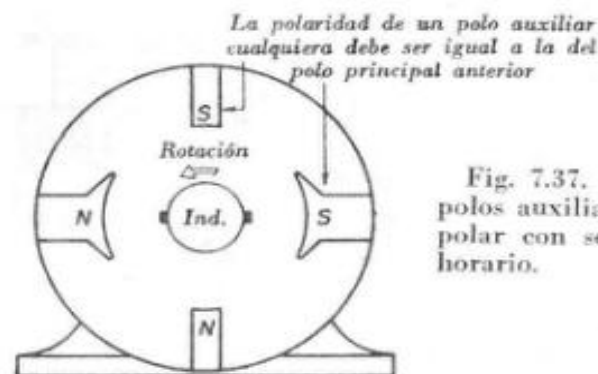


Fig. 7.37. — Polaridad de los polos auxiliares en un motor bipolar con sentido de giro antihorario.

Fig. 7.38. — Polaridad de los polos auxiliares en un motor bipolar con sentido de giro horario.

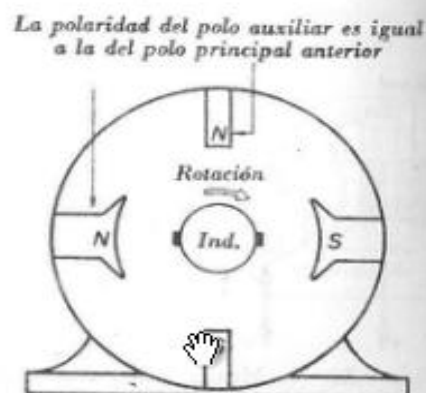


Fig. 7.39. — Polaridad de los polos auxiliares en un motor tetrapolar con sentido de giro horario.

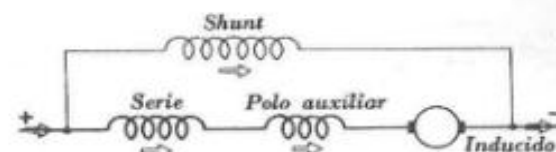
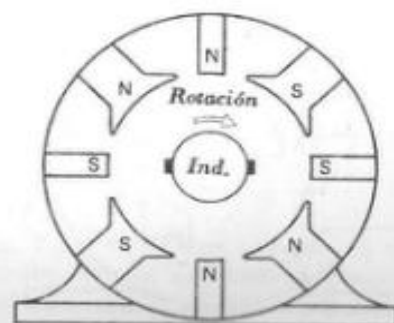


Fig. 7.40. — Esquema de un motor compound provisto de polos auxiliares.

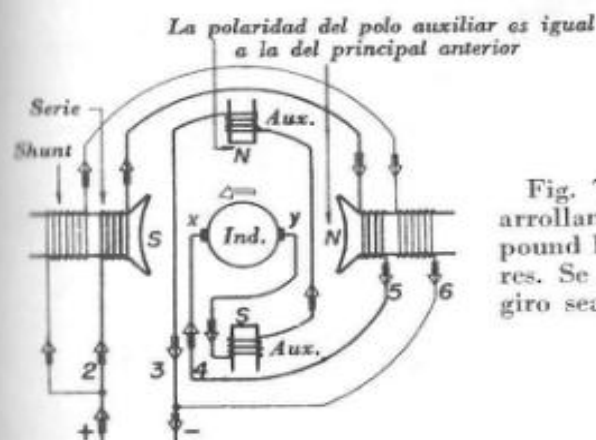
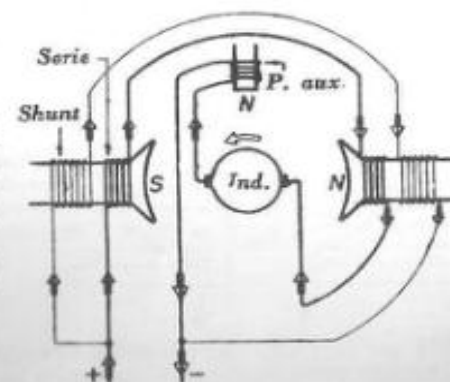


Fig. 7.41. — Conexión de los arrollamientos en un motor compound bipolar con polos auxiliares. Se desea que el sentido de giro sea antihorario.

Fig. 7.42. — Si el motor de la figura 7.41 no gira en sentido antihorario a pesar de ser todas las polaridades correctas, se permutan los terminales del inducido del modo indicado. La corriente circula ahora a través del inducido en sentido inverso.



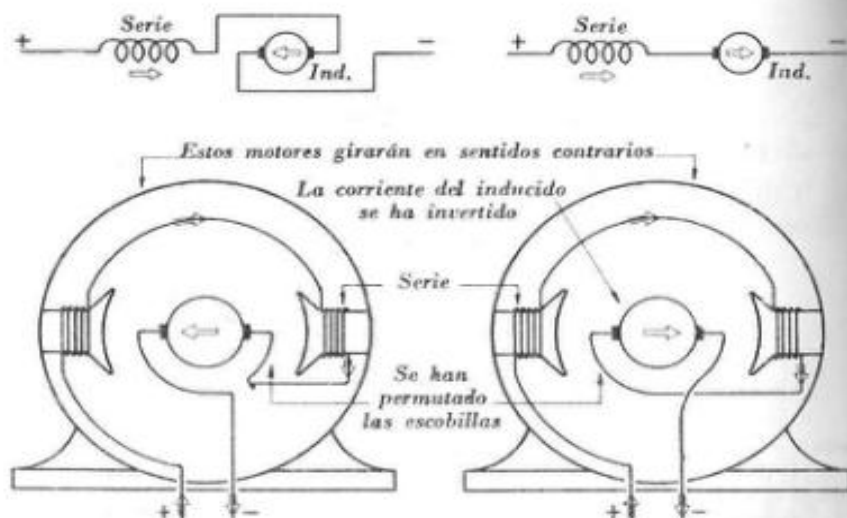


Fig. 7.43. — Modo de cambiar el sentido de rotación de un motor serie bipolar (inversión de la corriente en el inducido).

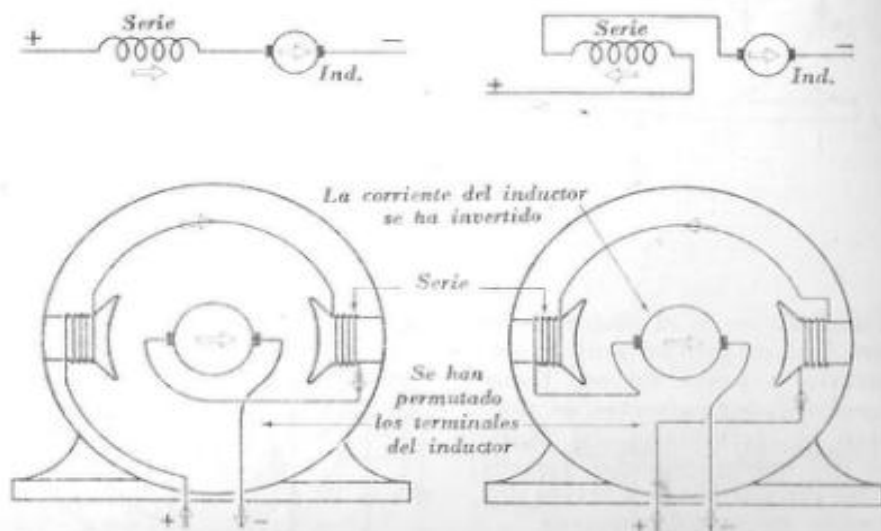


Fig. 7.44. — Otro sistema para invertir el sentido de rotación de un motor serie bipolar (inversión de la corriente en los polos).

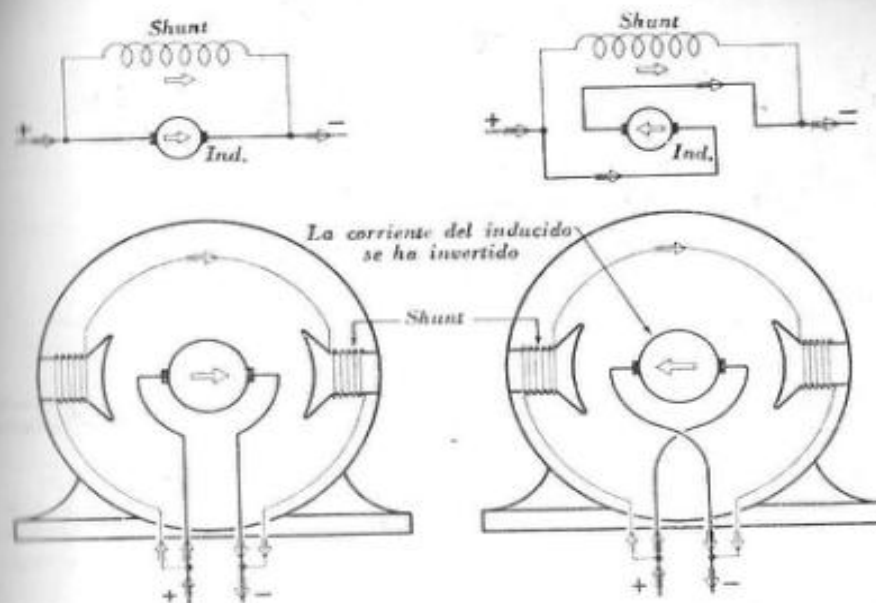


Fig. 7.45. — Modo de invertir el sentido de rotación de un motor derivación bipolar.

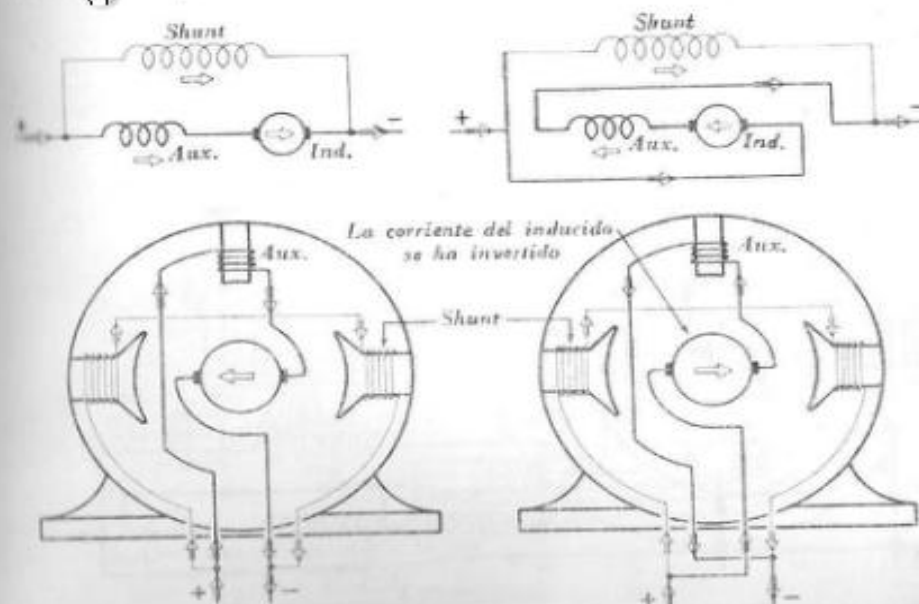


Fig. 7.46. — Inversión de un motor derivación bipolar con un polo auxiliar. Se han permutado los terminales del circuito inducido/polo auxiliar; la polaridad del inductor no ha sufrido alteración.

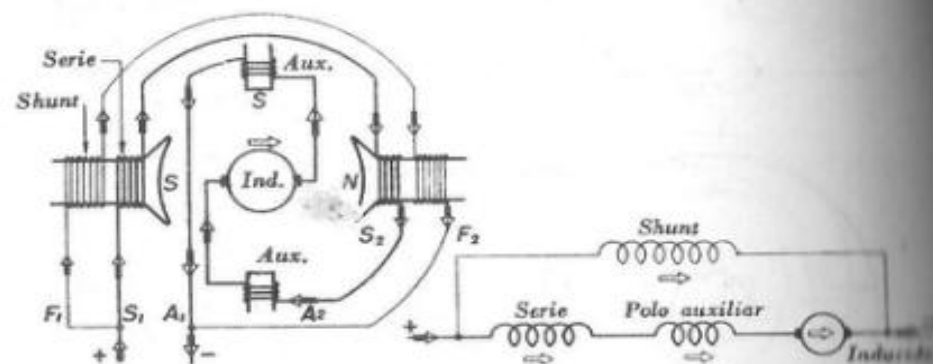


Fig. 7.47. — Motor compound bipolar con polos auxiliares y seis terminales sacados al exterior. Los terminales F_1 y S_1 van algunas veces conectados interiormente sacándose en tal caso un solo terminal en lugar de dos.

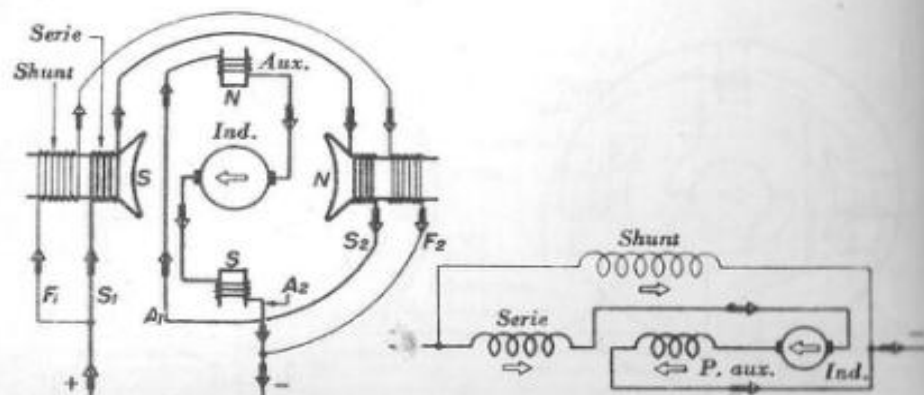


Fig. 7.48. — Motor compound bipolar con polos auxiliares, con el circuito del inducido invertido para rotación en sentido opuesto al del motor de la figura anterior.

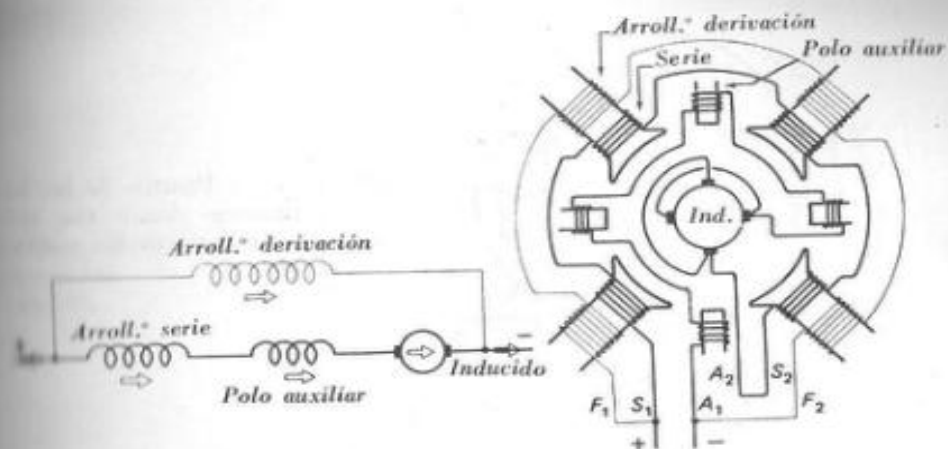


Fig. 7.49. — Motor compound tetrapolar con polos auxiliares. Para invertir la rotación, se permutan los terminales A_1 y A_2 .

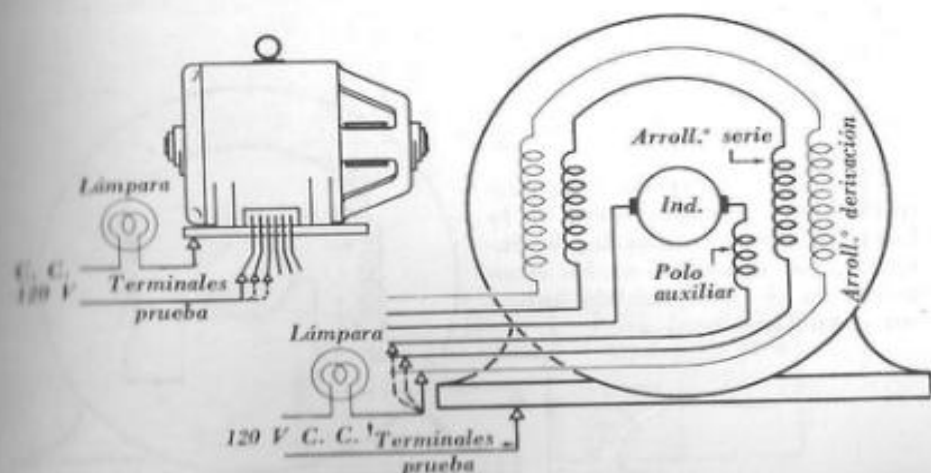


Fig. 7.50. — Ensayo de un motor compound en busca de contactos a masa.

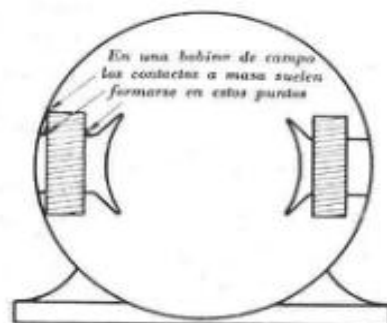


Fig. 7.51. — Puntos de las bobinas inductoras donde con más frecuencia se forman los contactos a masa.

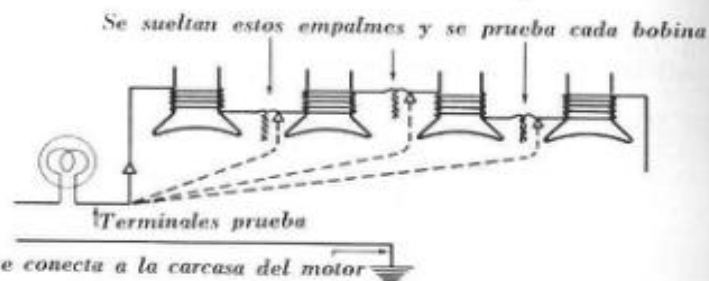


Fig. 7.52. — Para localizar la bobina inductora averiada, se prueba cada bobina por separado.

Fig. 7.53. — Prueba de continuidad en un motor serie. Si la lámpara no se enciende, la interrupción se hallará en las escobillas, en el arrollamiento inductor o en las conexiones.

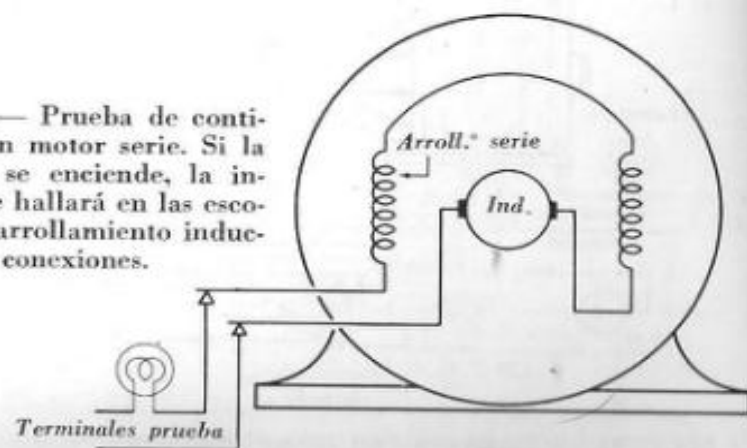


Fig. 7.54. — Prueba de continuidad en un motor derivación.

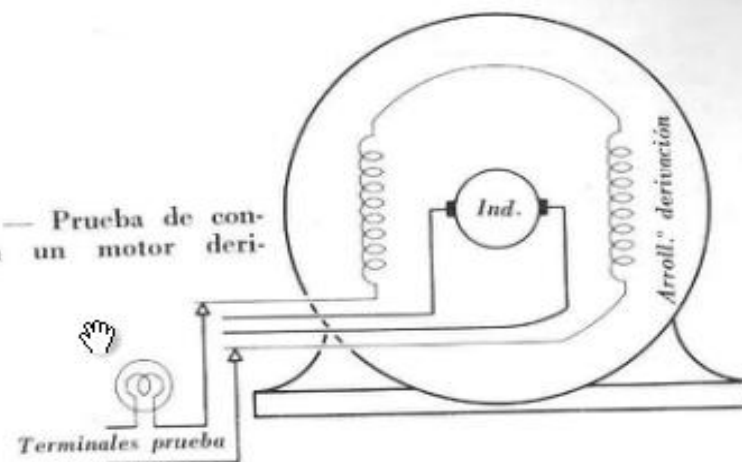


Fig. 7.55. — Prueba de continuidad en un motor compound. En este tipo de motor hay tres circuitos completos: 1 y 2, 3 y 4, 5 y 6.

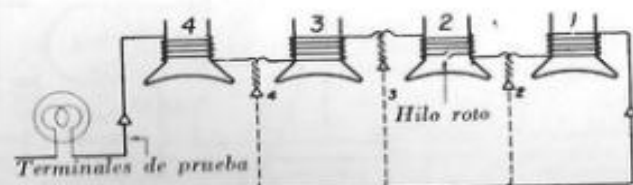
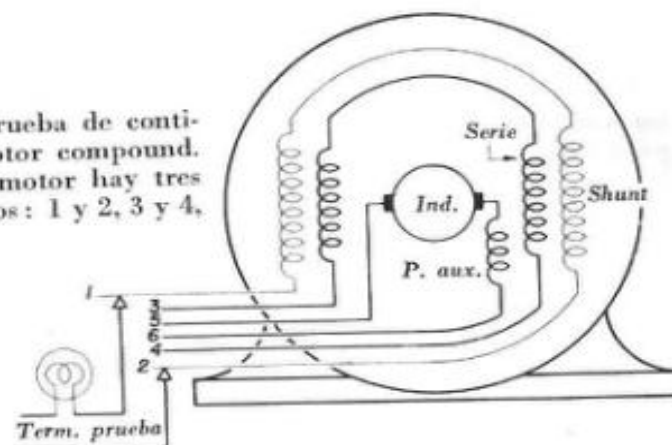


Fig. 7.56. — Prueba para localizar interrupciones en las bobinas inductoras de un motor tetrapolar.

S_1 y F_1 suelen ir conectados interiormente y en lugar de los mismos se saca un solo terminal que se designa por L .

Fig. 7.57. — Designación de los terminales de un motor compound.

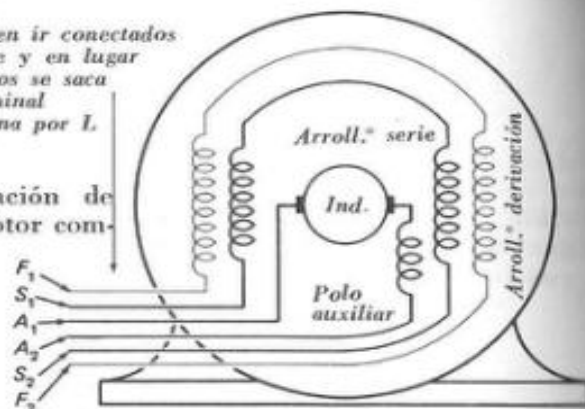


Fig. 7.58. — Identificación de los terminales de un motor compound con la lámpara de prueba.

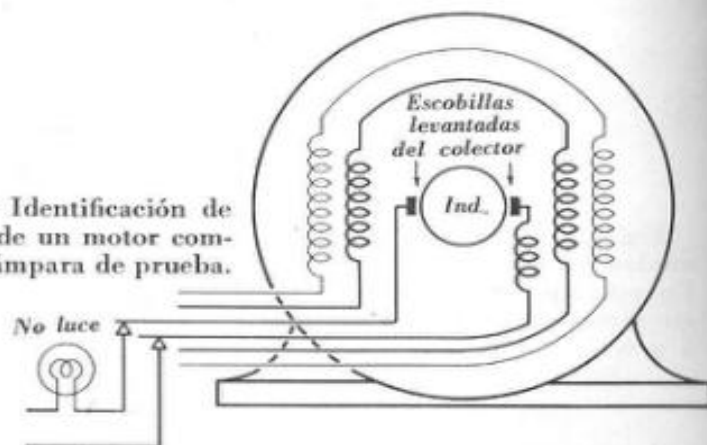


Fig. 7.59. — Prueba para determinar si la conexión de un motor es aditiva o diferencial.

Este terminal se suelta en la segunda fase de la prueba

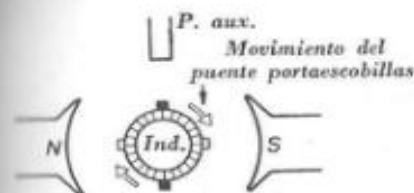
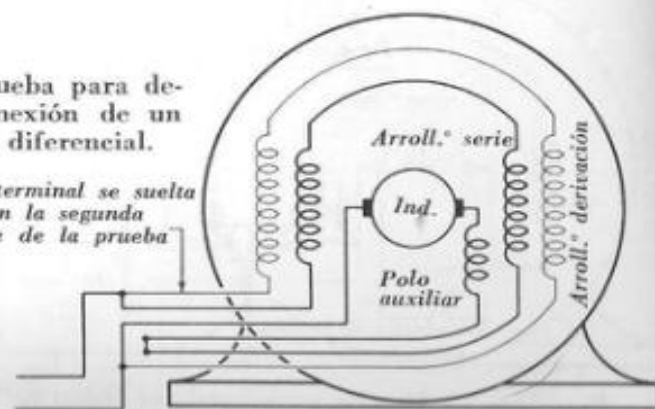
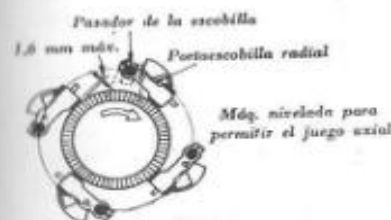
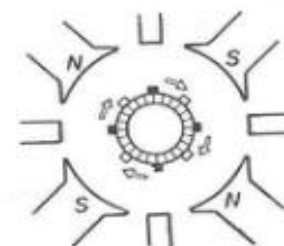


Fig. 7.60. — Prueba de la polaridad de los polos auxiliares en un motor bipolar. Para ello se sueltan todas las conexiones a excepción de las de los polos auxiliares e inducido y se corren las escobillas 90°. Si el inducido gira en el mismo sentido en que fueron corridas las escobillas, la polaridad será correcta.

Fig. 7.61. — Prueba de la polaridad de los polos auxiliares en un motor tetrapolar.



Se tira del papel de lija sólo en el sentido de rotación



Disposición del papel de lija para asentar escobillas



Fig. 7.62. — Posiciones correctas e incorrectas de las escobillas.

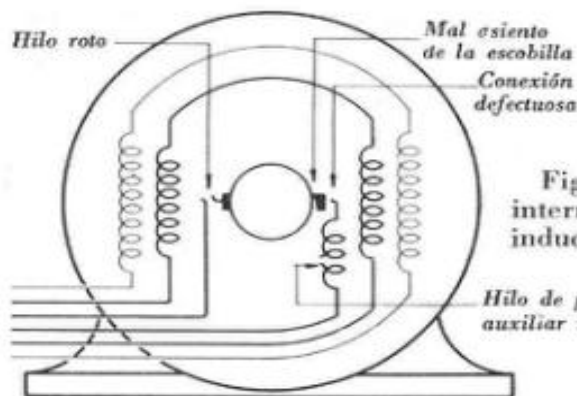


Fig. 7.63. — Posibles causas de interrupción en el circuito del inducido.

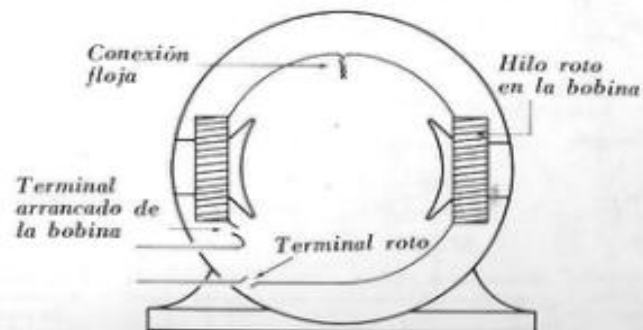
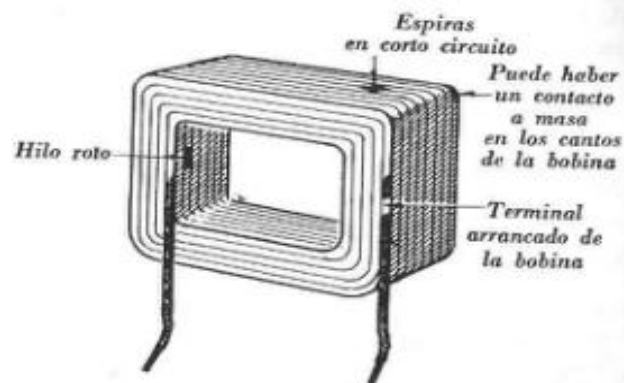


Fig. 7.64. — Puntos en el circuito inductor y en una bobina inductora donde suelen presentarse las interrupciones.

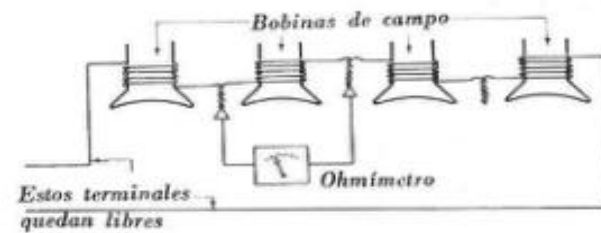


Fig. 7.65. — Prueba para localizar una bobina con cortocircuito mediante el ohmímetro.

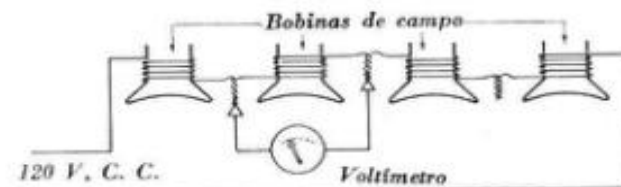


Fig. 7.66. — Localización de una bobina con cortocircuito por medio de un voltímetro

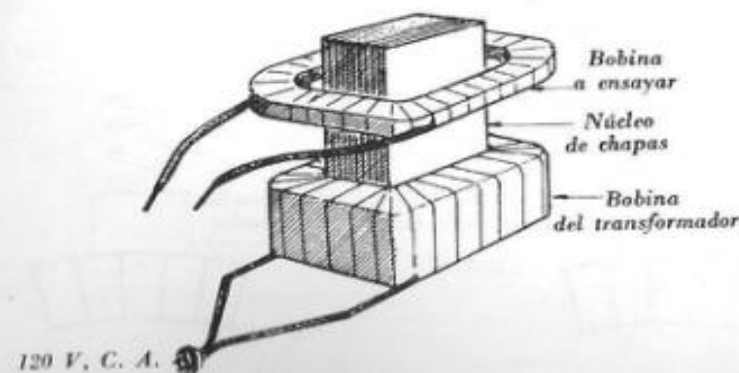


Fig. 7.67. — Transformador para la prueba de bobinas con cortocircuito.

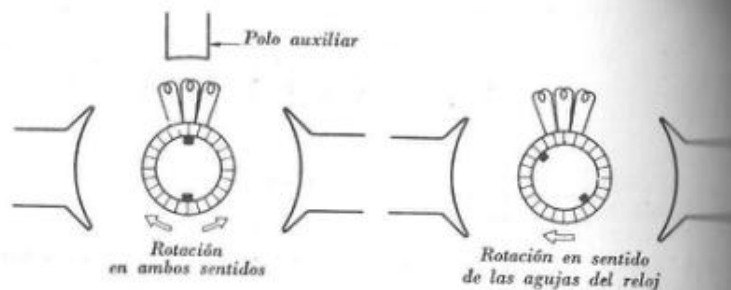


Fig. 7.68. — Posición correcta de las escobillas en los motores con polos auxiliares y sin ellos.

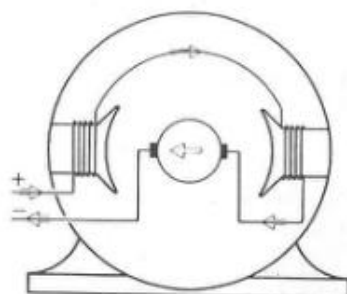


Fig. 7.69. — En un motor serie, la corriente que circula por sus arrollamientos es la misma.

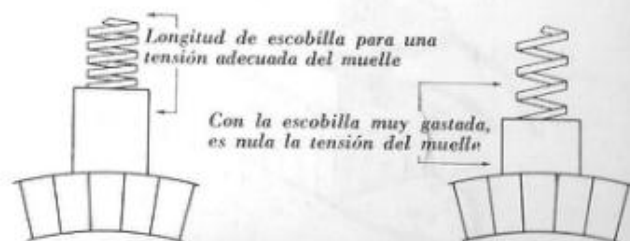


Fig. 7.70. — Tensión que ejerce el muelle según la longitud de la escobilla.

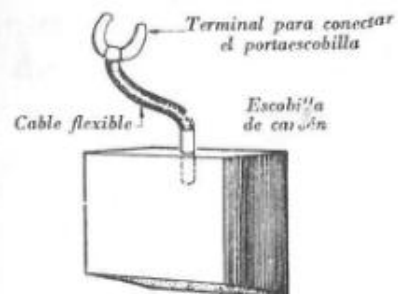


Fig. 7.71. — Tipo corriente de escobilla con cable flexible.

Arranque y maniobra de motores de corriente continua

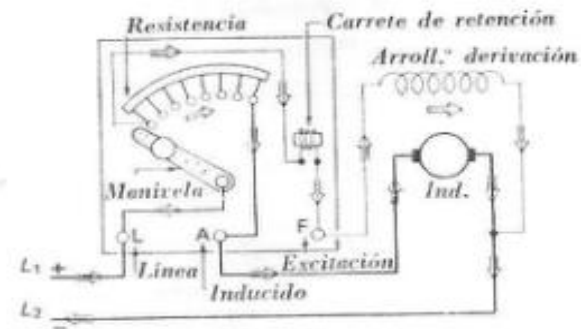


Fig. 3.1. — Reóstato de tres bornes conectado a un motor derivación.

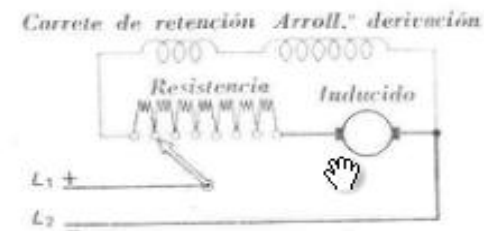


Fig. 3.2. — Esquema simplificado de la figura anterior.

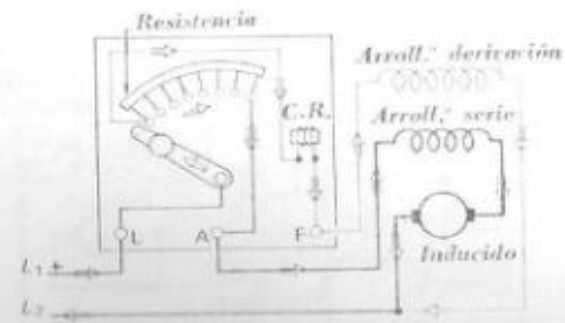


Fig. 3.3. — Reóstato de tres bornes conectado a un motor com.

Fig. 8.4. — Esquema simplificado de la figura anterior.

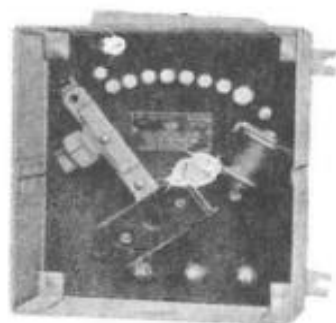
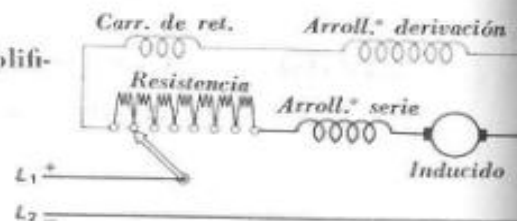


Fig. 8.5. — Reóstato de arranque con tres bornes (Cutter Hammer). Es de accionamiento manual, y no permite la inversión del sentido de giro.

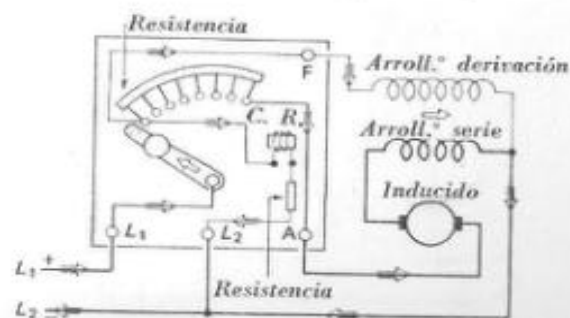


Fig. 8.6. — Reóstato de cuatro bornes conectado a un motor compound.

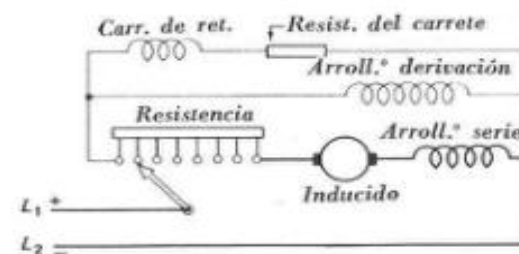


Fig. 8.7. — Representación esquemática de la figura anterior.

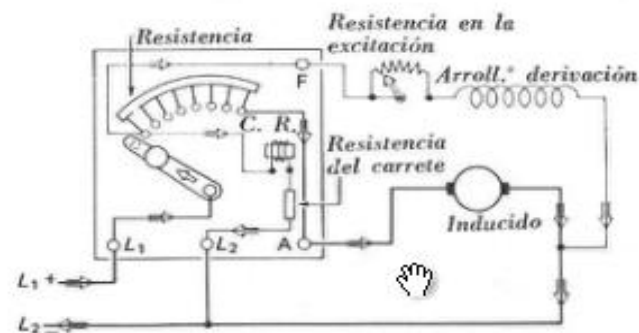


Fig. 8.8. — Reóstato de cuatro bornes con resistencia variable en la excitación para regular la velocidad.

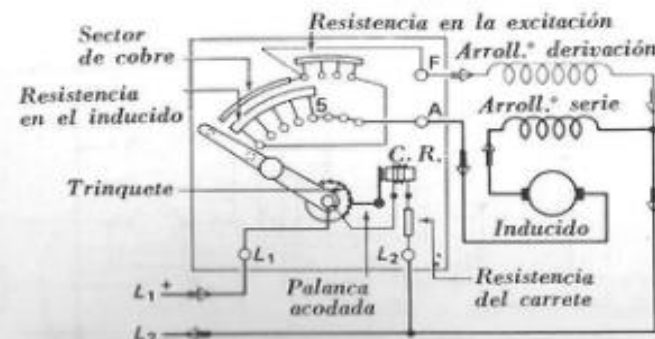


Fig. 8.9. — Reóstato de cuatro bornes regulador de velocidad, conectado a un motor compound.

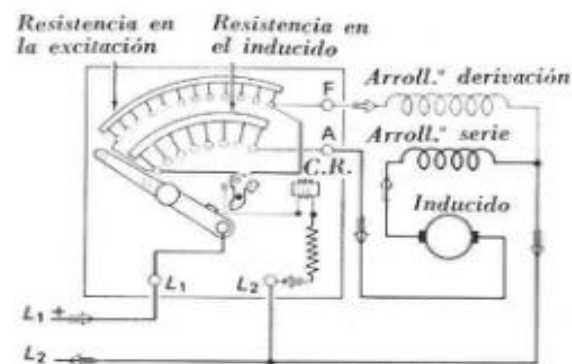


Fig. 8.10. — Reóstato de cuatro bornes de doble palanca, regulador de velocidad, conectado a un motor compuesto.

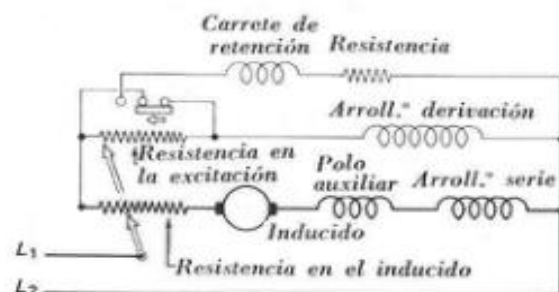


Fig. 8.11. — Esquema simplificado de la figura anterior.

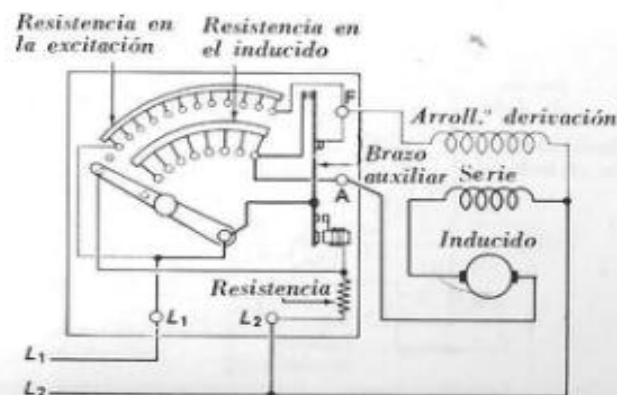


Fig. 8.12. — Reóstato combinado con regulador de velocidad.

Fig. 8.13. — Conmutador inversos bipolar de cuchillas.

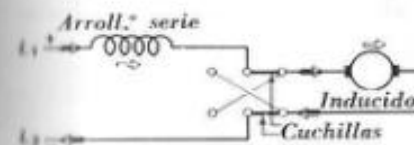


Fig. 8.14. — Conmutador inversos bipolar conectado a un motor serie. Obsérvese el sentido de la corriente en el inducido con el conmutador a la derecha.

Fig. 8.15. — El mismo circuito de la figura anterior, pero con el conmutador a la izquierda.

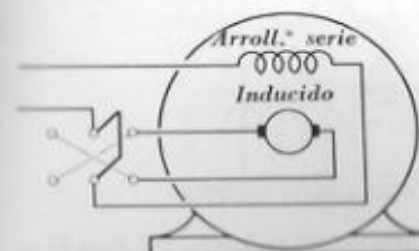
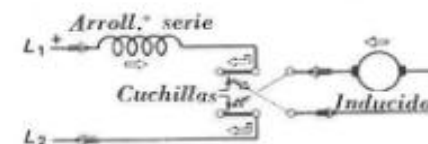


Fig. 8.16. — Motor serie conectado a un conmutador inversor bipolar.

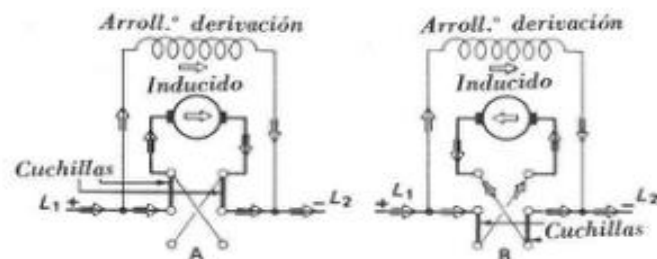


Fig. 8.17. — (A) Con el conmutador hacia arriba: la corriente que circula por el inducido del motor derivación va de izquierda a derecha. (B) Con el conmutador hacia abajo: la corriente del inducido va de derecha a izquierda.

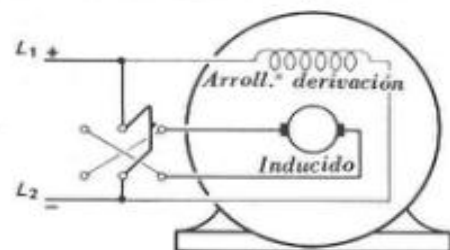


Fig. 8.18. — Motor derivación conectado a un conmutador inversos bipolar.

Fig. 8.19. — Motor compound conectado a un conmutador inversos bipolar.

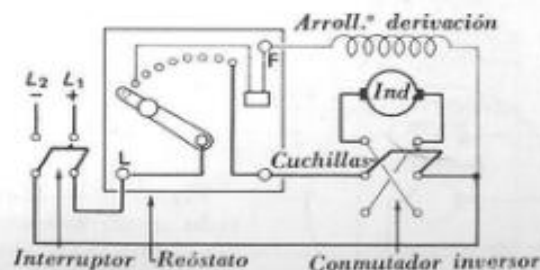
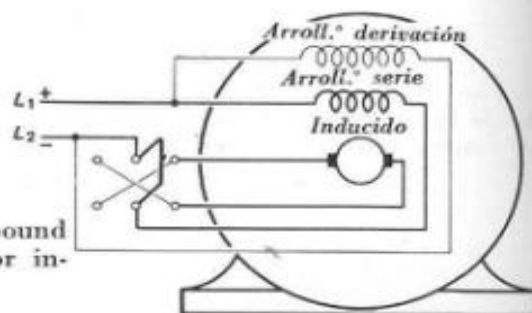


Fig. 8.20. — Motor derivación conectado a un reóstato de tres bornes y a un conmutador inversor.

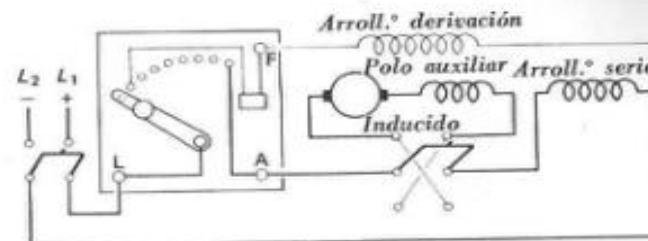


Fig. 8.21. — Motor compound conectado a un reóstato de tres bornes y a un conmutador inversos. La inversión se verifica en el circuito inducido/polos auxiliares.

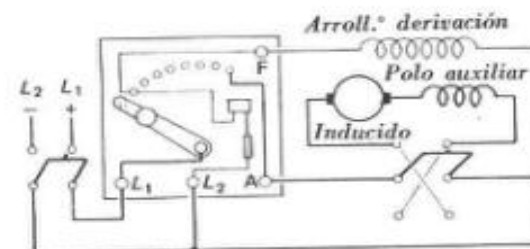


Fig. 8.22. — Motor derivación conectado a un reóstato de cuatro bornes y a un conmutador inversor.

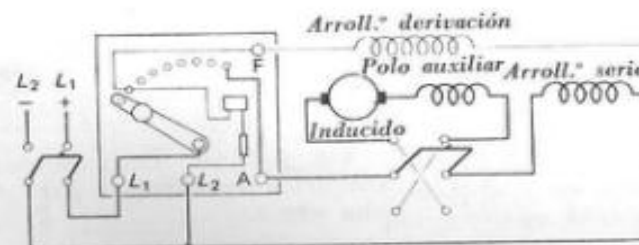


Fig. 8.23. — Motor compound conectado a un reóstato de cuatro bornes y a un conmutador inversor.

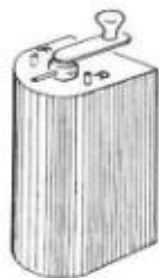


Fig. 8.24. — Pequeño inversor de tambor.

Fig. 8.25. — Contactos fijos del inversor de tambor.

1 □	□ 2
3 □	□ 4
5 □	□ 6
7 □	□ 8

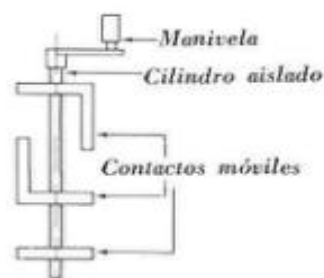


Fig. 8.26. — Contactos móviles del inversor de tambor.

Fig. 8.27. — Posición de los contactos del inversor para marcha ADELANTE.

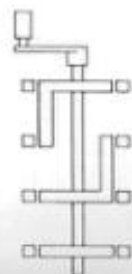
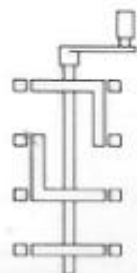


Fig. 8.28. — Posición de los contactos del inversor para marcha ATRÁS.

Fig. 8.29. — Motor serie conectado a un inversor de tambor (marcha ADELANTE).

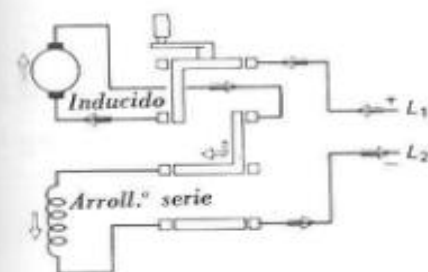
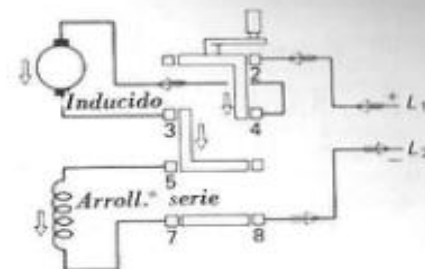


Fig. 8.30. — Motor serie conectado a un inversor de tambor (marcha ATRÁS).

Fig. 8.31. — Motor derivación conectado a un inversor de tambor (marcha ADELANTE).

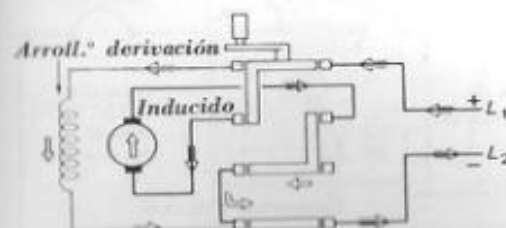
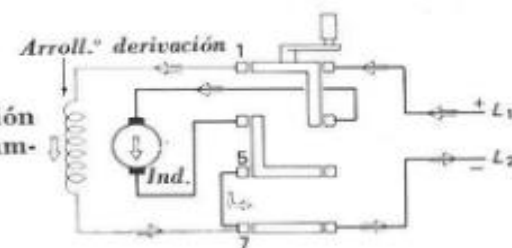


Fig. 8.32. — Motor derivación conectado a un inversor de tambor (marcha ATRÁS).

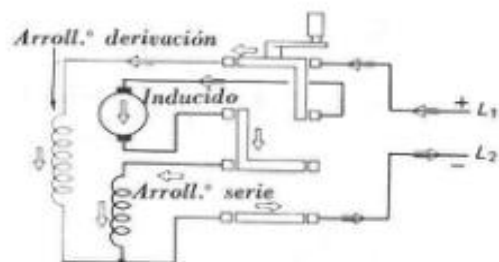


Fig. 8.33 a. — Motor compound conectado a un inversor de tambor (marcha ADELANTE).

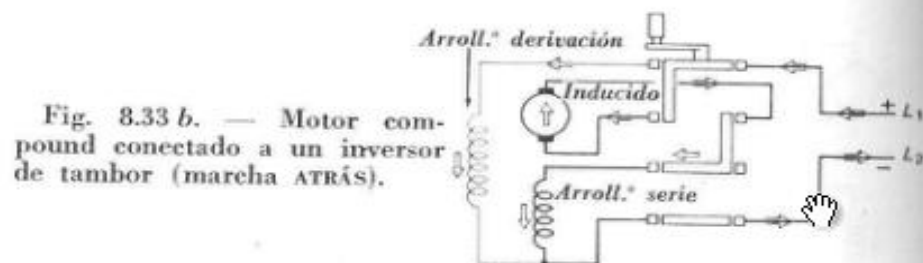


Fig. 8.33 b. — Motor compound conectado a un inversor de tambor (marcha ATRÁS).

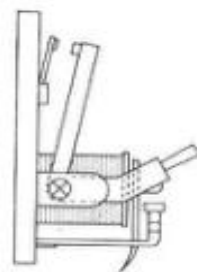


Fig. 8.34. — Disyuntor magnético.

Fig. 8.35. — Relé de sobrecarga montado en un reóstato de tres bornes.

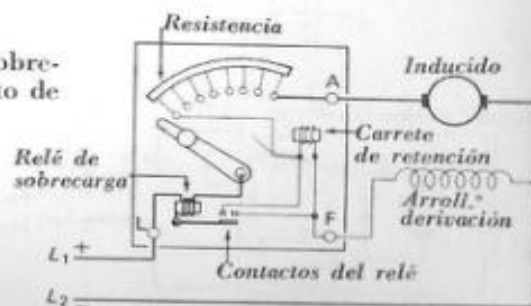


Fig. 8.36. — Relé magnético de sobrecarga del tipo de émbolo.

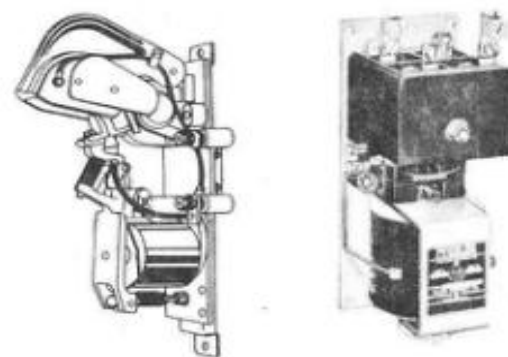


Fig. 8.37. — Contactor magnético para corriente continua.

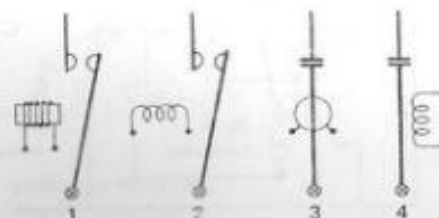


Fig. 8.38. — Símbolos para representar esquemáticamente un contactor magnético.

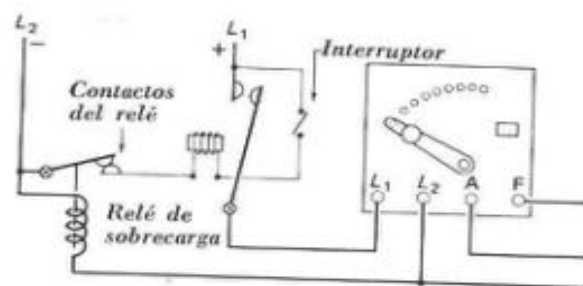


Fig. 8.39. — Relé magnético de sobrecarga combinado con un contactor magnético.

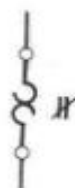


Fig. 8.40. — Signo para representar esquemáticamente un relé térmico. La figurita de la derecha representa los contactos.

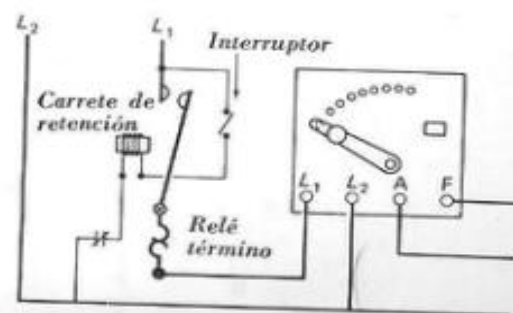


Fig. 8.41. — Relé térmico combinado con un contactor magnético.

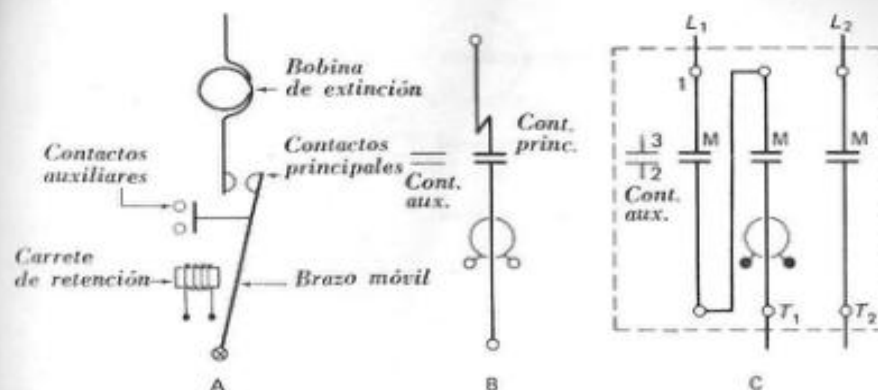


Fig. 8.42. — (A) Partes componentes de un contactor magnético. (B) Modo de representarlo esquemáticamente. (C) Contactor bipolar.

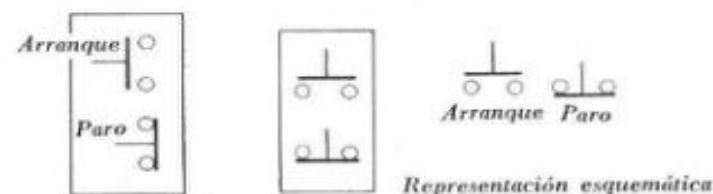


Fig. 8.43. — Diversas maneras de representar estaciones de pulsadores ARRANQUE-PARO con cuatro contactos.

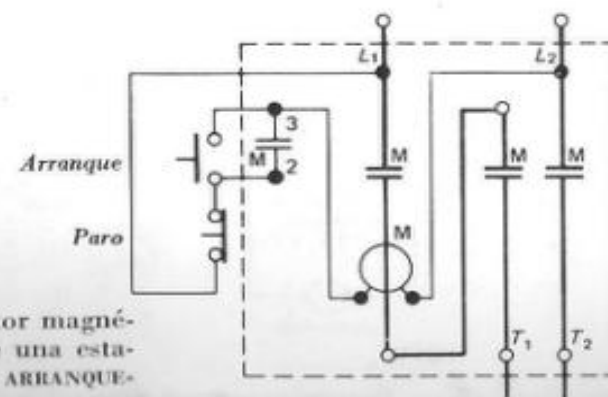


Fig. 8.44. — Contactor magnético maniobrado desde una estación de pulsadores ARRANQUE-PARO.

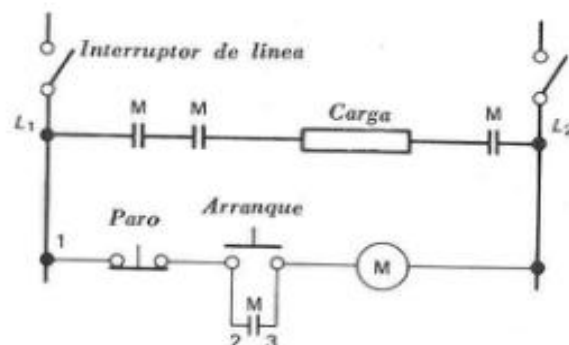


Fig. 8.45. — Contactor magnético maniobrado desde una estación de pulsadores ARRANQUE-PARO.

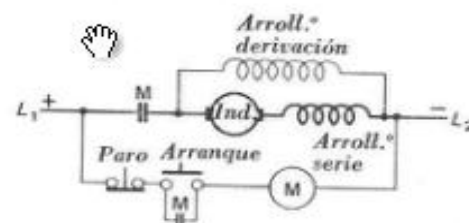


Fig. 8.46. — Esquema simplificado de un motor compound maniobrado por un contactor magnético desde una estación de pulsadores ARRANQUE-PARO.

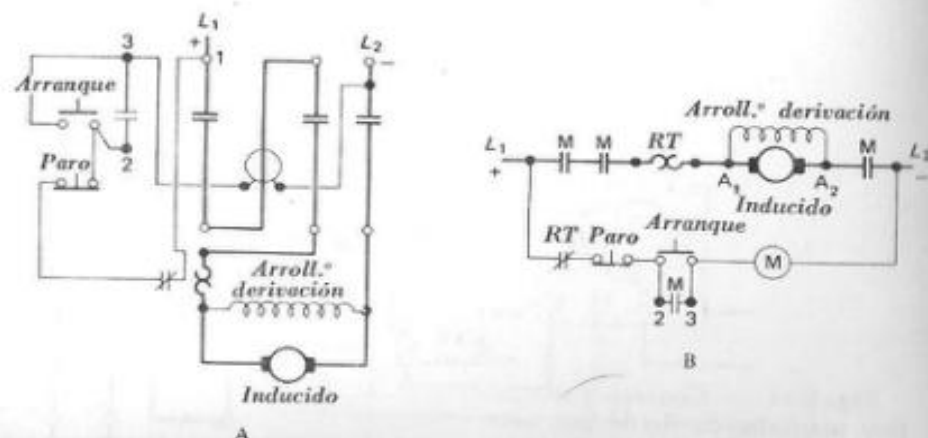


Fig. 8.47. — Esquemas normal y simplificado de un motor derivación maniobrado a través de un arrancador magnético bipolar de conexión a plena tensión.

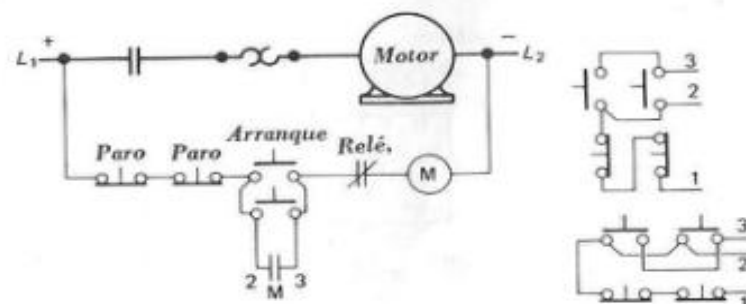


Fig. 8.48. — Arrancador magnético a plena tensión gobernado desde dos estaciones de pulsadores ARRANQUE-PARO.

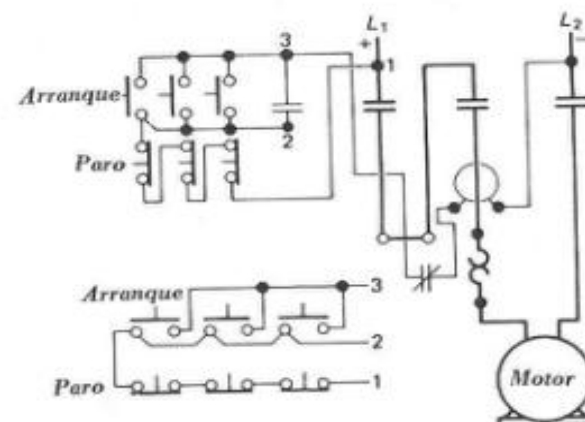


Fig. 8.49. — Arrancador magnético a plena tensión gobernado desde tres estaciones de pulsadores ARRANQUE-PARO.

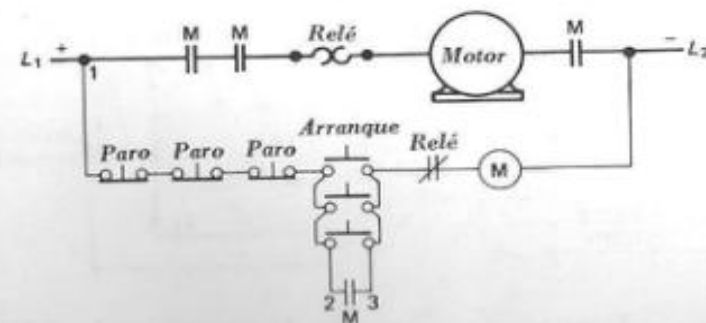


Fig. 8.50. — Esquema simplificado equivalente al representado en la figura 8.49.

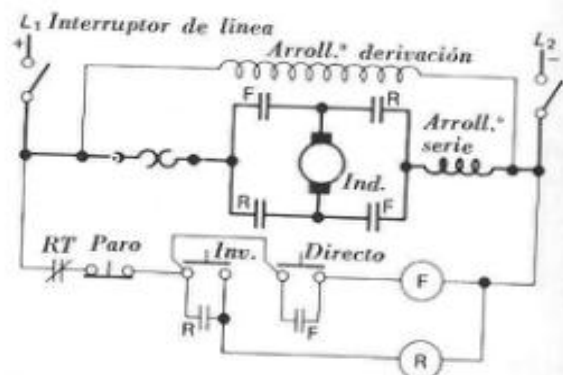


Fig. 8.51. — Motor compuesto maniobrado a través de un arrancador/inversor magnético desde una estación de pulsadores DIRECTO-INVERSO-PARO. La inversión del sentido de giro exige la previa detención completa del motor.

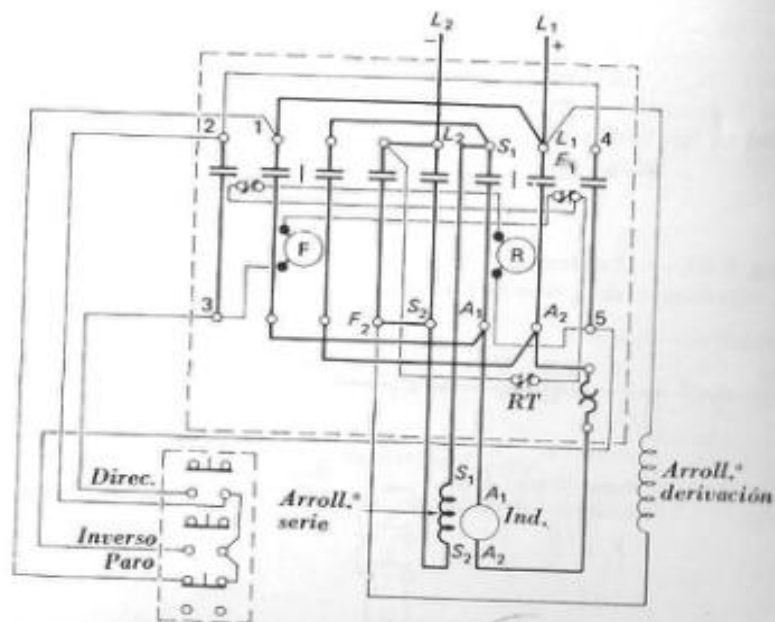


Fig. 8.52 a. — Esquema de conexiones de un arrancador/inversor equipado con relé de sobrecarga y sistema de enclavamiento eléctrico, para la maniobra de un motor compuesto.

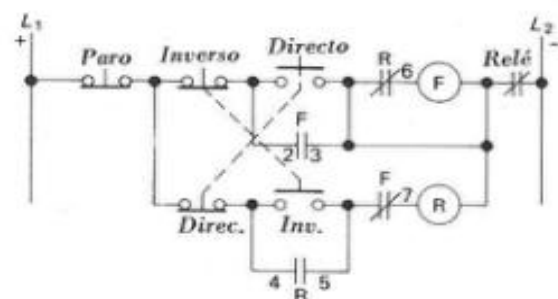


Fig. 8.52 b. — Circuito de control de un arrancador/inversor como el de la figura 8.52 a, pero a base de dobles pulsadores DIRECTO-INVERSO. Cada pulsador principal cierra un par de contactos y abre simultáneamente otro par.

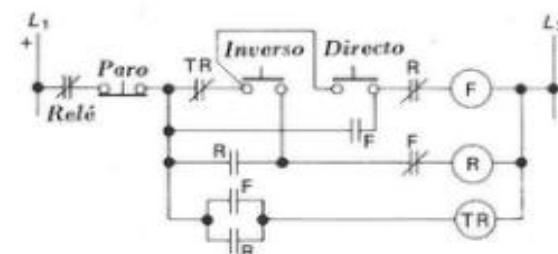


Fig. 8.53. — Circuito de control de un arrancador/inversor provisto de relé de retardo para evitar la inversión del sentido de giro del motor hasta que éste está parado por completo.

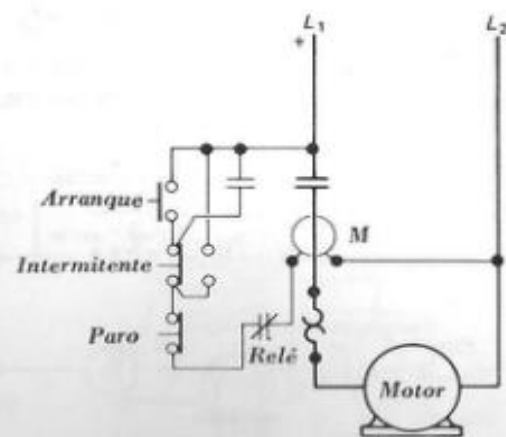


Fig. 8.54. — Motor de corriente continua conectado a un arrancador magnético gobernado desde una estación de tres pulsadores ARRANQUE, INTERMITENTE-PARO.

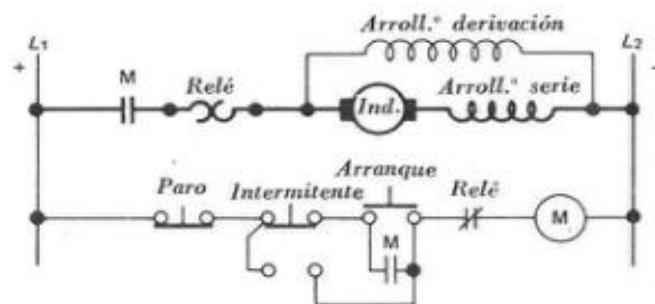


Fig. 8.55. — Esquema de un motor compound conectado a un arrancador magnético accionado desde una estación de tres pulsadores ARRANQUE-INTERMITENTE-PARO.

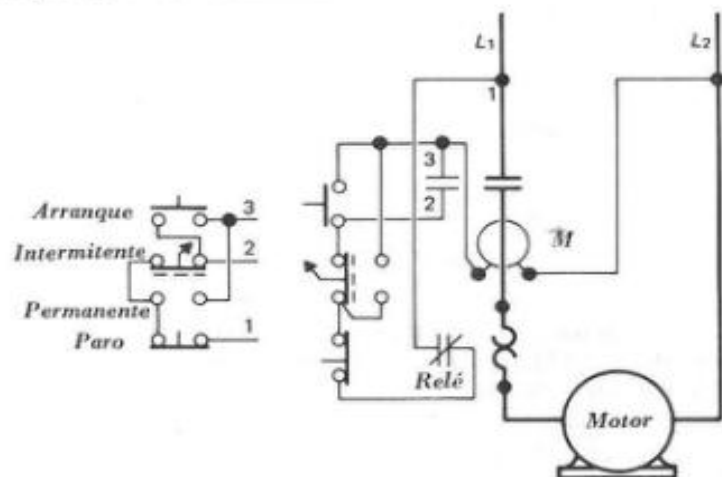


Fig. 8.56. — Motor de corriente continua conectado a un arrancador magnético gobernado desde una estación de mando con pulsador selector para marcha intermitente o permanente.

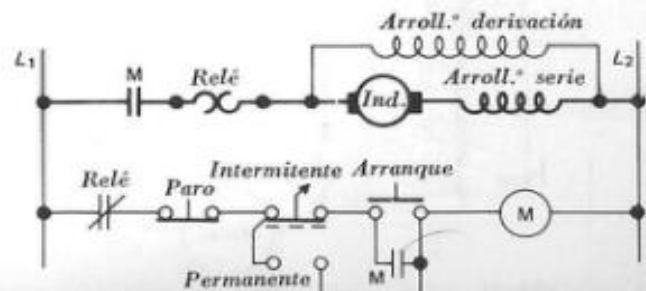


Fig. 8.57. — Esquema de un motor compound conectado a un arrancador magnético accionado desde una estación ARRANQUE-PARO con pulsador selector INTERMITENTE-PERMANENTE.

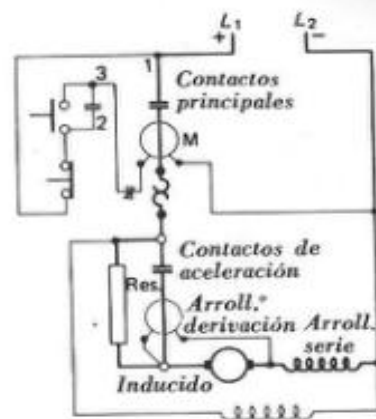


Fig. 8.58. — Esquema de un motor compound maniobrado por un arrancador de fuerza contraelectromotriz provisto de contactor magnético.

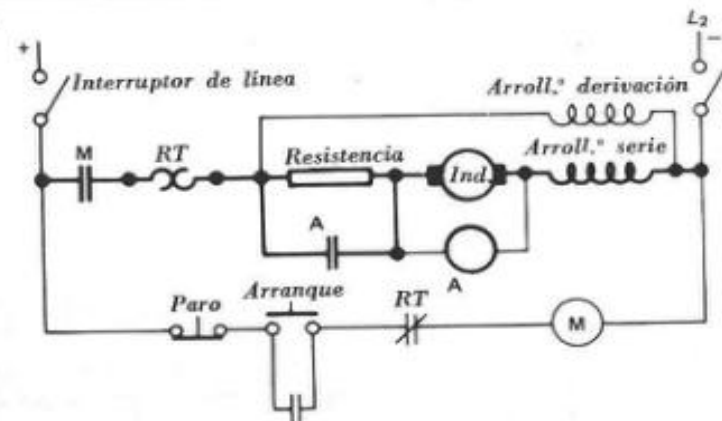


Fig. 8.59. — Otra representación del esquema de la figura 8.58.

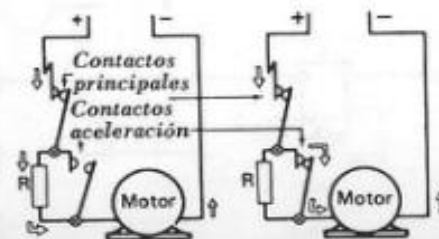


Fig. 8.60. — Posiciones de los contactos de aceleración de un arrancador de fuerza contraelectromotriz en el instante del arranque y con el motor ya acelerado.

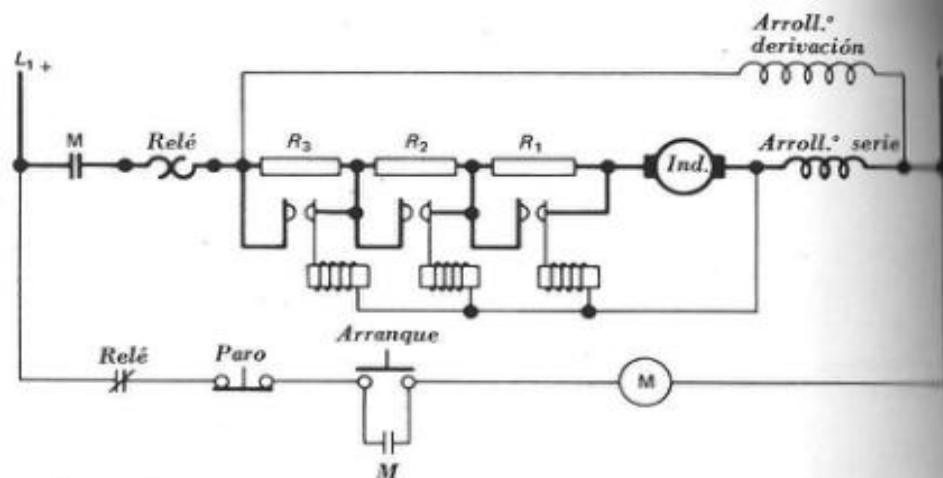


Fig. 8.61. — Arrancador de fuerza contraelectromotriz con tres etapas de aceleración, conectado a un motor compound.

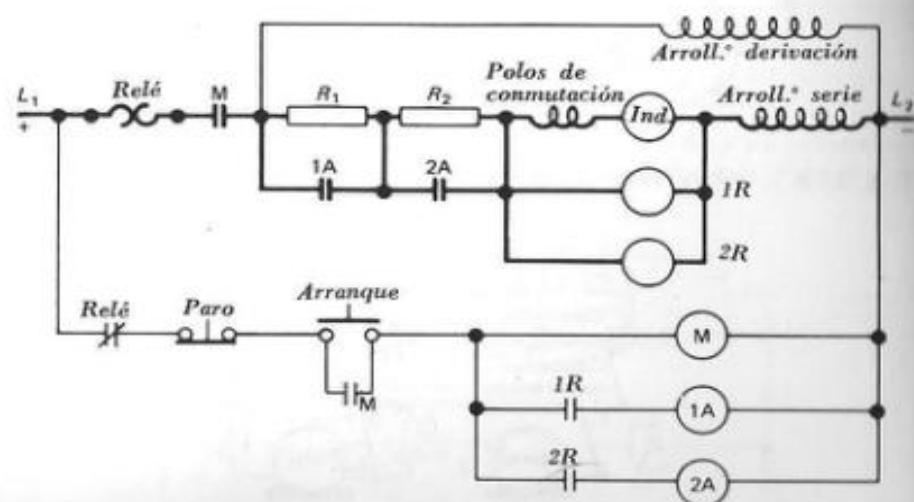


Fig. 8.62. — Arrancador de fuerza contraelectromotriz provisto de relés para el accionamiento de los contactores que ponen en cortocircuito a las resistencias de arranque.

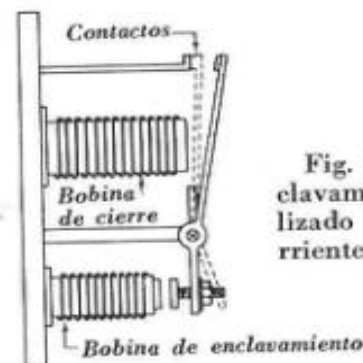


Fig. 8.63. — Contactor de enclavamiento con dos bobinas, utilizado en arrancadores de corriente límite.

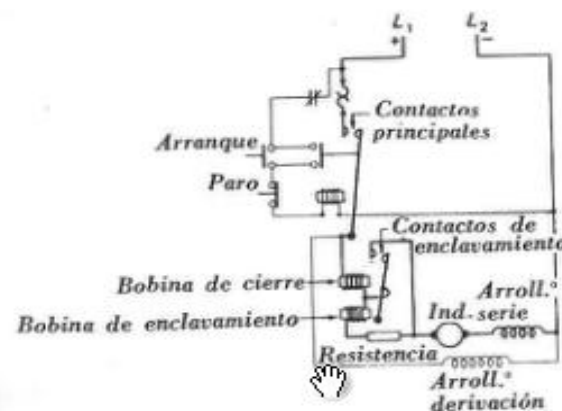


Fig. 8.64 a. — Motor compound accionado por un arrancador de enclavamiento con dos bobinas y una sola etapa de resistencia.

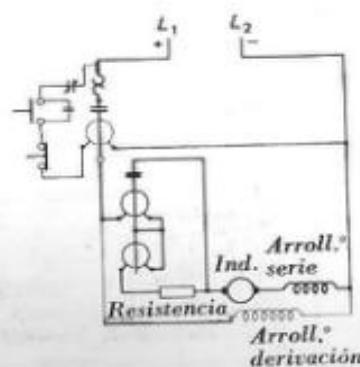


Fig. 8.64 b. — Otra manera de representar el esquema de la figura 8.64 a.

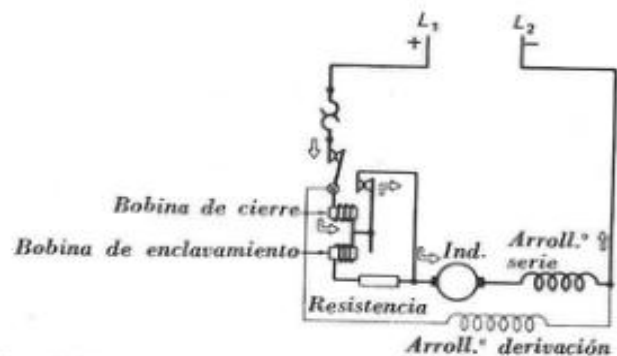


Fig. 8.64. c. — Posición de los contactos de enclavamiento en el arrancador de la figura 8.64 a cuando el motor absorbe la corriente normal de régimen.

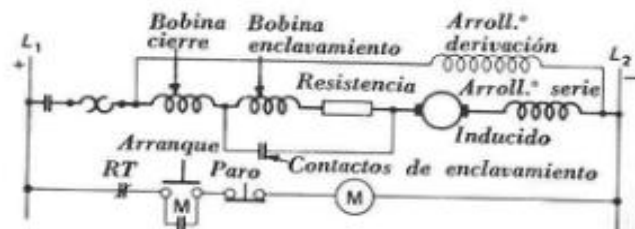


Fig. 8.65. — Esquema simplificado del circuito de un arrancador de enclavamiento con dos bobinas y una sola etapa de resistencia, conectado a un motor compound.

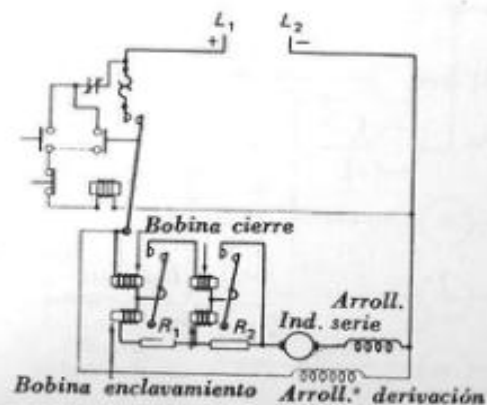


Fig. 8.66. — Motor compound accionado por un arrancador de enclavamiento con dos bobinas y dos etapas de resistencia.

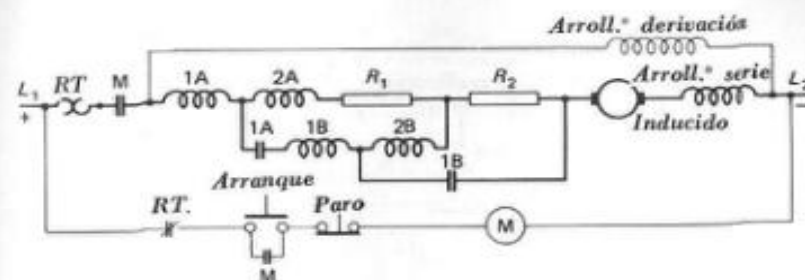


Fig. 8.67. — Esquema simplificado del circuito de un arrancador de enclavamiento con dos bobinas y dos etapas de resistencia, conectado a un motor compound.

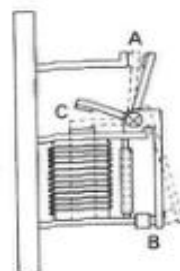


Fig. 8.68. — Contactor de enclavamiento de una sola bobina.

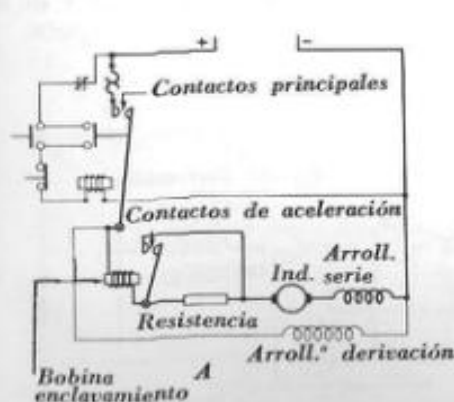


Fig. 8.69. — Dos maneras distintas de representar esquemáticamente un motor compound accionado por un arrancador de enclavamiento de una sola bobina y una sola etapa de resistencia.

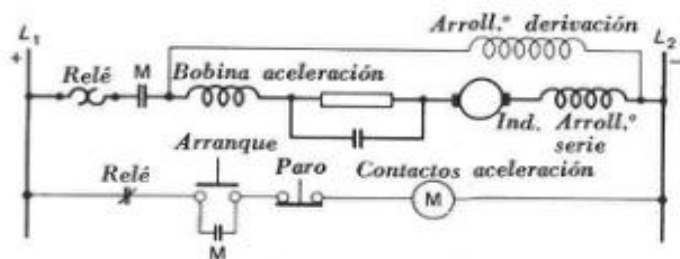


Fig. 8.70. — Esquema simplificado de un motor compound accionado por un arrancador de enclavamiento de una sola bobina y etapa de resistencia.

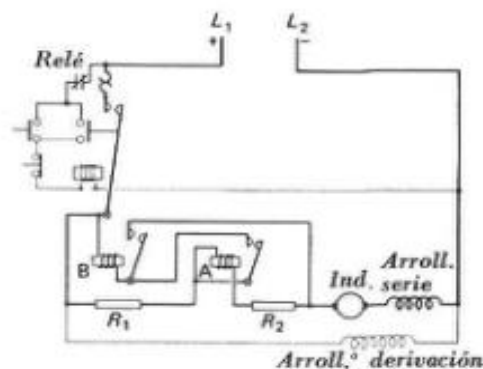


Fig. 8.71. — Motor compound accionado por un arrancador de enclavamiento con dos bobinas simples y dos tapas de resistencia.

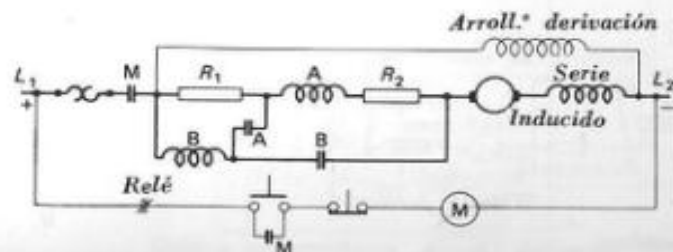


Fig. 8.72. — Esquema simplificado del circuito representado en la figura 8.71.

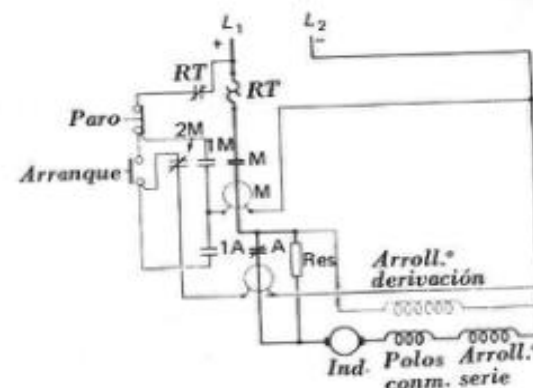


Fig. 8.73. — Esquema de un motor compound accionado por un arrancador magnético con ajuste de tiempo.

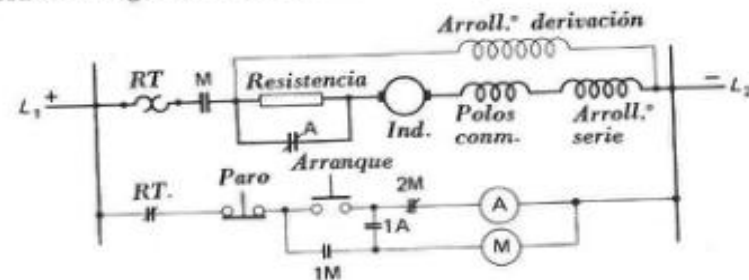


Fig. 8.74. — Esquema simplificado del circuito representado en la figura 8.73.

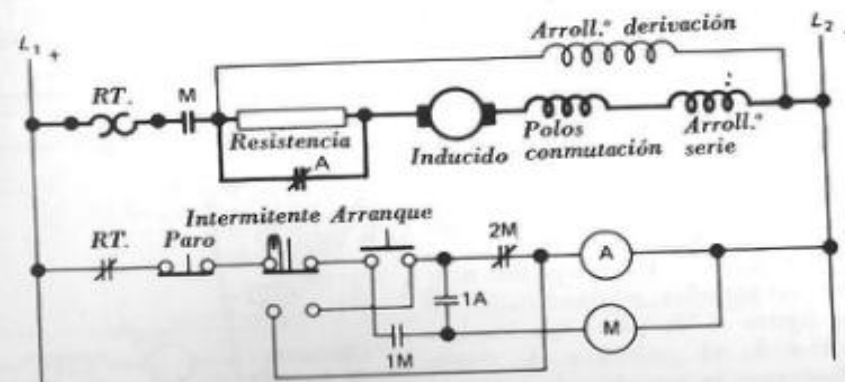


Fig. 8.75. — Esquema simplificado de un motor compound accionado por un arrancador magnético con ajuste de tiempo, desde una estación de tres pulsadores ARRANQUE-PARO-INTERMITENTE.

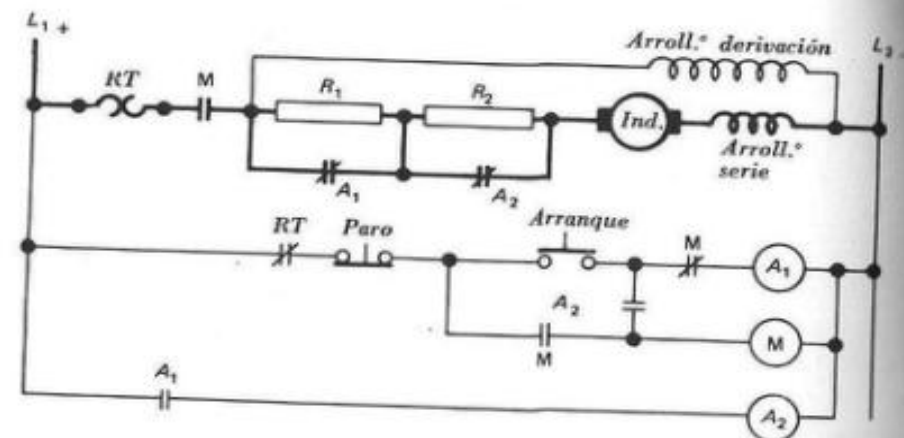


Fig. 8.76. — Esquema de un motor compound accionado por un arrancador magnético con ajuste de tiempo y dos etapas de resistencia.

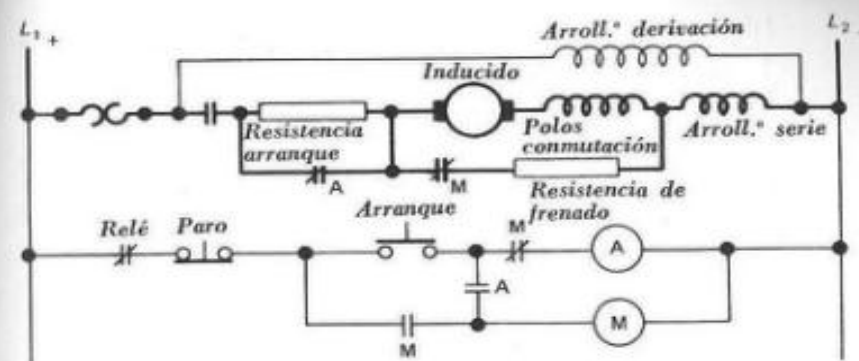


Fig. 8.79. — Esquema simplificado de un motor compound accionado por un arrancador magnético con ajuste de tiempo, provisto de frenado dinámico.

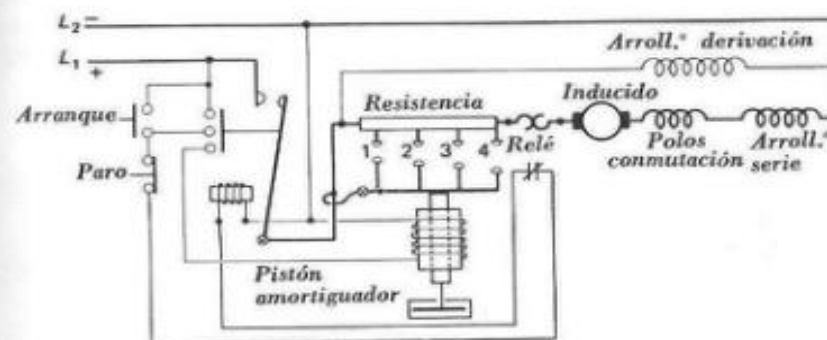


Fig. 8.80. — Motor compound maniobrado por un arrancador mecánico provisto de pistón amortiguador.

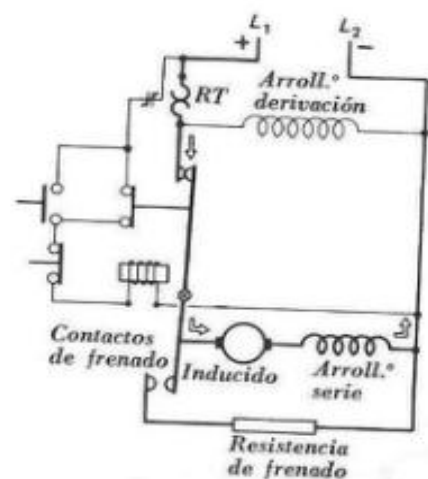


Fig. 8.78. — Esquema del mismo arrancador representado en la figura 8.77, pero tras haber oprimido el pulsador de PARO. Obsérvese la posición de los contactos y el sentido de circulación de la corriente por el inducido del motor.

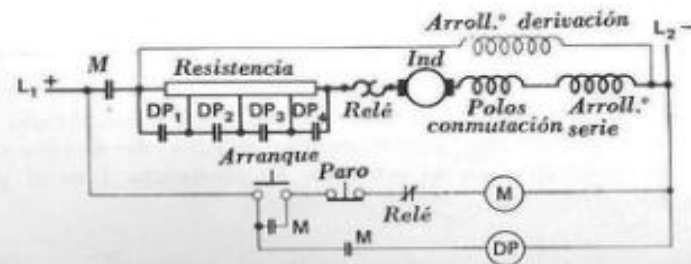
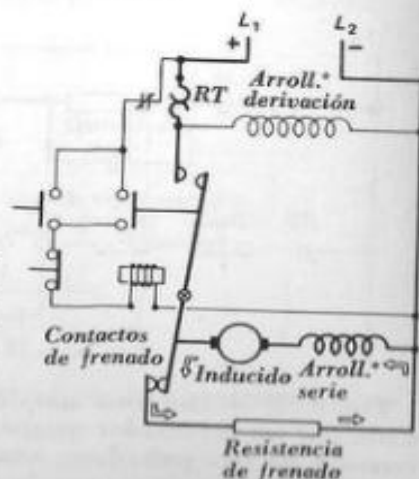


Fig. 8.81. — Esquema simplificado del circuito representado en la figura 8.80.

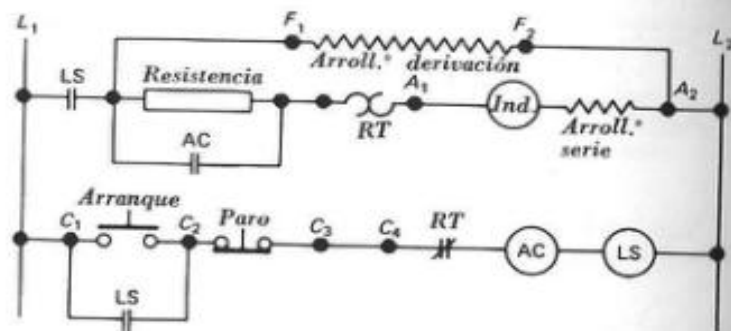


Fig. 8.82. — Esquema de un motor compound maniobrado por un arrancador con mecanismo amortiguador a base de fluido, para una sola etapa de aceleración (Allen Bradley).

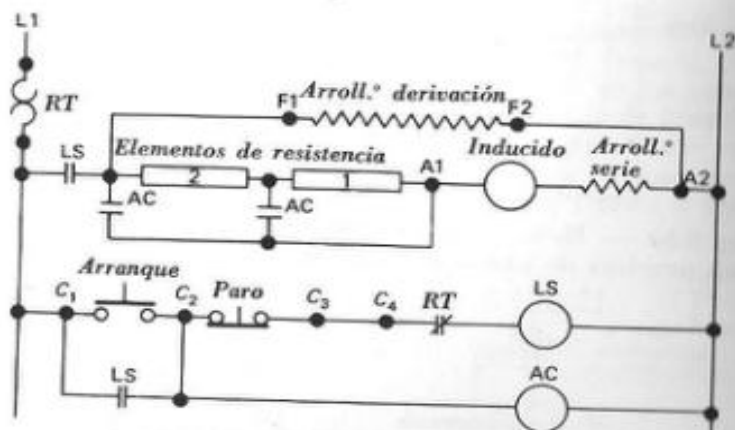


Fig. 8.83. — Esquema de un motor compound maniobrado por un arrancador con mecanismo amortiguador a base de fluido, con dos elementos de resistencia en el circuito. El elemento 1 es el primero que queda cortocircuitado (Allen Bradley).

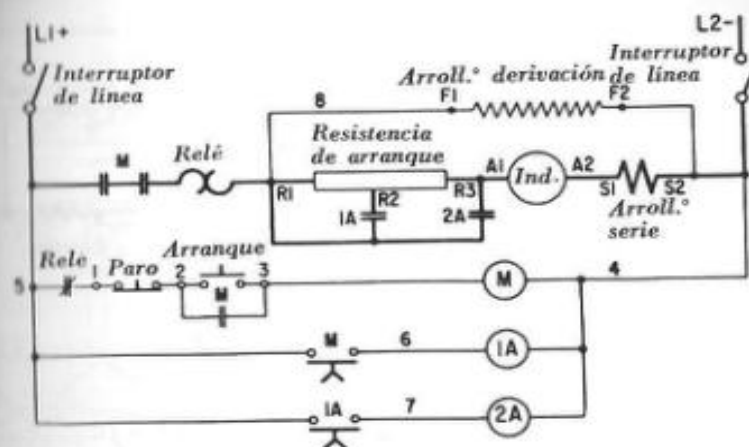


Fig. 8.84. — Esquema de un motor compound maniobrado por un arrancador con mecanismo neumáticos de retardo. M es la bobina del contactor, 1A la del primer mecanismo de retardo y 2A la del segundo.

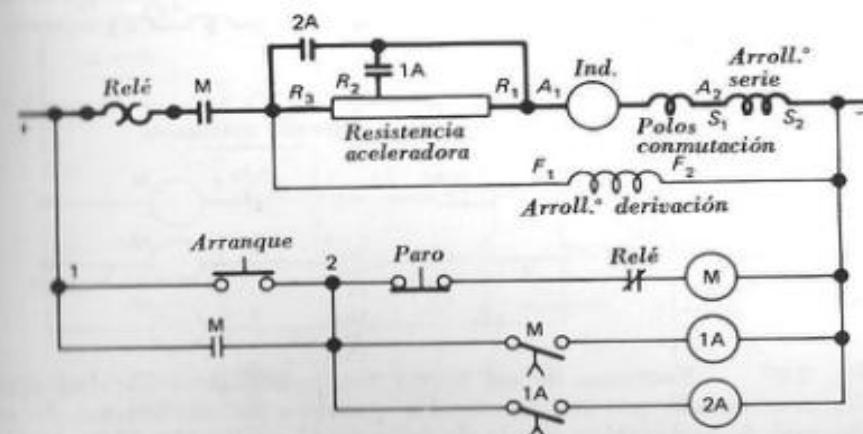


Fig. 8.85. — Esquema de un motor compound maniobrado por un arrancador con mecanismo de acción diferida muy similar al de la figura 8.84.

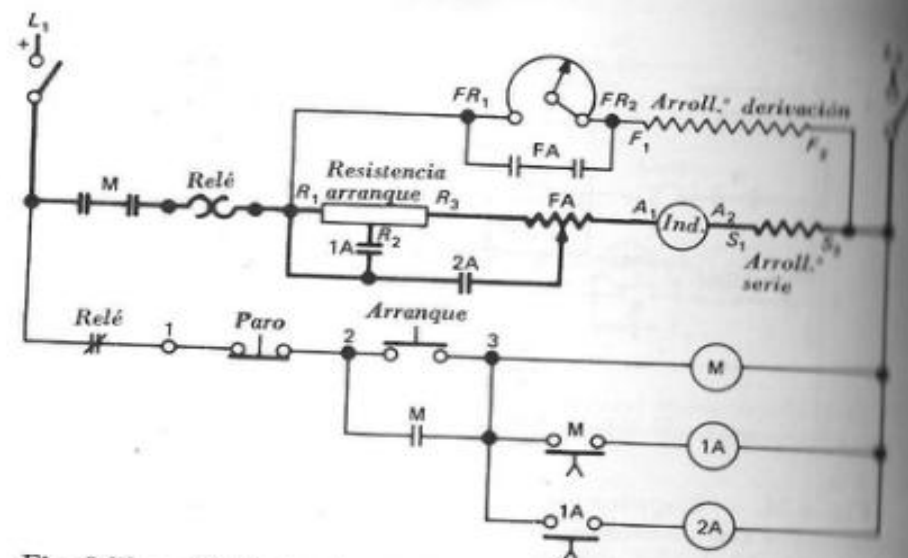


Fig. 8.86. — Esquema de un motor compound con ajuste de velocidad maniobrado por un arrancador provisto de mecanismo de retardo y relé de aceleración (*Allen Bradley*). M es la bobina del contactor, 1A la del primer mecanismo de retardo y FA la del relé de aceleración; FR es el reóstato de excitación.

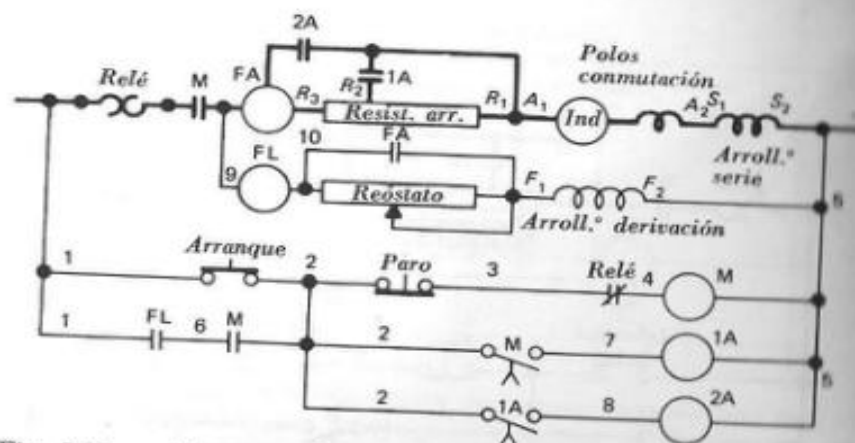


Fig. 8.87. — Esquema de un motor compound de velocidad ajustable, maniobrado por un arrancador provisto de mecanismo de retardo, relé de aceleración y relé de fallo de la excitación (*Square D*). M es la bobina del contactor, 1A la del primer mecanismo de retardo, 2A la del segundo mecanismo de retardo, FA la del relé de aceleración y FL la del relé de fallo de la excitación.

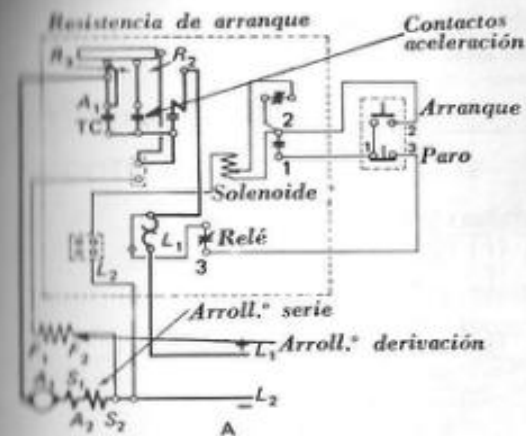


Fig. 8.88. — Esquemas de un motor compound maniobrado por un arrancador con mecanismo de retardo a base de ruedas dentadas y escape.

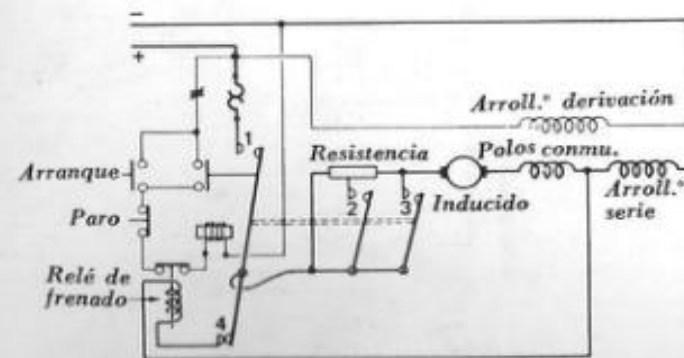


Fig. 8.89. — Esquema de un motor compound maniobrado por un arrancador provisto de mecanismo de retardo y frenado dinámico.

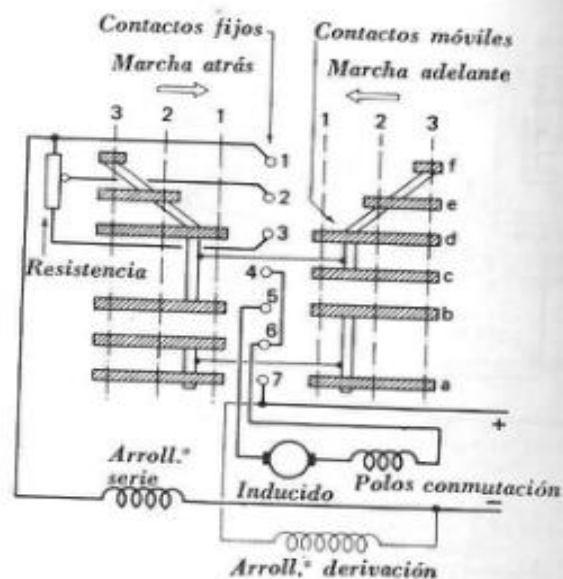


Fig. 8.90. — Esquema de un motor compound accionado por un arrancador de tambor de tipo sencillo.

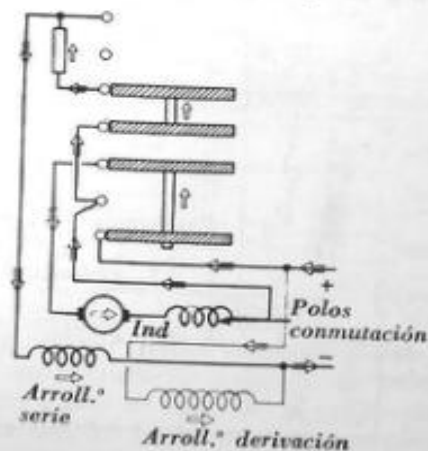


Fig. 8.91. — Primera posición de los contactos y circuito formado en el arrancador de la figura 8.90.



CAPÍTULO IX

Motores universales, motores de polos con espira auxiliar y motores para ventilador



Fig. 9.1. — Aspecto exterior de un motor universal (The Dumore Company).

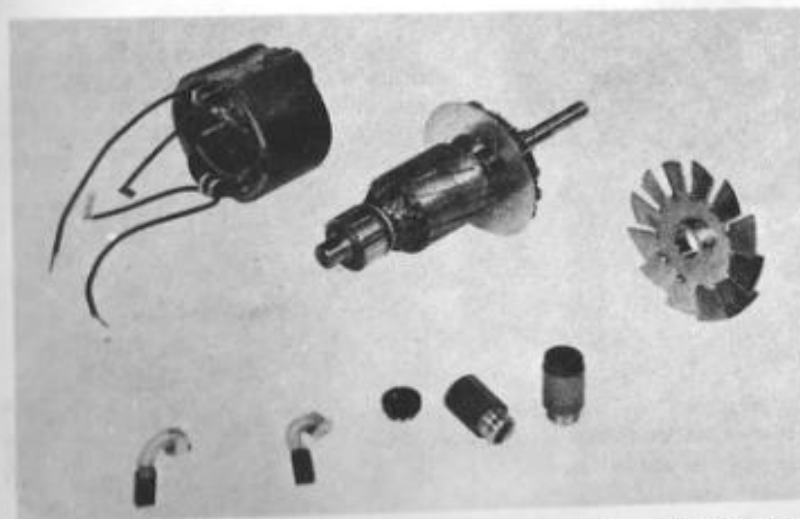


Fig. 9.2. — Partes componentes de un motor universal (The Dumore Company).



Fig. 9.3. — Núcleo estático de un motor universal bipolar.

Fig. 9.4. — Escudo frontal que muestra los portaescobillas y un cojinete.

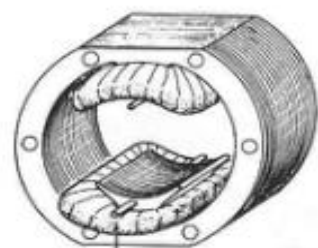
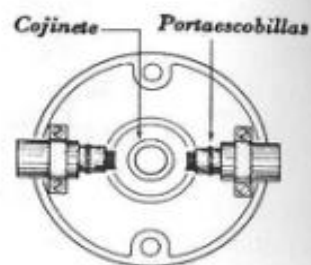


Fig. 9.5. — Sujeción de las bobinas inductoras por medio de pasadores.

Pasador del núcleo

Fig. 9.6. — Sujeción de las bobinas inductoras mediante tiras o grapas metálicas.



Fig. 9.7. — Sujeción de las bobinas inductoras mediante cuñas de fibra.

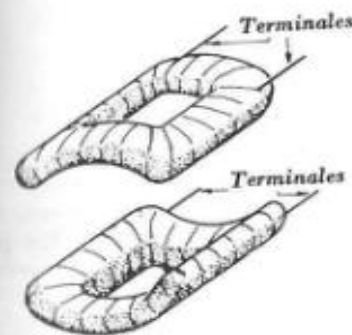
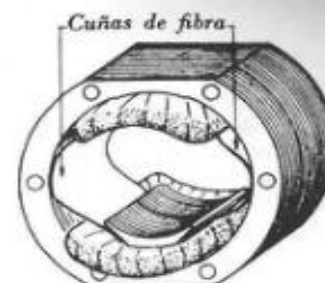


Fig. 9.8. — Forma de las bobinas inductoras una vez desmontadas de los polos.

Fig. 9.9. — Forma de una bobina inductora, una vez aplanada para determinar sus dimensiones.

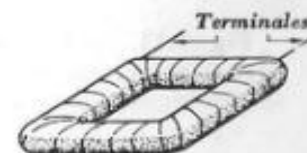


Fig. 9.10. — Horma para confeccionar bobinas inductoras.

Fig. 9.11. — Encintado de una bobina inductora.

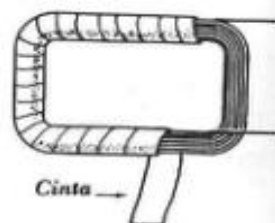


Fig. 9.12. — Prueba de polaridad. Si una vez excitadas ambas bobinas el clavo se mantiene en la posición indicada, las polaridades de éstas son correctas.

Fig. 9.13. — Conexión de bobinas inductoras e inducido en un motor universal.

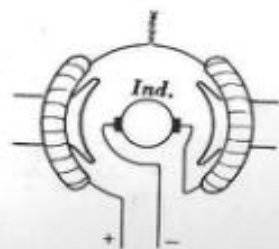
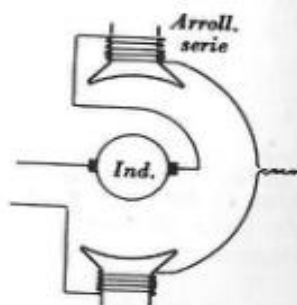


Fig. 9.14. — Conexiones interiores y de salida en un motor universal. Las bobinas inductoras se representan encintadas.

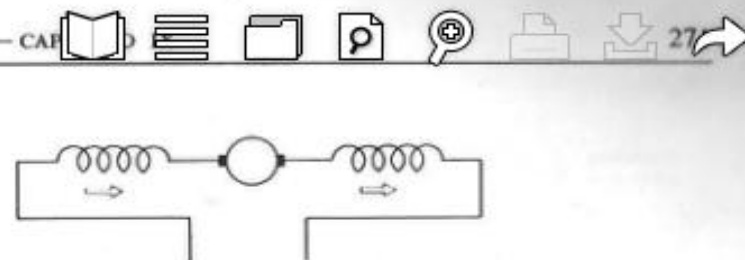


Fig. 9.15. — Esquema simplificado de un motor universal donde el inducido se halla conectado entre las dos bobinas inductoras.

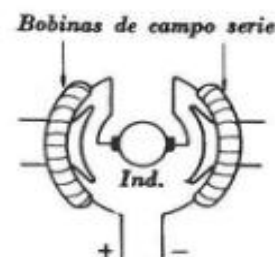


Fig. 9.16. — Motor universal conectado para girar en sentido horario.

Fig. 9.17. — El mismo motor de la figura 9.16, pero con los terminales del inducido invertidos. El motor girará ahora en sentido antihorario.

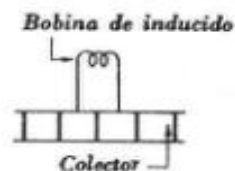
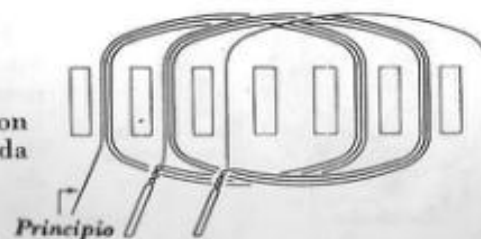


Fig. 9.18. — En un inducido con arrollamiento imbricado, los terminales de cada bobina van dos a delgas contiguas.

Fig. 9.19. — Arrollamiento con bucles en los extremos de cada bobina.



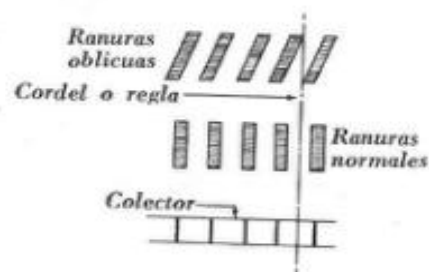


Fig. 9.20. — Alineación sobre el colector del centro de una ranura. Sirve para fijar el paso de las conexiones al colector.

Fig. 9.21. — Vista de un inducido por el lado opuesto al colector, para determinar el paso de las bobinas.

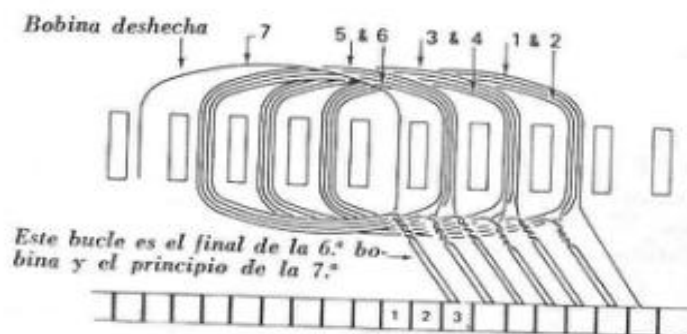


Fig. 9.22. — Bobinas del arrollamiento original deshechas espira por espira para determinar y anotar la posición de los terminales en el colector.

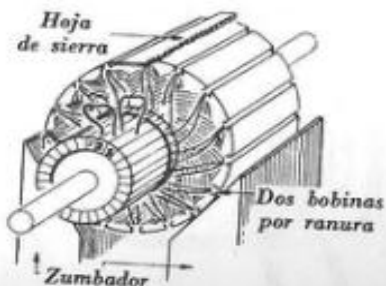


Fig. 9.23. — La hoja de sierra vibra si las delgas 1-2 y 2-3 se ponen en cortocircuito mientras el inducido se halla sobre el núcleo de la bobina de prueba. Así puede determinarse la posición de los terminales en el colector.

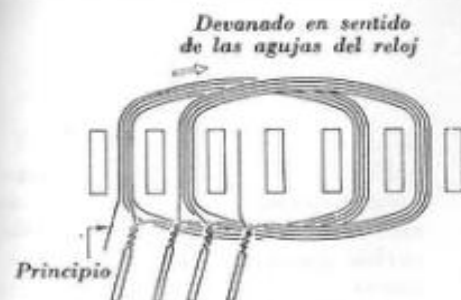


Fig. 9.24. — Bobinas arrolladas en sentido horario.

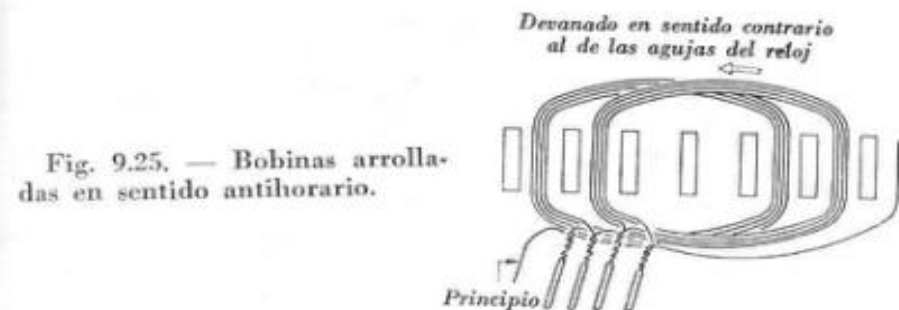


Fig. 9.25. — Bobinas arrolladas en sentido antihorario.

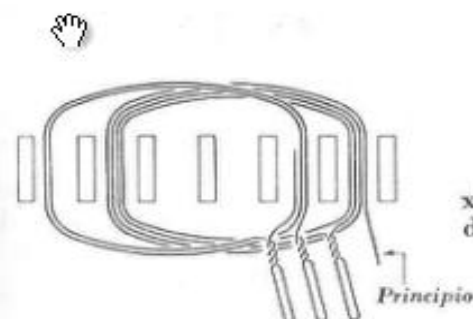


Fig. 9.26. — Bucles de conexión a las delgas situados a la derecha de las bobinas.



Fig. 9.27. — Bucles de conexión a las delgas situados a la izquierda de las bobinas.

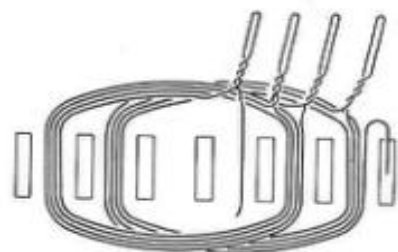


Fig. 9.28. — Bucles de conexión situados en la parte posterior del inducido. Es preciso hacerlos pasar a través de las ranuras para unirlos a las delgas del colector.



Fig. 9.29. — Terminales conectados varias delgas hacia la derecha de cada bobina. El sentido de giro es horario.

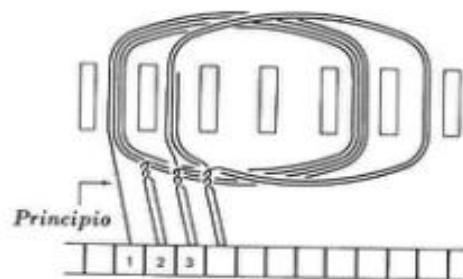
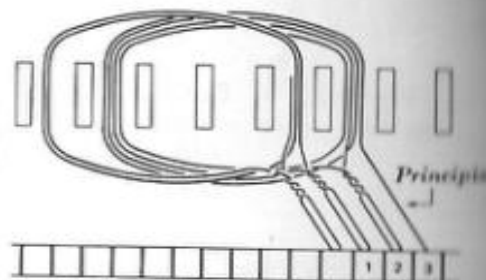


Fig. 9.31. — Terminales conectados varias delgas hacia la izquierda de cada bobina. El sentido de giro es antihorario.

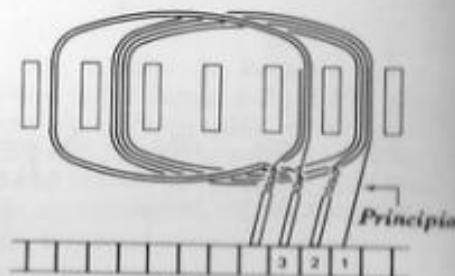


Fig. 9.32. — Terminales conectados varias delgas hacia la izquierda de cada bobina. El sentido de giro es antihorario.

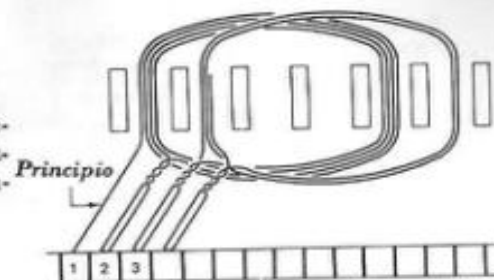


Fig. 9.33. — Componentes de un motor universal de arrollamiento inductor distribuido (*Westinghouse Elect. Co.*).

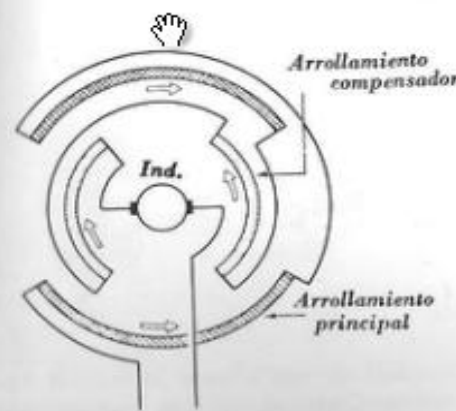


Fig. 9.34. — Conexiones de un motor universal compensado. Obsérvese que el arrollamiento compensador se halla dispuesto a 90° eléctricos del principal, y que va conectado en serie con éste y con el inducido.

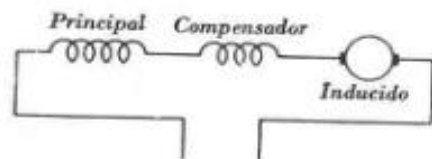


Fig. 9.35. — Esquema simplificado de los arrollamientos de un motor universal compensado.

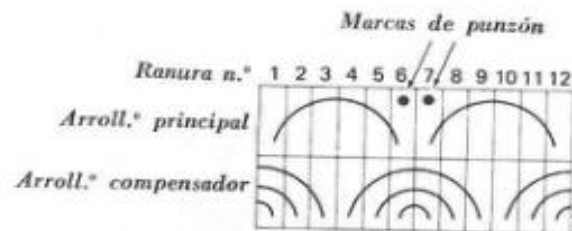


Fig. 9.36. — Esquema de pasos para anotar la posición mutua de los arrollamientos en un motor universal compensado bipolar con doce ranuras estatóricas. Obsérvense las marcas de punzón en dos ranuras, a efectos de identificación al rebobinar.

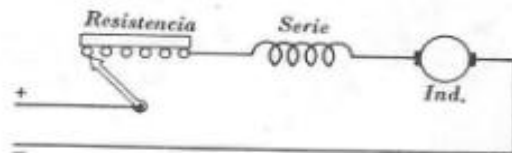


Fig. 9.37. — Gobierno de la velocidad de un motor universal pequeño intercalando una resistencia variable en serie con el inductor.

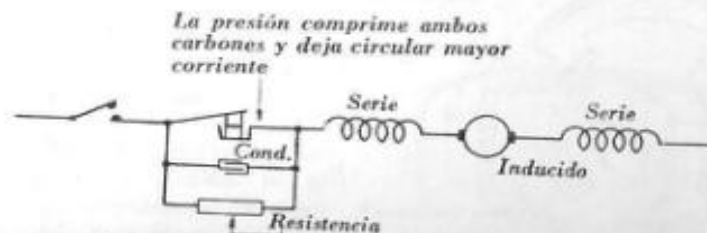


Fig. 9.38. — Gobierno de la velocidad de un motor universal variando por presión la resistencia de contacto entre dos bloques de carbón.

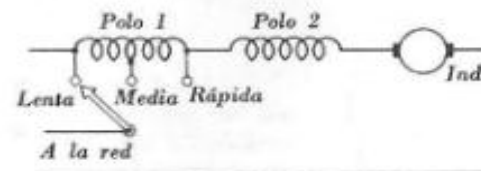


Fig. 9.39. — Arrollamiento inductor de un motor universal, provisto de tomas. Permite conseguir tres velocidades diferentes.

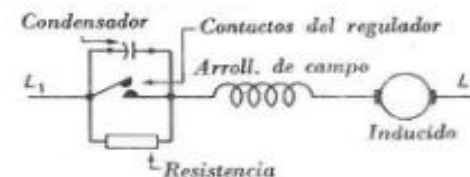


Fig. 9.40. — Ajuste de la velocidad en un motor universal, por medio de un mecanismo centrífugo.

Fig. 9.41. — Aspecto exterior de un motor de polos con espira auxiliar (Emerson Elect. Mfg. Company).



Fig. 9.42. — Partes componentes de un motor de polos con espira auxiliar: escudo frontal, rotor, estator y escudo posterior (Emerson Electr. Mfg. Co.).

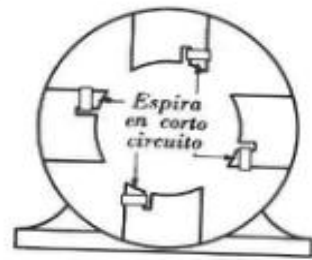


Fig. 9.43. — Motor tetrapolar de polos con espira auxiliar. Obsérvese la disposición de la espira en cortocircuito.

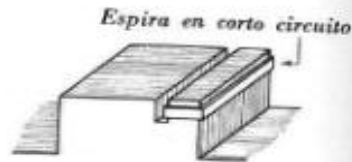


Fig. 9.44. — Motor tetrapolar de polos con espira auxiliar, del tipo de arrollamiento inductor concentrado. Los polos están conectados en serie de modo que sus polaridades sean consecutivamente alternadas.

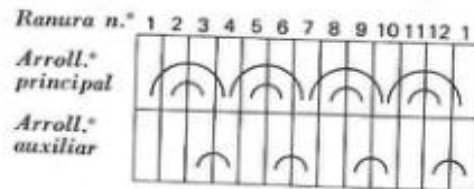
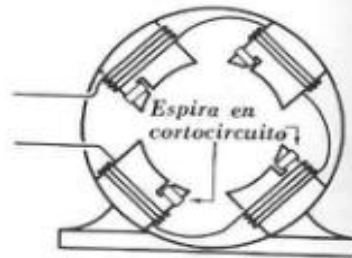


Fig. 9.45. — Diagrama de pasos de un motor tetrapolar de doce ranuras, con arrollamientos inductores principal y auxiliar distribuidos.

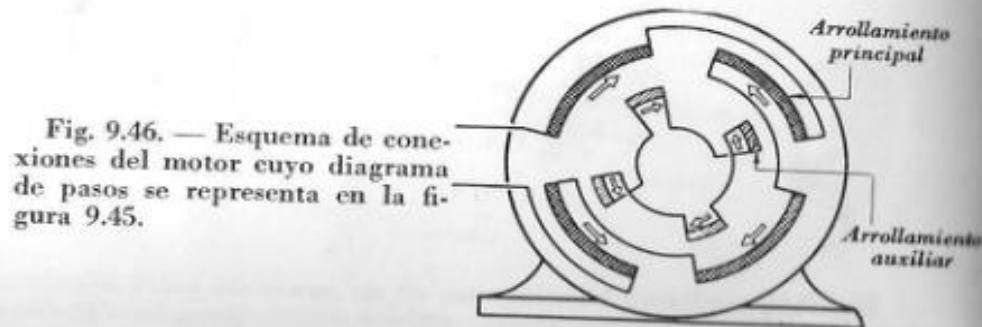


Fig. 9.46. — Esquema de conexiones del motor cuyo diagrama de pasos se representa en la figura 9.45.

Fig. 9.47. — Posición de los polos y de las espiras auxiliares antes de invertir el estator de lado. El sentido de giro es horario.

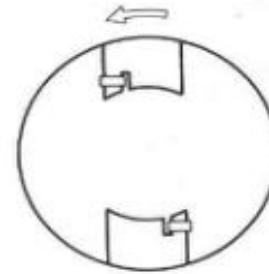
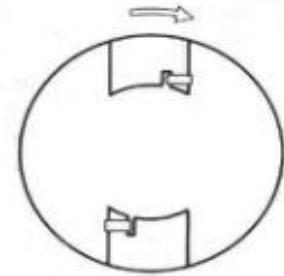


Fig. 9.48. — Posición de los polos y de las espiras auxiliares después de invertir el estator de lado. El sentido de giro es ahora antihorario. Compárese esta figura con la anterior.

Fig. 9.49. — Polo de un motor reversible de polos con un arrollamiento principal y dos auxiliares, de doce ranuras. Obsérvense las dos bobinas auxiliares.

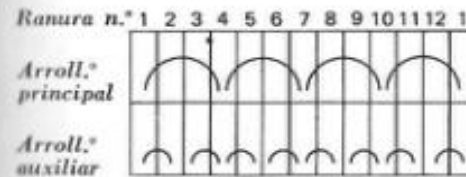
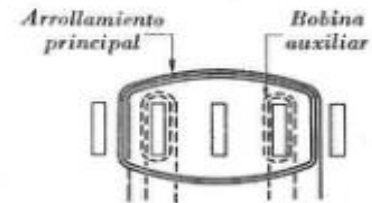


Fig. 9.50. — Diagrama de pasos de un motor tetrapolar de doce ranuras, reversible.

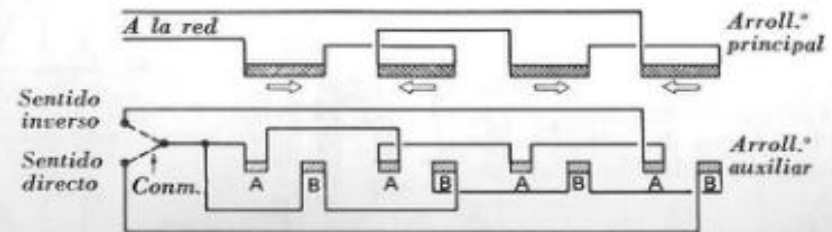


Fig. 9.51. — Esquema de conexiones lineal del motor de la figura anterior. Para invertir el sentido de giro se desconecta el arrollamiento auxiliar que se hallaba en servicio y se conecta el otro.

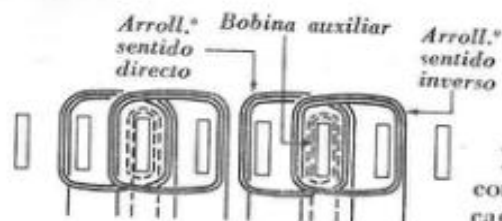


Fig. 9.52. — Motor reversible con dos polos principales por cada bobina auxiliar.

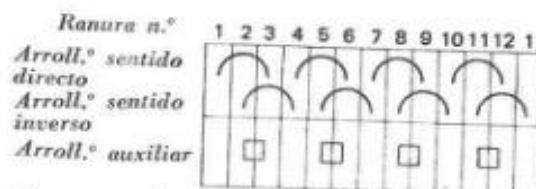


Fig. 9.53. — Diagrama de pasos de un motor reversible tetrapolar, con doce ranuras y dos arrollamientos principales.

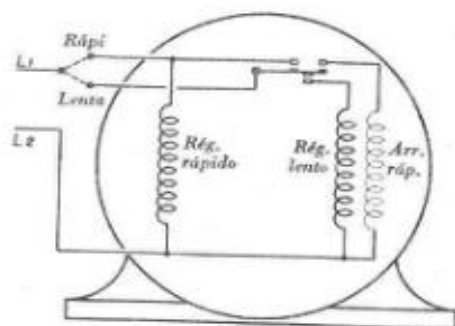


Fig. 9.54. — Motor de fase partida de dos velocidades, para ventilador. Lleva dos arrollamientos de servicio y uno de arranque. El interruptor centrífugo se halla en posición de servicio.

Fig. 9.55. — Motor de fase partida de dos velocidades, para ventilador. Lleva dos arrollamientos de servicio y dos de arranque.

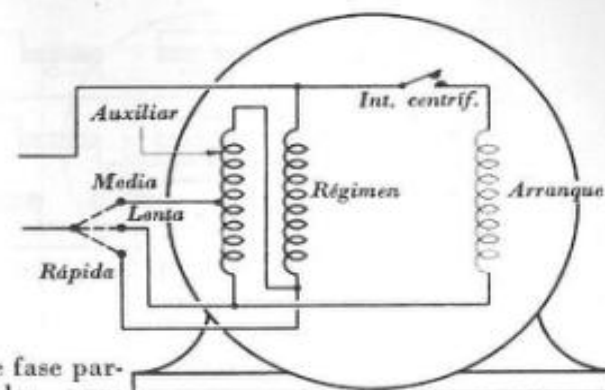
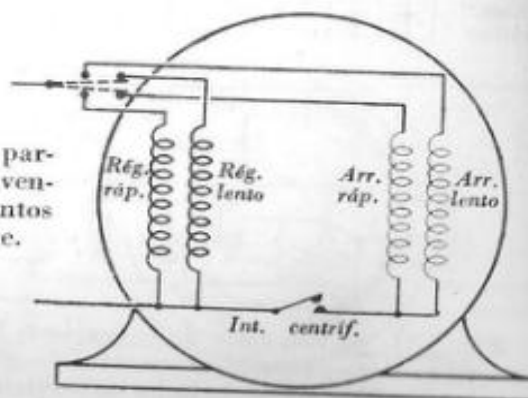


Fig. 9.56. — Motor de fase partida de tres velocidades, para ventilador.

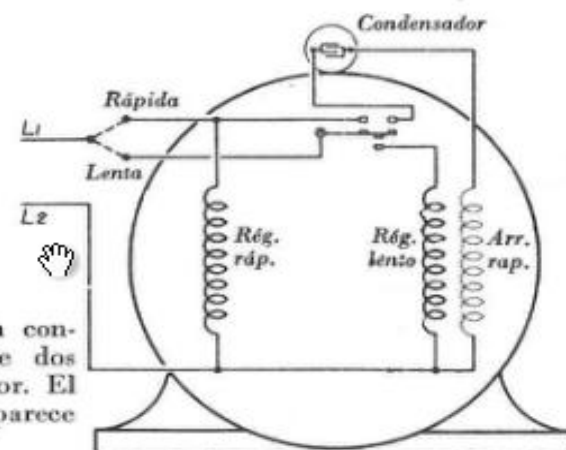


Fig. 9.57. — Motor con condensador de arranque, de dos velocidades, para ventilador. El interruptor centrífugo aparece en posición de servicio.

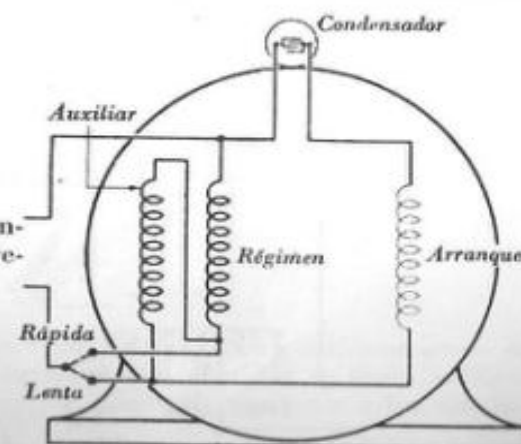


Fig. 9.58. — Motor con condensador permanente, de dos velocidades, para ventilador.

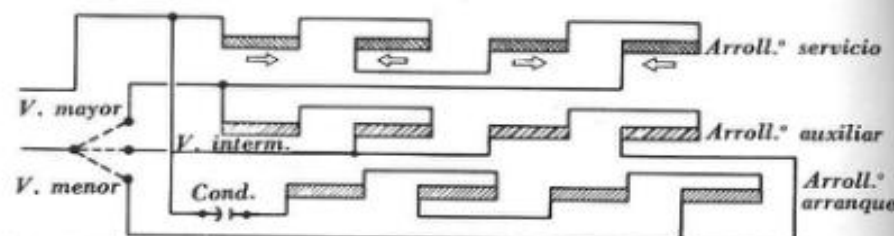


Fig. 9.59. — Esquema lineal de un motor con condensador permanente, de tres velocidades.

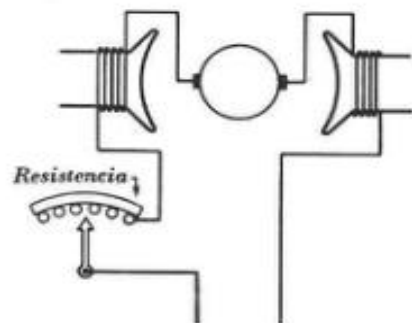


Fig. 9.60. — Motor universal para ventilador, provisto de reóstato de ajuste de la velocidad.

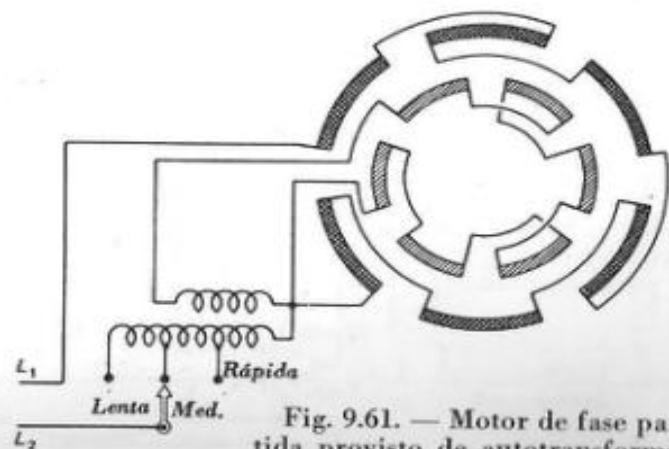


Fig. 9.61. — Motor de fase partida provisto de autotransformador para variar la velocidad.

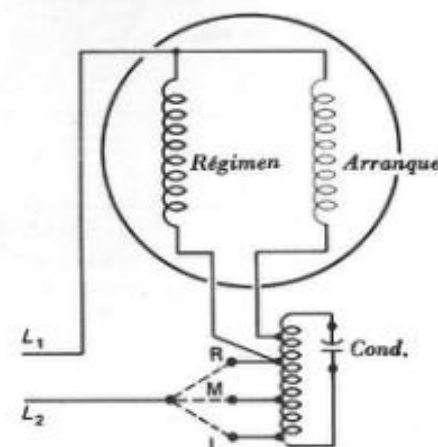


Fig. 9.62. — Motor de condensador provisto de autotransformador para variar la velocidad.

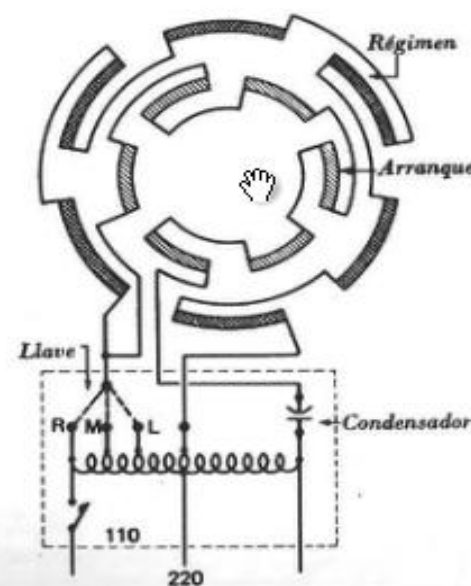


Fig. 9.63. — Motor de tres velocidades para el accionamiento de ventiladores de aparatos calefactores. La velocidad se varía aplicando a través del autotransformador diferentes tensiones a los arrollamientos de arranque y de servicio.

[illegible]

Fig. 9.71. --- Tabla para la selección de motores pequeños (Westinghouse Electric Company).

[illegible]

Generadores de corriente continua Motores y generadores síncronos Sincronizadores Gobierno de motores mediante tubos electrónicos

Fig. 10.1. — Dínamo o generador de corriente continua. (General Electric Company).

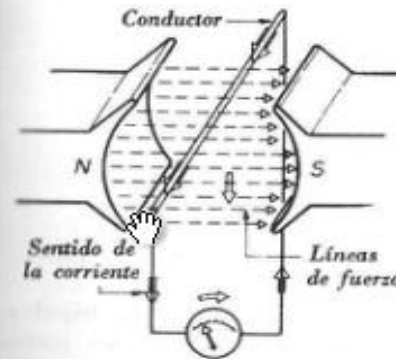
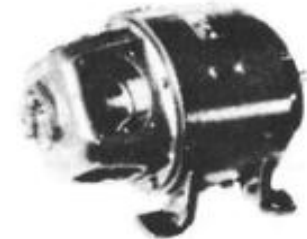
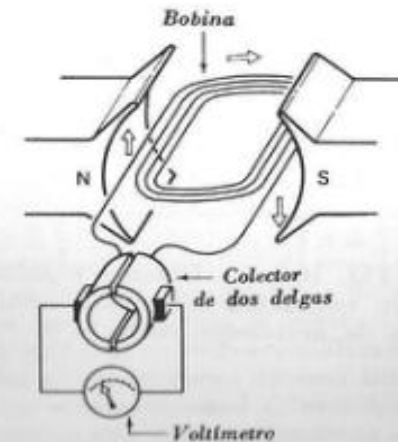


Fig. 10.2. — Cuando el conductor se mueve de modo que corta líneas de fuerza magnéticas, se induce en él una fuerza electromotriz.

Fig. 10.3. — Conductor arrollado que forma varias espiras planas (bobina), con los extremos unidos a un colector de dos delgas. Cuando la espira gira en el campo magnético indicado, se obtiene una tensión continua en las escobillas que frotan sobre el colector.



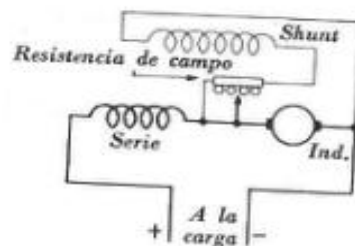


Fig. 10.12. — Dinamo compound aditiva con derivación corta, provista de reóstato de excitación para el gobierno de la tensión.

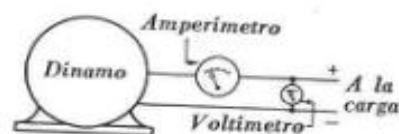


Fig. 10.13. — Manera de conectar un voltímetro y un amperímetro en el circuito de una dinamo para medir la tensión y la corriente que suministra.

Fig. 10.14. — Medida de la corriente en una dinamo por medio de un amperímetro provisto de shunt externo.

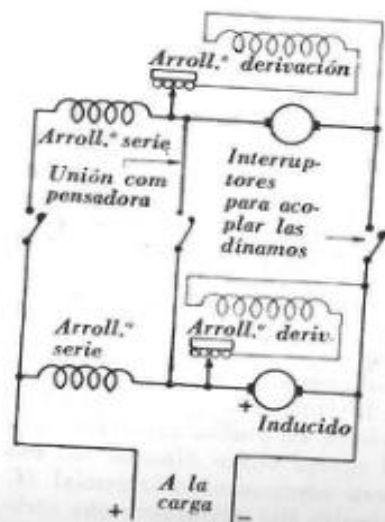
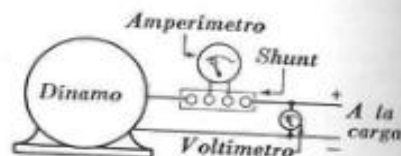


Fig. 10.15. — Acoplamiento en paralelo de dos dinamos compound.

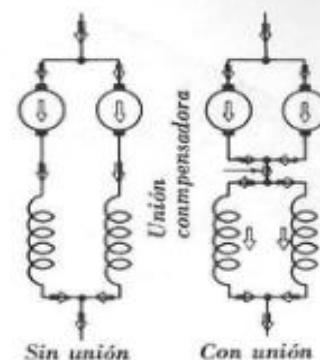
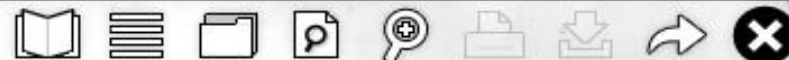


Fig. 10.16. — Esquema para mostrar la equirrepartición de la carga entre dos dinamos compound cuando se usa una unión compensadora.

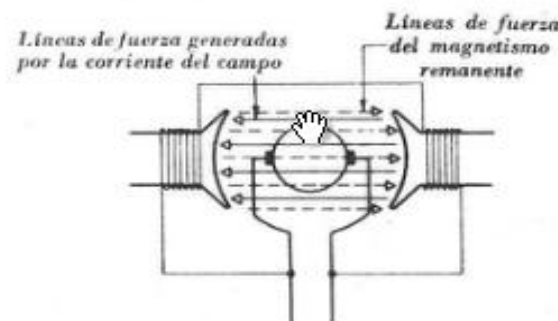


Fig. 10.17. — Conexión errónea del arrollamiento derivación en una dinamo. Las líneas de fuerza generadas por dicho arrollamiento inductor se oponen a las del magnetismo remanente de los polos e impiden la excitación de la máquina.

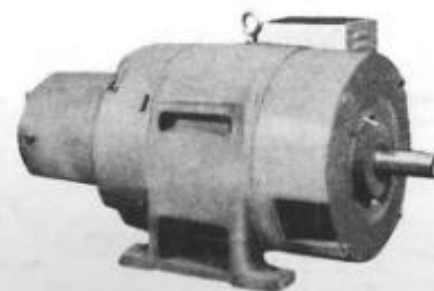


Fig. 10.18. — Aspecto exterior de un motor síncrono para uso general (General Electric Company).



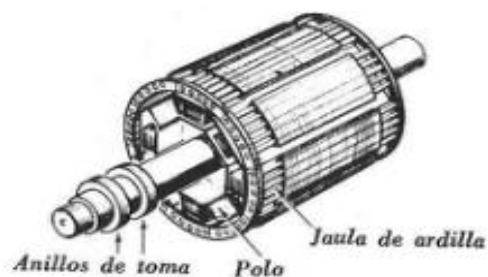


Fig. 10.19. — Rotor de un motor síncrono.

Fig. 10.20. — Conexiones externas de un motor síncrono con rotor excitado.

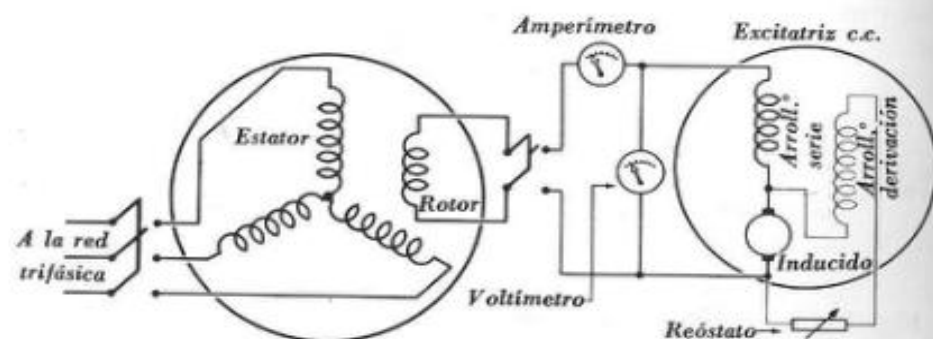
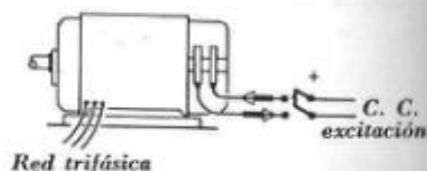


Fig. 10.21. — Esquema de un motor síncrono con el rotor alimentado mediante una pequeña excitatriz.

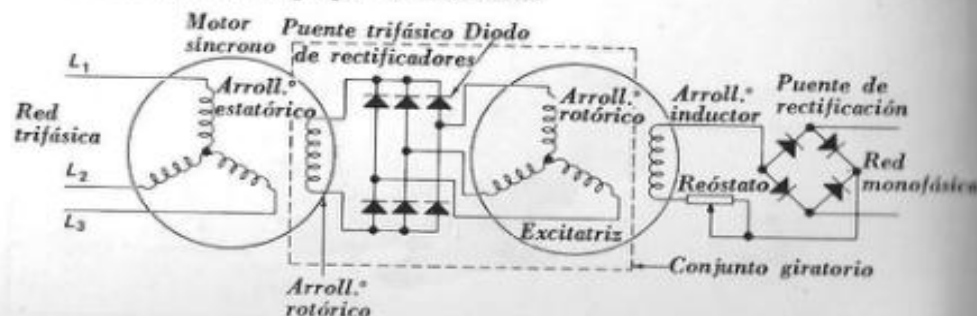


Fig. 10.22. — Esquema de un motor síncrono con excitación rotórica transmitida sin necesidad de escobillas.

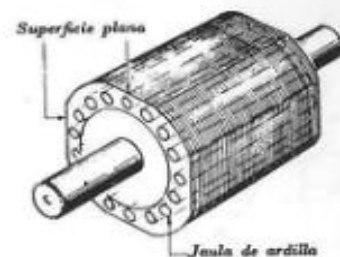


Fig. 10.23. — Rotor con periferia achaflanada, perteneciente a un motor síncrono de fase partida sin excitación y con autoarranque.

Fig. 10.24. — Estator provisto de polos con espira auxiliar, destinado a un motor síncrono para accionar un reloj eléctrico.

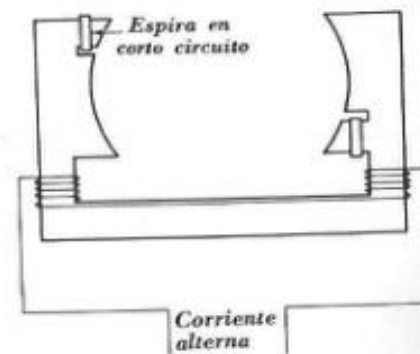
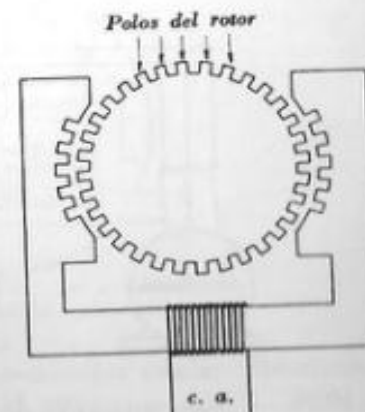


Fig. 10.25. — Rotor de un motor síncrono con autoarranque.

Fig. 10.26. — Motor síncrono para accionar un reloj eléctrico. Tiene 32 polos rotóricos.



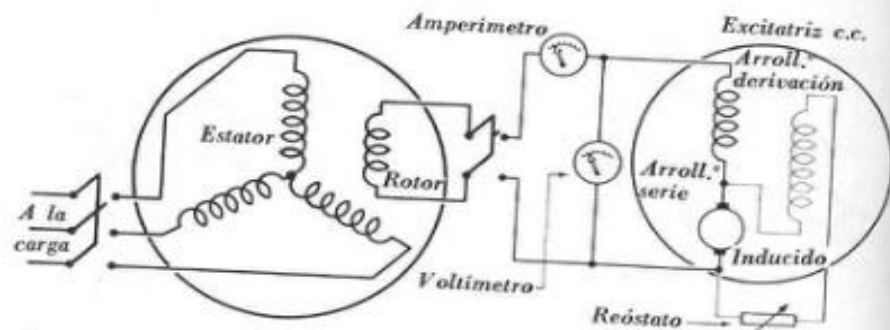


Fig. 10.27. — Esquema de un generador síncrono (alternador). Su arrollamiento rotórico está alimentado con la tensión continua generada por una excitatriz.

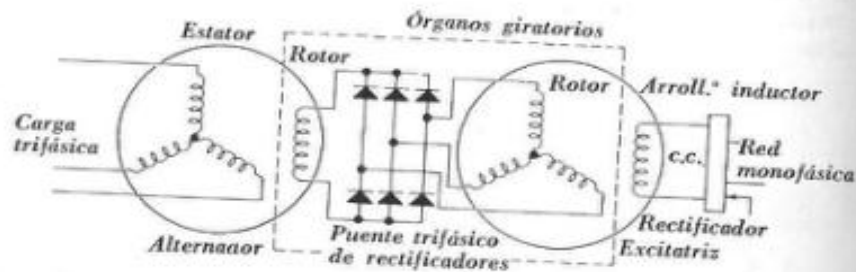


Fig. 10.28. — Esquema de un alternador con excitación rotórica transmitida sin necesidad de escobillas.

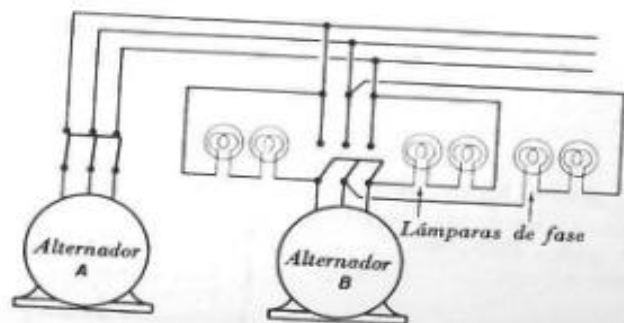


Fig. 10.29. — Sincronización de dos alternadores por el método de «todo apagado».

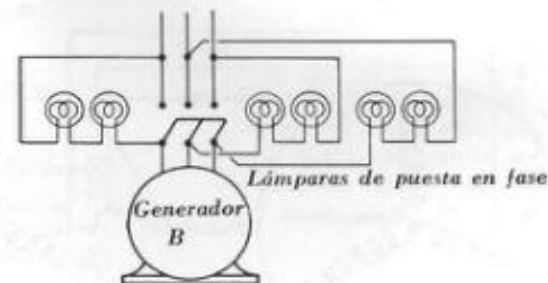


Fig. 10.30. — Sincronización de un alternador a las barras por el método de «uno apagado y dos encendidos».

Fig. 10.31. — Estator de un sincronizador.



Fig. 10.32. — Rotor de un sincronizador.

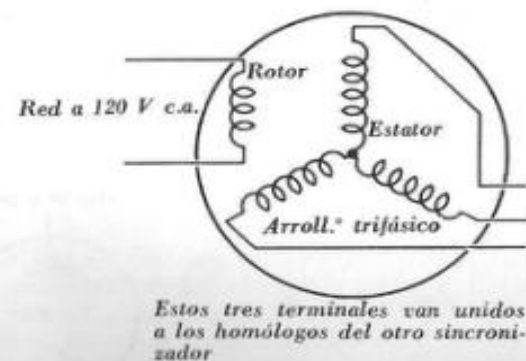


Fig. 10.33. — Esquema de un sincronizador con arrollamiento trifásico en el estator y monofásico en el rotor.

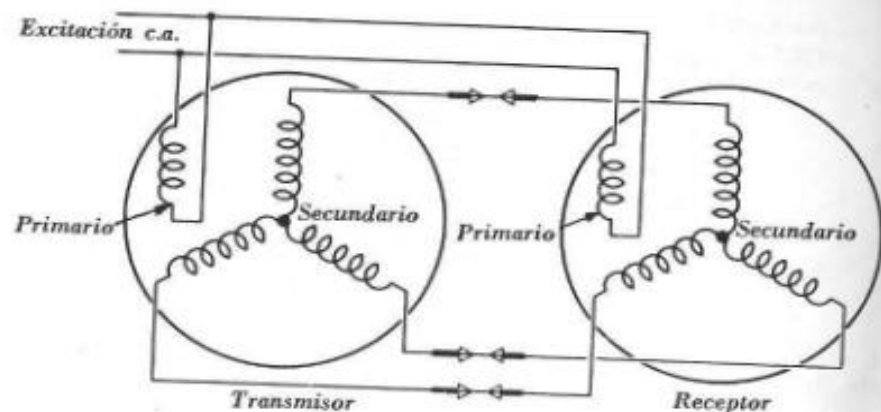


Fig. 10.34. — Conexión de dos sincronizadores. El rotor del receptor permanecerá en reposo mientras no gire el del del transmisor.

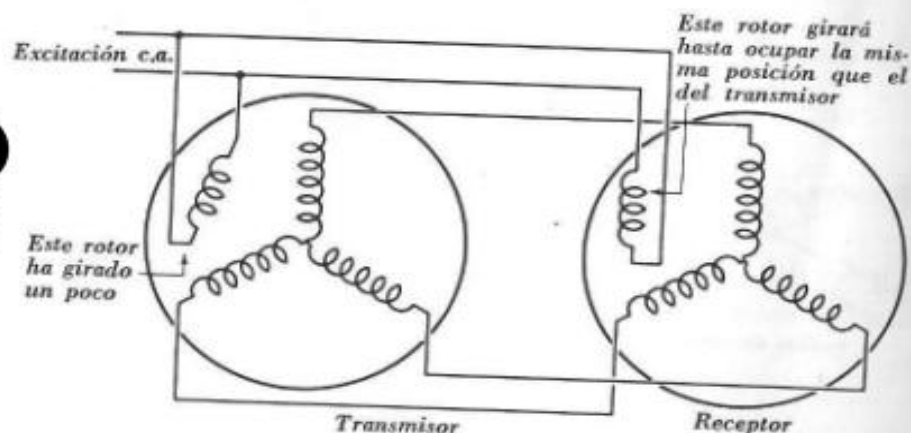


Fig. 10.35. — El rotor del sincrotransmisor ha girado un poco, lo cual determina un giro exactamente igual en el del sincrorreceptor.

Fig. 10.36. — Esquema de un diodo de vacío.

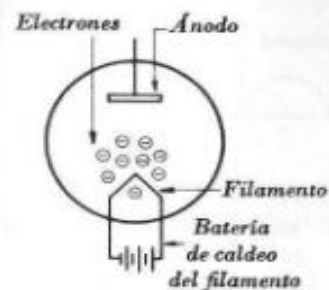


Fig. 10.37. — El filamento o cátodo, al caldearse por efecto de la corriente suministrada por la batería, emite electrones.

Fig. 10.38. — Esquema de un diodo provisto de cátodo con caldeo indirecto.

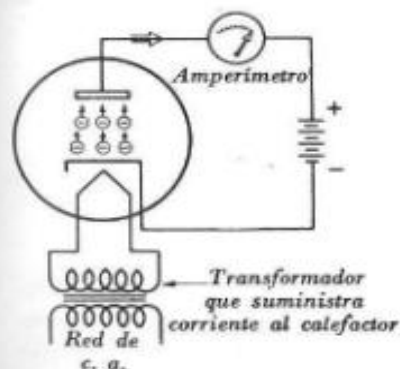
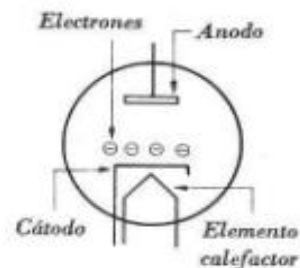
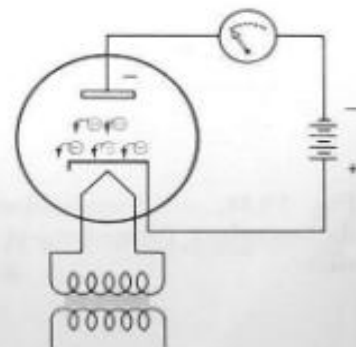


Fig. 10.39. — Cuando el ánodo se polariza positivamente (unión con el polo positivo de la batería), los electrones emitidos por el cátodo saltan hacia el primero y se establece así una corriente electrónica.

Fig. 10.40. — Cuando el ánodo se polariza negativamente (unión con el polo negativo de la batería), los electrones emitidos por el cátodo son repelidos por la placa.



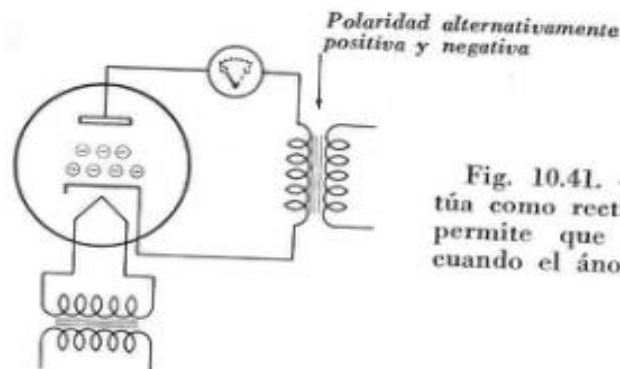


Fig. 10.41. — Este diodo actúa como rectificador, pues sólo permite que circule corriente cuando el ánodo es positivo.

Fig. 10.42. — Diodo rectificador de media onda alimentando una carga con corriente unidireccional pulsatoria.

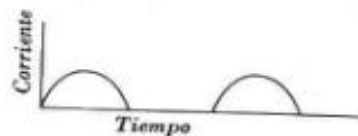
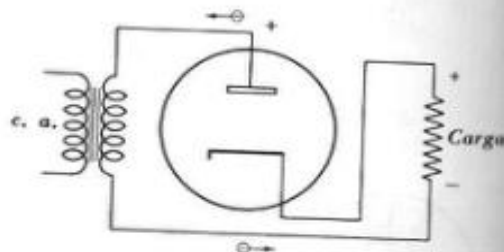


Fig. 10.43. — Corriente unidireccional pulsatoria suministrada por un rectificador de media onda.

Fig. 10.44. — Rectificador de onda completa formado por dos diodos.

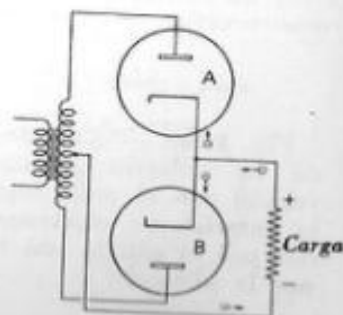


Fig. 10.45. — Corriente unidireccional pulsatoria suministrada por un rectificador de onda completa.

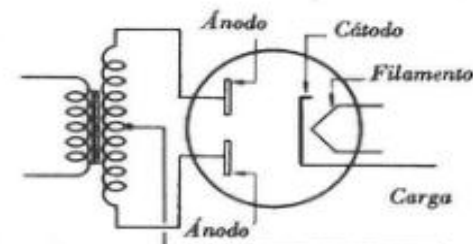


Fig. 10.46. — Rectificador de onda completa que forma una sola unidad.

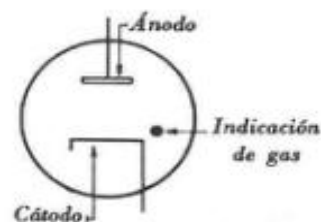


Fig. 10.47. — Esquema de un diodo de gas.

Fig. 10.48. — Motor derivado de corriente continua alimentado desde una red de corriente alterna a través de un rectificador de onda completa formado por dos diodos de gas.

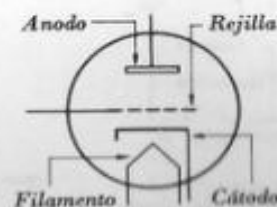
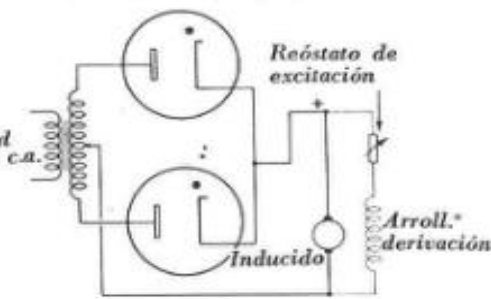


Fig. 10.49. — Esquema de un triodo de vacío.

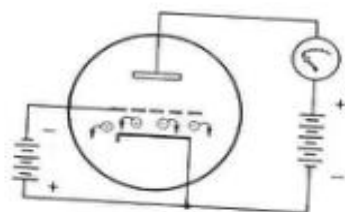


Fig. 10.50. — Los electrones emitidos por el cátodo no pueden alcanzar la placa porque son repelidos por la excesiva polarización negativa de la rejilla.

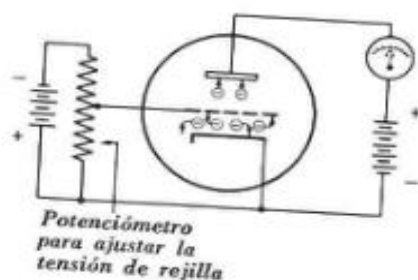


Fig. 10.51. — Si se reduce suficientemente la polarización negativa de la rejilla, algunos electrones alcanzarán la placa.

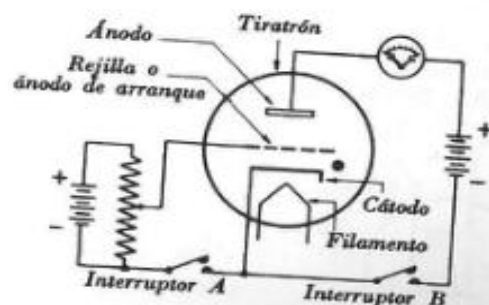


Fig. 10.52. — Para interrumpir la corriente de descarga en el circuito anódico del tiratrón se abre el interruptor B.

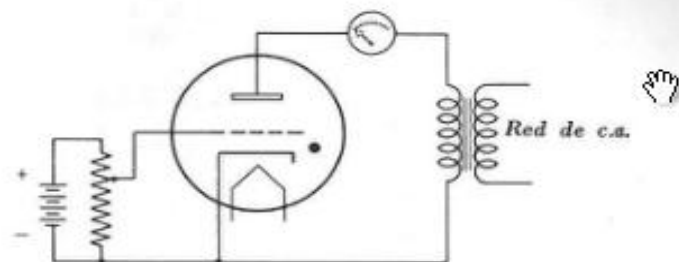


Fig. 10.53. — El tiratrón sólo será conductor mientras el ánodo tenga polaridad positiva y la tensión anódica se mantenga por encima de cierto valor, fijado por la tensión de rejilla. La circulación de corriente dura menos de un semiperíodo.

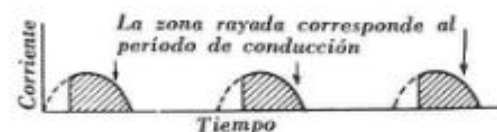


Fig. 10.54. — Porciones de semionda alterna durante las cuales circula corriente por un tiratrón.

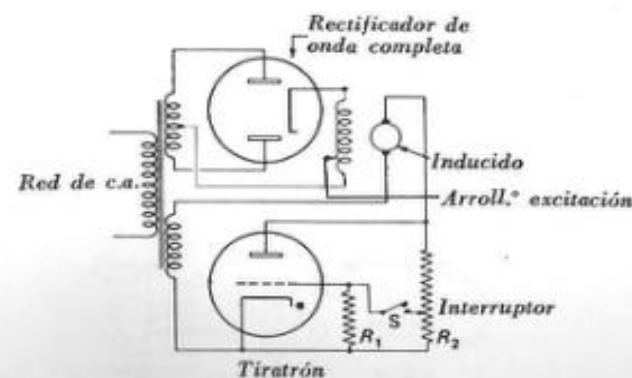


Fig. 10.55. — Esquema de un motor de corriente continua alimentado desde una red de corriente alterna con auxilio de un tiratrón y un rectificador de onda completa.

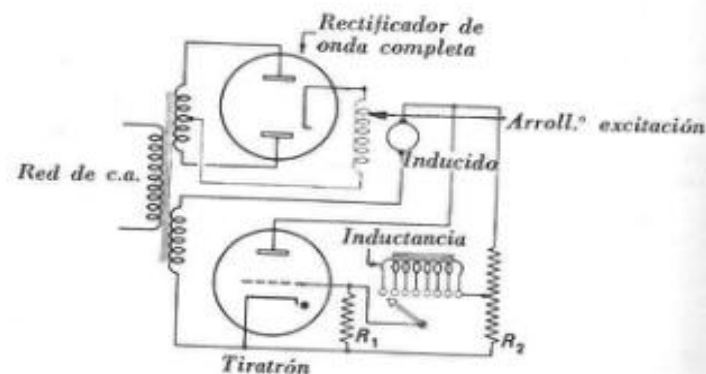


Fig. 10.56. — La velocidad del motor de corriente continua puede gobernarse variando la inductancia interpuesta en el circuito de rejilla del tiratrón.

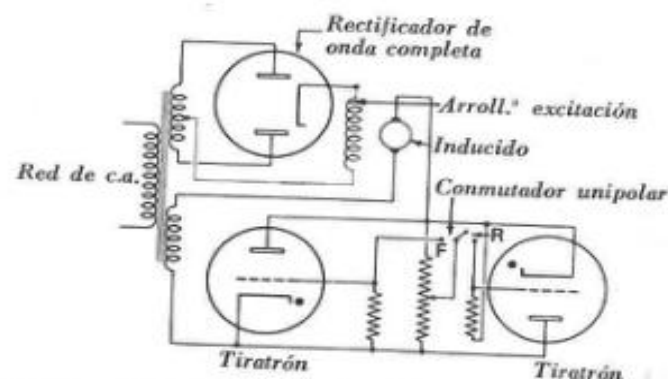


Fig. 10.57. — El sentido de giro del motor de corriente continua puede invertirse mediante dos tiratrones maniobrados con un simple conmutador.

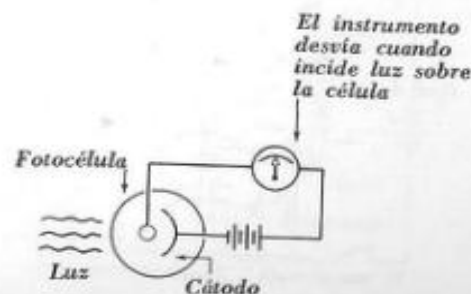


Fig. 10.58. — Circuito básico de una célula fotoeléctrica.

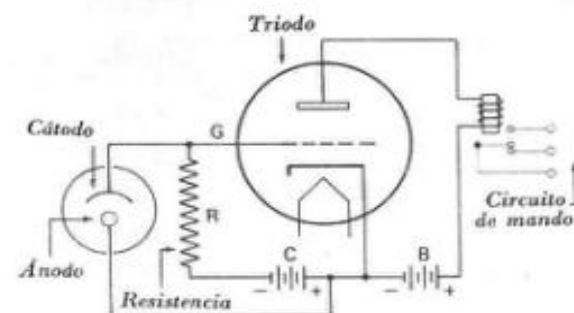


Fig. 10.59. — Esquema de un relé maniobrado por una fotocélula y un triodo de vacío.

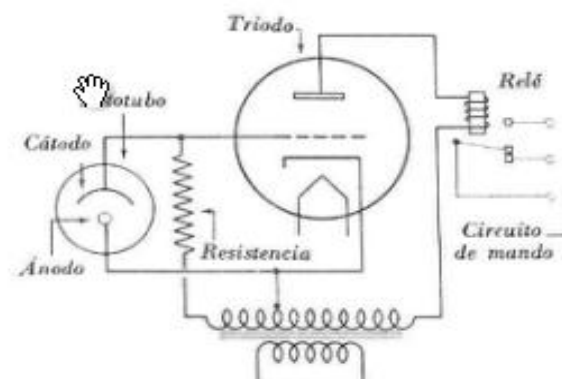


Fig. 10.60. — El mismo esquema de la figura 10.59, pero empleando alimentación por corriente alterna.

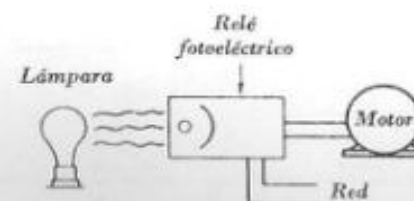


Fig. 10.61. — El motor se pone en marcha cuando el haz luminoso queda interceptado.

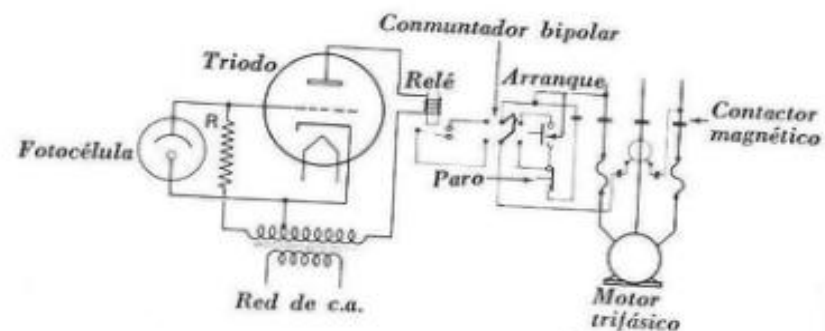


Fig. 10.62. — Circuito para maniobrar un motor trifásico por medio de una célula fotoeléctrica y un contactor magnético.



CAPÍTULO XI

Gobierno electrónico de motores mediante semiconductores

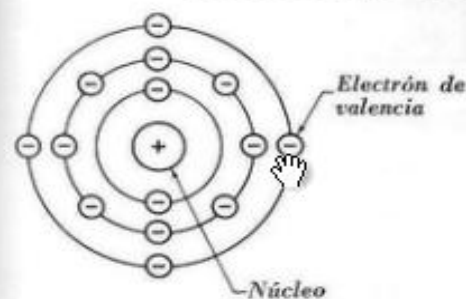


Fig. 11.1. — Estructura del átomo de silicio. Los electrones de la capa exterior, llamados de valencia, son cuatro.

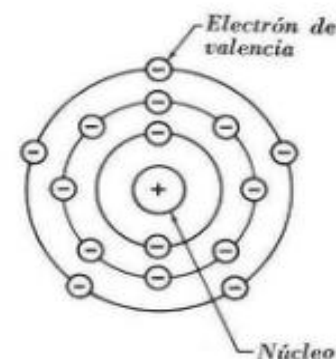
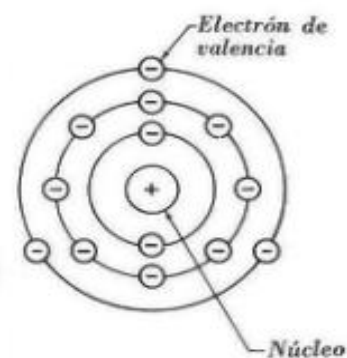


Fig. 11.2. — Estructura de los átomos de aluminio (A) y fósforo (B). El primero tiene tres electrones de valencia, y el segundo cinco.



Fig. 11.3. — Desplazamiento de electrones libres en un semiconductor de tipo N.



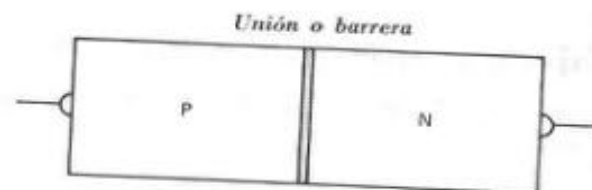


Fig. 11.4. — Esquema de un diodo semiconductor PN.

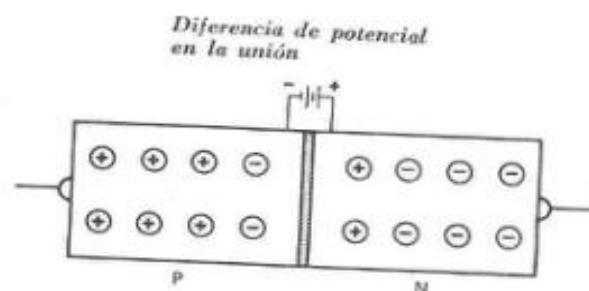


Fig. 11.5. — Diferencia de potencial en una unión PN. Es la barrera que impide el paso ulterior de electrones de la zona N a la zona P.

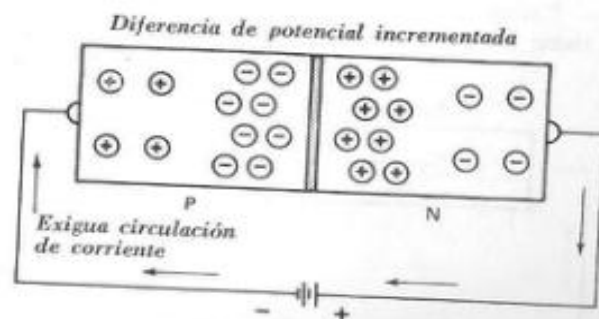


Fig. 11.6. — Diodo PN con polarización inversa. La diferencia de potencial en la unión queda notablemente aumentada y crea una sólida barrera. El diodo no conduce.

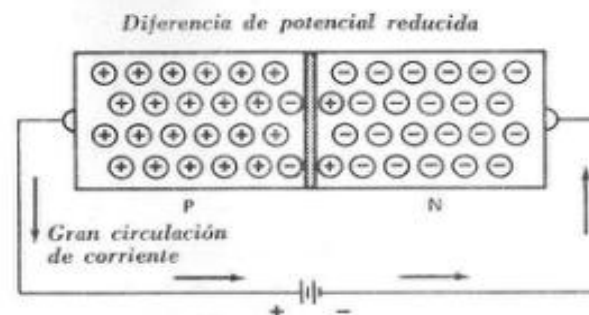


Fig. 11.7. — Diodo PN con polarización directa. La diferencia de potencial en la unión se reduce considerablemente y el efecto de la barrera se anula. El diodo se vuelve conductor.

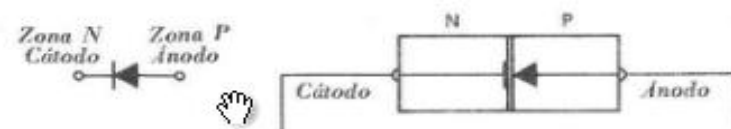


Fig. 11.8. — Símbolos empleados para representar un diodo PN. La corriente electrónica circula por él del cátodo al ánodo.



Fig. 11.9. — Sentido de la corriente a través de la carga y del diodo PN cuando se aplica a éste polarización directa.

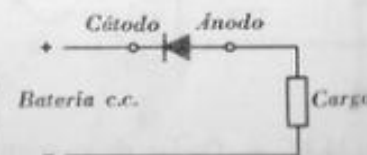


Fig. 11.10. — Cuando se aplica al diodo PN polarización inversa no circula corriente apreciable.

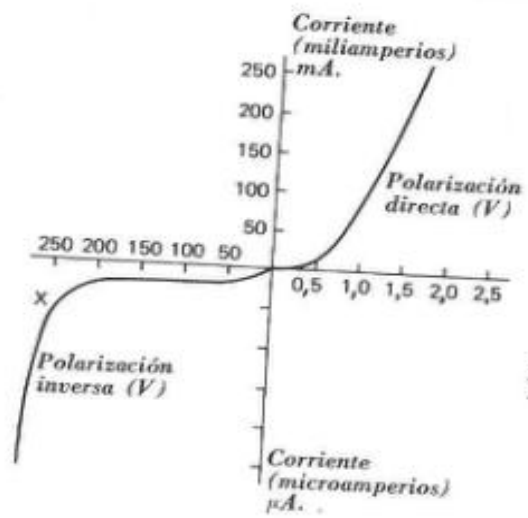


Fig. 11.11. — Curva característica corriente/tensión de polarización de un diodo PN.

Fig. 11.12. — Aspecto externo de diferentes tipos de diodos de silicio.

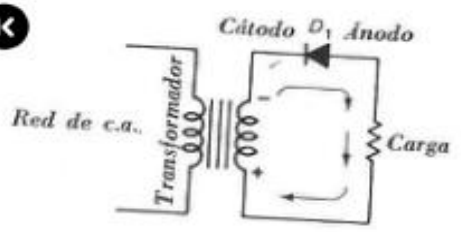
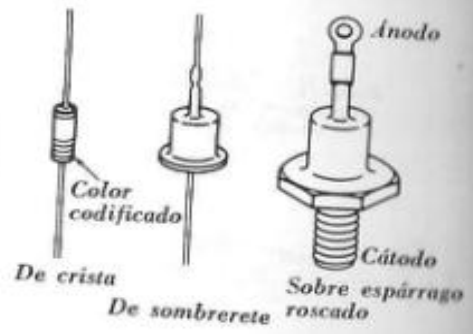


Fig. 11.13. — El diodo rectificador PN sólo permite que circule corriente por la carga en el sentido indicado, que corresponde a la semionda positiva de la corriente alterna.



Fig. 11.14. — Ondas de corriente alterna antes de ser rectificadas.

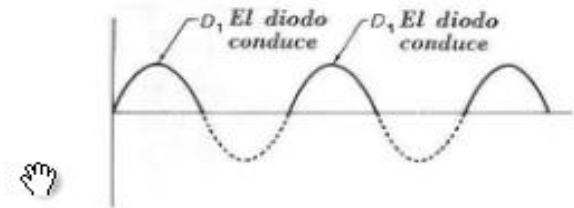


Fig. 11.15. — Rectificación de una corriente alterna mediante un diodo PN. Obsérvese cómo todas las semiondas negativas quedan suprimidas. Se obtiene una corriente unidireccional pulsatoria.

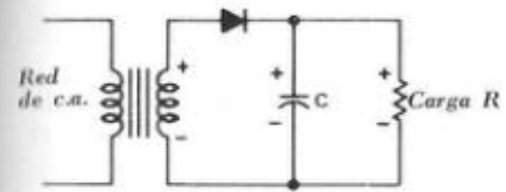


Fig. 11.16. — Rectificación de media onda con filtrado de la corriente pulsatoria obtenida. El condensador C suprime las fluctuaciones.

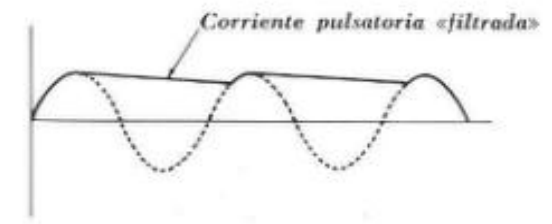


Fig. 11.17. — Filtrado de una corriente pulsatoria por medio de un condensador. Obsérvese cómo se atenúan de esta manera las pulsaciones.

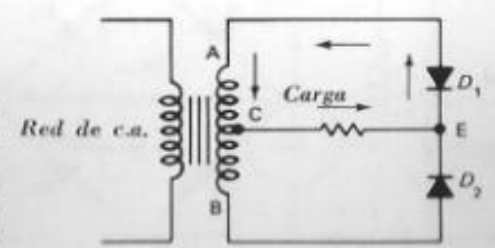


Fig. 11.18. — Rectificación de onda completa mediante dos diodos y toma central en el secundario del transformador. Durante el semiperíodo considerado, el punto A es positivo con respecto al punto C.

Fig. 11.19. — Rectificación de onda completa mediante dos diodos y toma central en el secundario del transformador. Durante el semiperíodo considerado, el punto B es positivo con respecto al punto C.

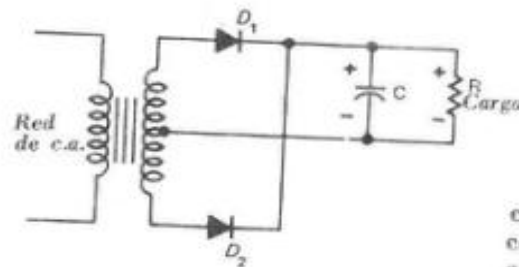
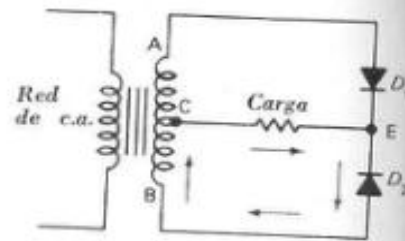


Fig. 11.20. — Filtrado de una corriente pulsatoria de onda completa rectificada, mediante el condensador C.

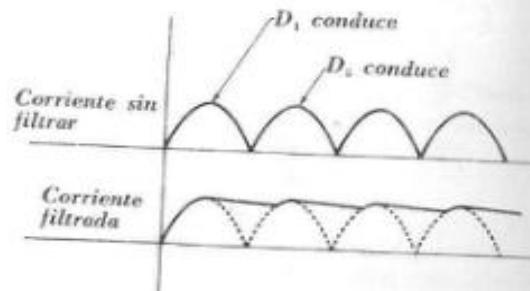


Fig. 11.21. — Corriente pulsatoria de onda completa rectificada, sin filtrar y filtrada.

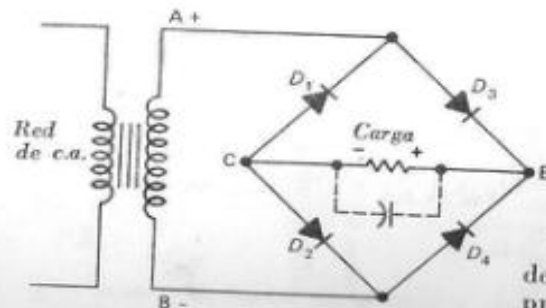


Fig. 11.22A. — Rectificación de onda completa mediante un puente de cuatro diodos. El condensador sirve para filtrar la corriente pulsatoria rectificada.

Fig. 11.22B. — Rectificación de onda completa mediante un puente de cuatro diodos.

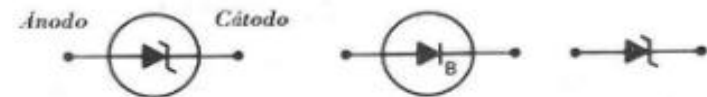
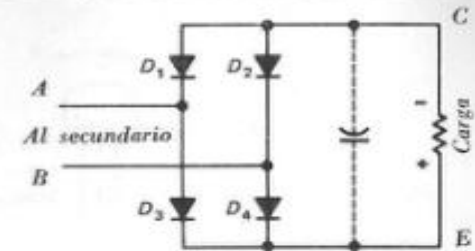


Fig. 11.23. — Diferentes símbolos para representar un diodo Zener.

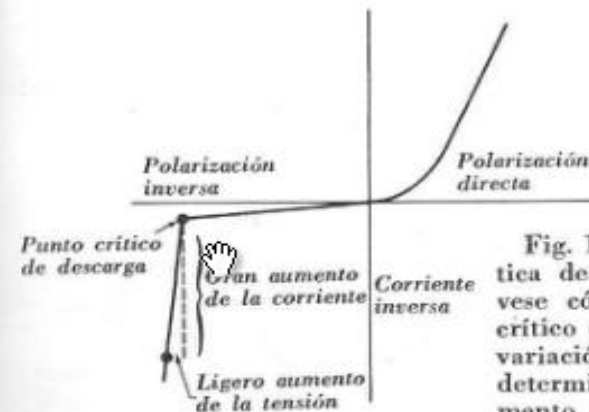


Fig. 11.24. — Curva característica de un diodo Zener. Obsérvese cómo más allá del punto crítico de descarga, una pequeña variación de la tensión aplicada determina un considerable aumento de la corriente. La caída de tensión permanece prácticamente constante.

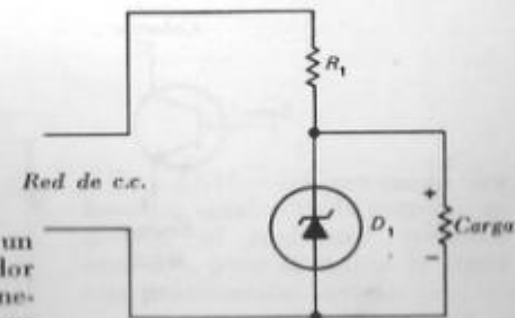


Fig. 11.25. — Empleo de un diodo Zener como estabilizador de tensión. La tensión permanece sensiblemente constante en bornes del diodo D_1 , y por tanto, de la carga.

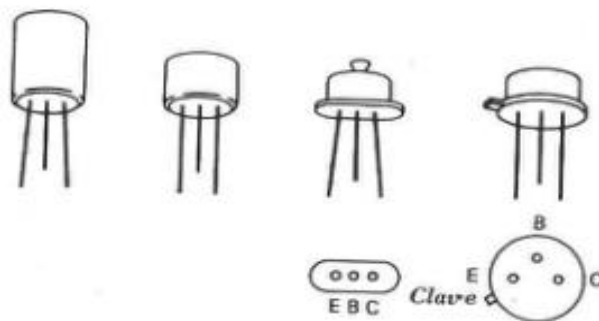


Fig. 11.26. — Diferentes tipos constructivos de transistores. Obsérvese que todos ellos llevan tres terminales.

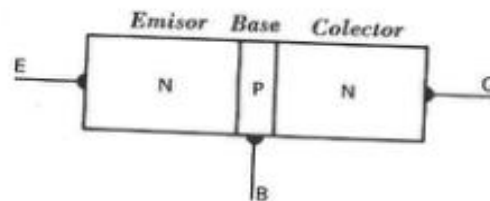


Fig. 11.27. — Constitución de un transistor NPN.

Fig. 11.28. — Constitución de un transistor PN.

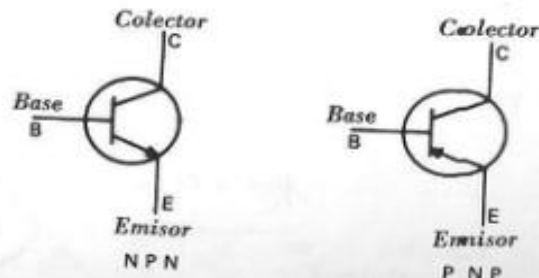
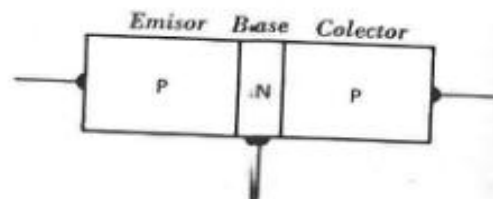


Fig. 11.29. — Símbolos representativos de un transistor.

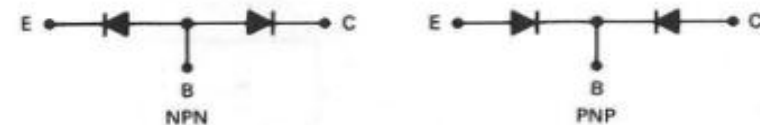


Fig. 11.30. — Acoplamiento en oposición de dos diodos PN para constituir un transistor.

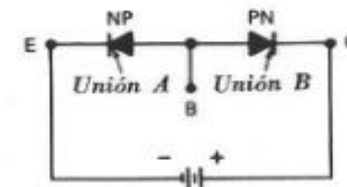


Fig. 11.31. — La unión A (diodo NP) recibe polarización directa y la unión B (diodo PN) inversa. Por consiguiente circulará muy poca corriente de E a C.

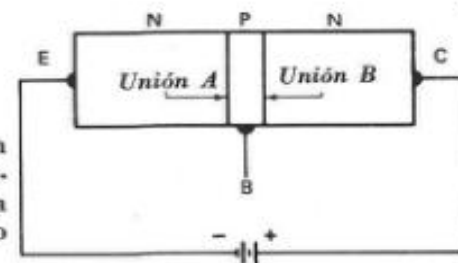


Fig. 11.32. — Aplicando a un transistor NPN las mismas polarizaciones que a los diodos de la figura 11.31, se obtiene idéntico resultado.

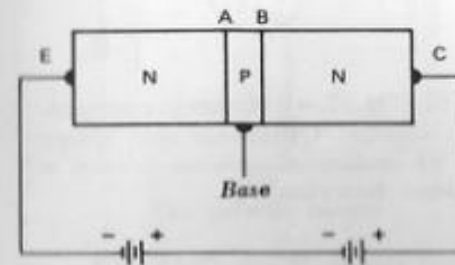


Fig. 11.33. — Conectando dos baterías iguales de la manera indicada, el transistor tampoco conduce, pues la unión B sigue con polarización inversa.

Fig. 11.34. — Si el terminal de la base se conecta del modo indicado, el transistor conduce.

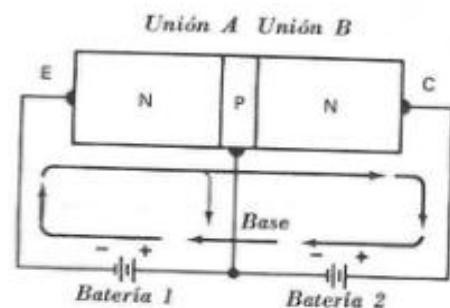
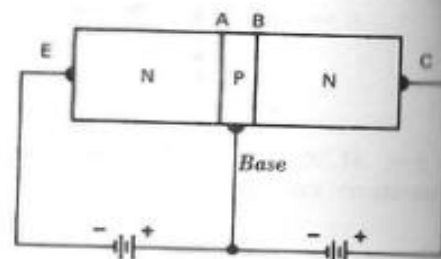


Fig. 11.35. — El 98 % de la corriente electrónica procedente del emisor atraviesa las uniones A y B y es captada por el colector. El resto pasa directamente de la base al polo positivo de la batería 1.

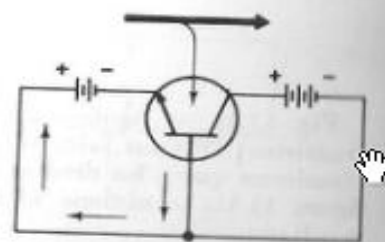


Fig. 11.36. — Esquema simplificado del circuito representado en la figura 11.35. Por ser la base común a ambas baterías, este montaje se llama *con base común*.

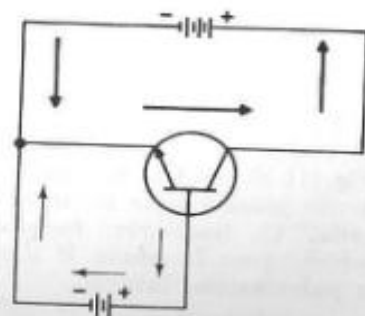


Fig. 11.37. — Montaje con emisor común. Obsérvese que ahora es el emisor el que es común a ambas baterías.

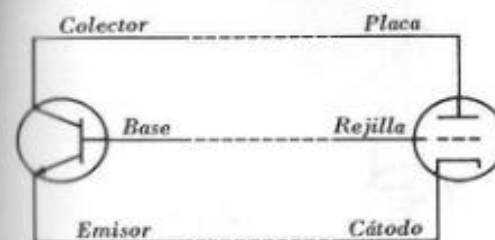
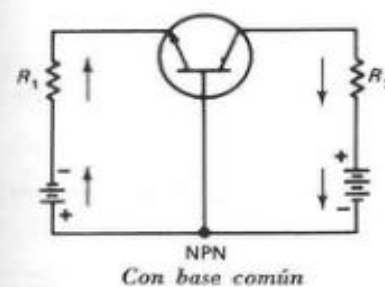
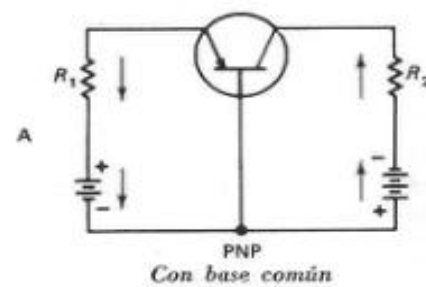


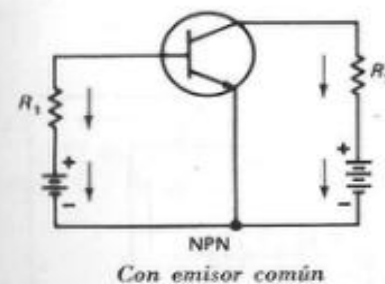
Fig. 11.38. — Analogías entre los elementos del transistor y los del triodo de vacío.



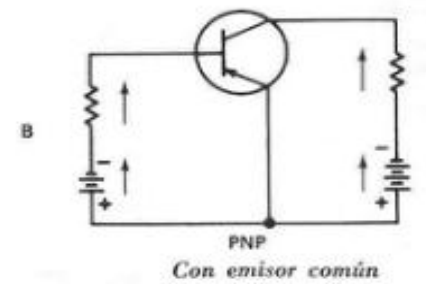
Con base común



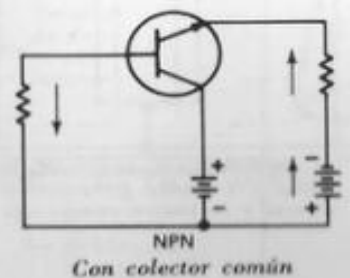
Con base común



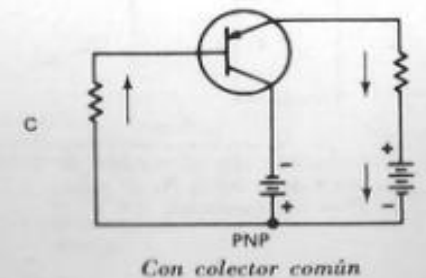
Con emisor común



Con emisor común



Con colector común



Con colector común

Fig. 11.39. — Montajes posibles con transistores.

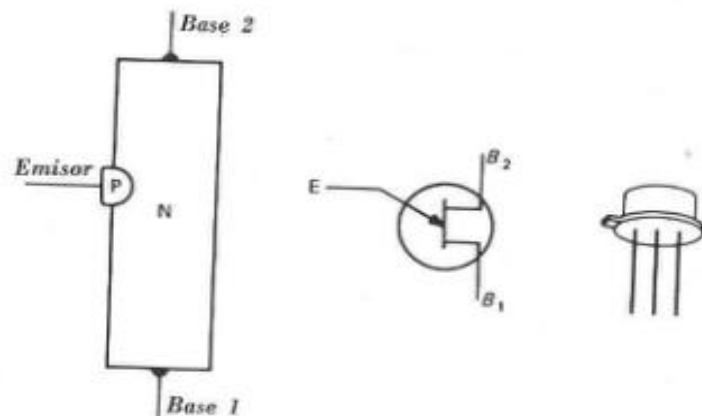


Fig. 11.40. — Estructura, símbolo y aspecto constructivo del transistor unión.

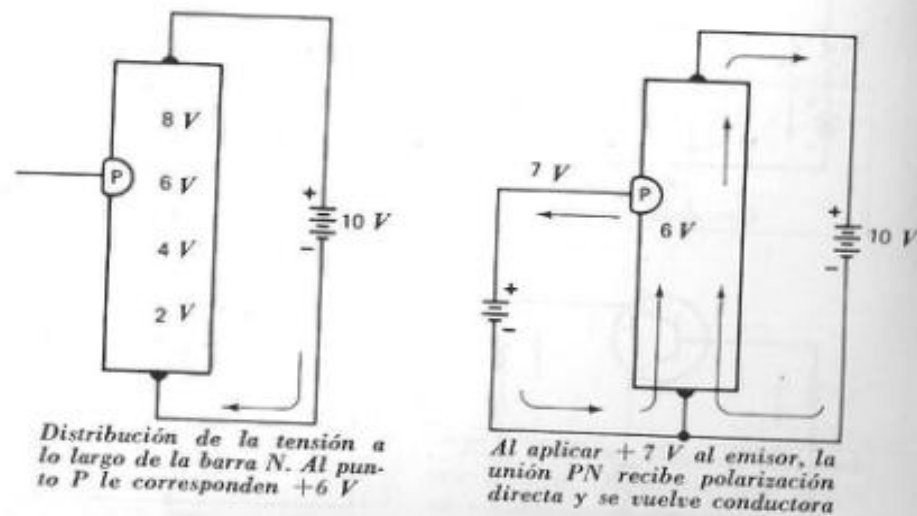


Fig. 11.41. — Funcionamiento del transistor unión. A la izquierda, sin polarización del emisor. A la derecha, con polarización directa (+7 V) del emisor.

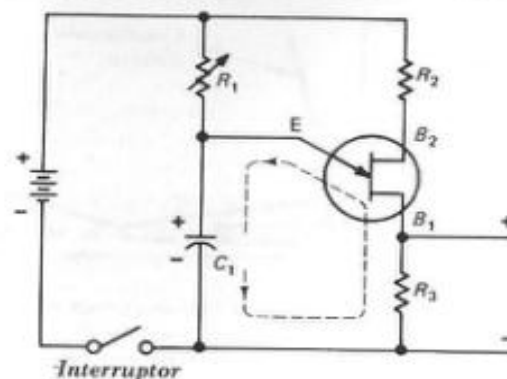


Fig. 11.42. — Circuito oscilador de relajación para el cebado de un tiristor mediante un transistor unión.

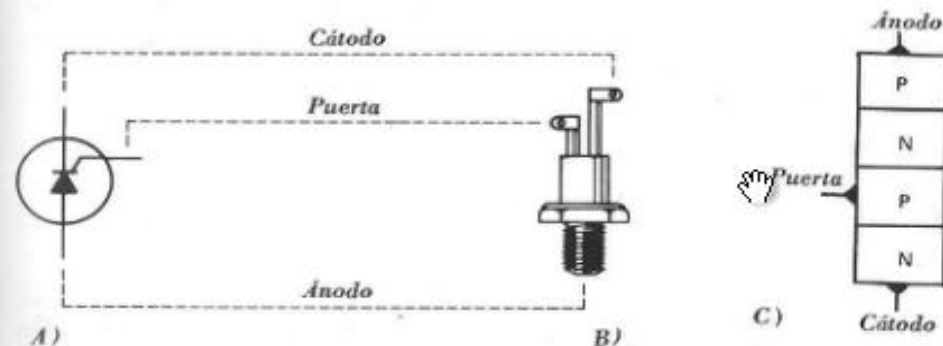


Fig. 11.43. — Símbolo (A), aspecto constructivo (B) y estructura interna (C) de un tiristor.

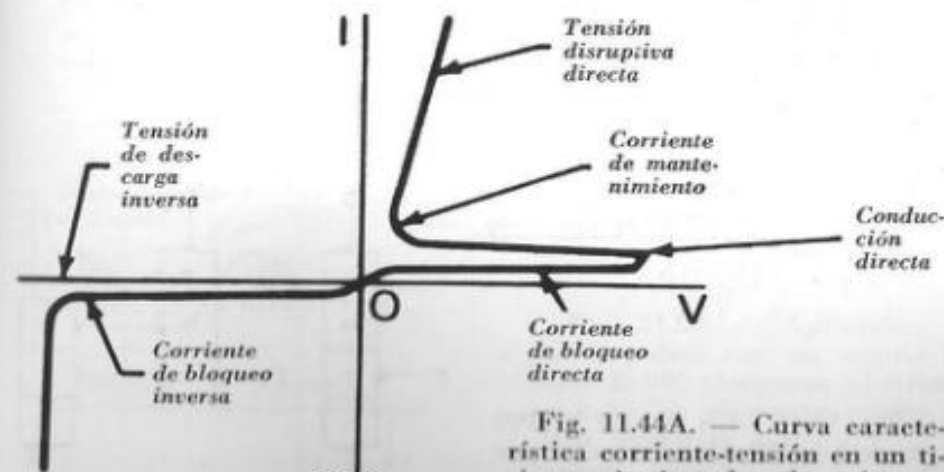


Fig. 11.44A. — Curva característica corriente-tensión en un tiristor, sin impulso de gobierno en el electrodo auxiliar.

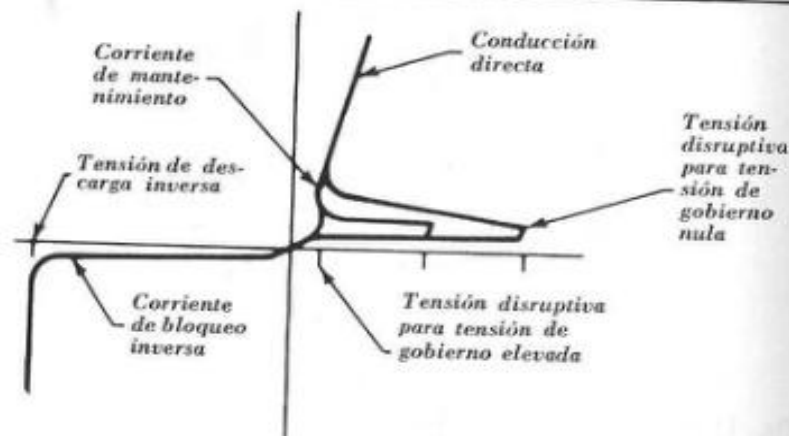


Fig. 11.44B. — Diferentes curvas características corriente-tensión en un tiristor, para varias tensiones de gobierno en la puerta.

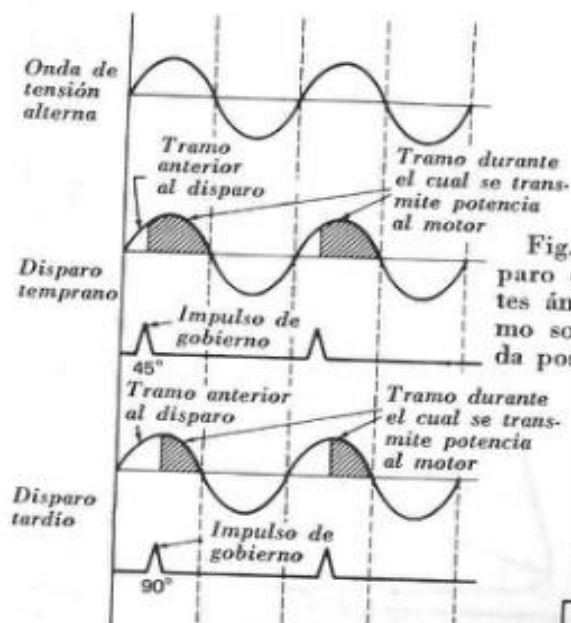


Fig. 11.45. — Efecto del disparo de un tiristor con diferentes ángulos de apertura. El tramo sombreado de cada semionda positiva es mayor o menor.

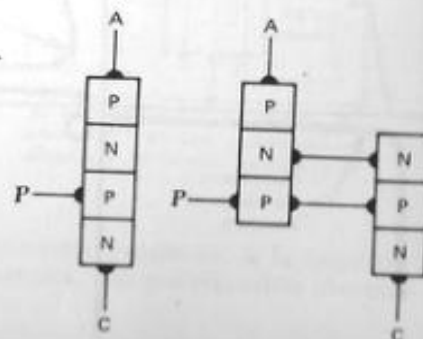


Fig. 11.46. — Un tiristor PNP puede considerarse formado por dos transistores, PNP y NPN.

Fig. 11.47. — Conexiones internas entre los dos transistores ficticios que componen un tiristor y terminales exteriores del mismo.

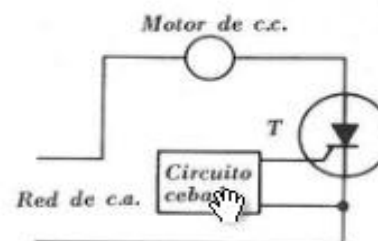
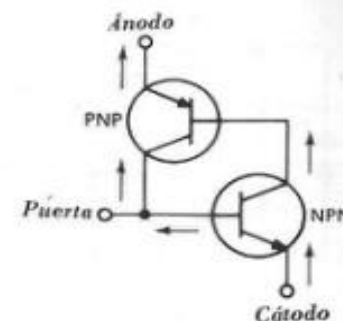


Fig. 11.48. — Modulación de la velocidad de un motor de c.c. por medio de un tiristor. El gobierno sólo se ejerce sobre las semiondas positivas.

Fig. 11.49. — Aplicación de los impulsos con un ángulo de fase de 0° eléctricos. El tiristor se ceba al principio de cada semiperíodo positivo.

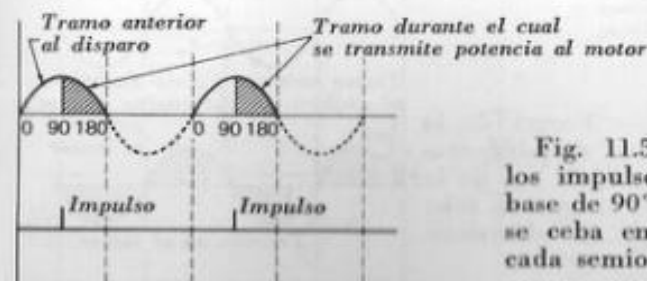


Fig. 11.50. — Aplicación de los impulsos con un ángulo de base de 90° eléctricos. El tiristor se ceba en el punto medio de cada semionda positiva.

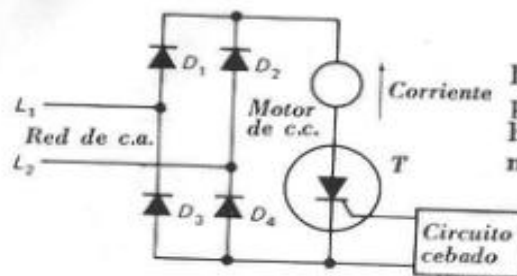


Fig. 11.51. — Modulación de la velocidad de un motor de c.c. por medio de un tiristor. El gobierno se ejerce sobre las dos semiondas de la tensión alterna.

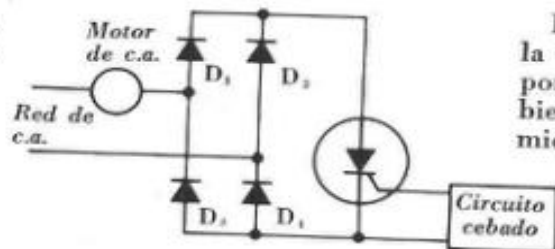
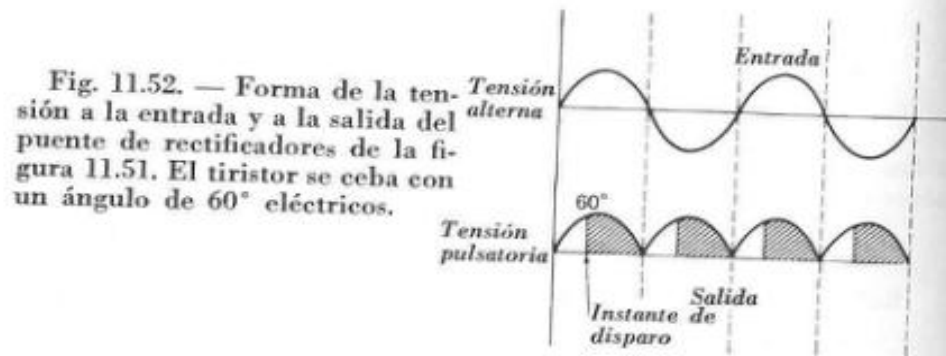


Fig. 11.53A. — Modulación de la velocidad de un motor de c.a. por medio de un tiristor. El gobierno se ejerce sobre las dos semiondas de la tensión alterna.

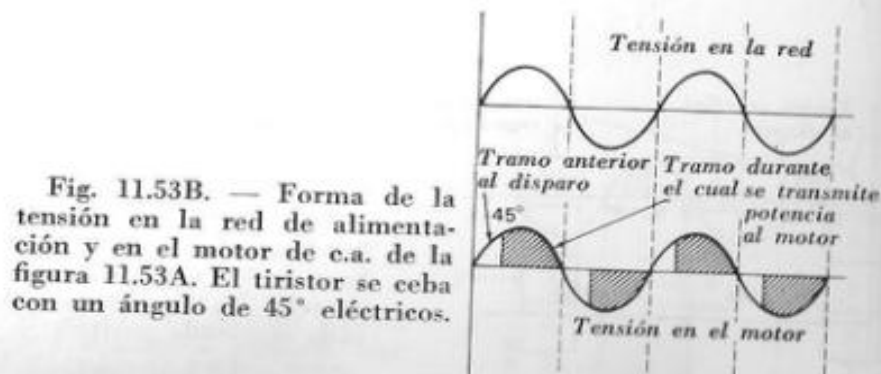


Fig. 11.53B. — Forma de la tensión en la red de alimentación y en el motor de c.a. de la figura 11.53A. El tiristor se ceba con un ángulo de 45° eléctricos.

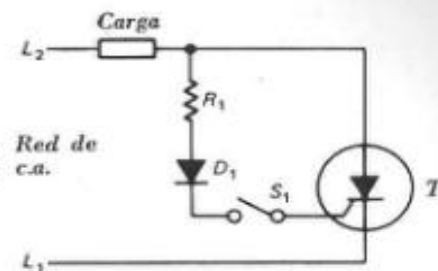


Fig. 11.54A. — Cebado de un tiristor alimentado con c.a., por medio de una resistencia fija.

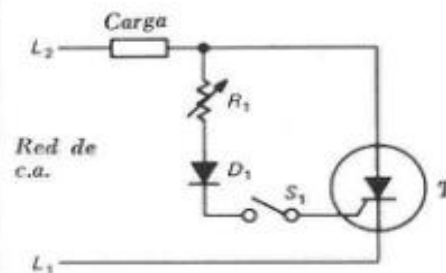


Fig. 11.54B. — Esquema idéntico al de la figura 11.54A, pero con la resistencia fija reemplazada por una variable.

100 % transmisión potencia con semiondas positivas

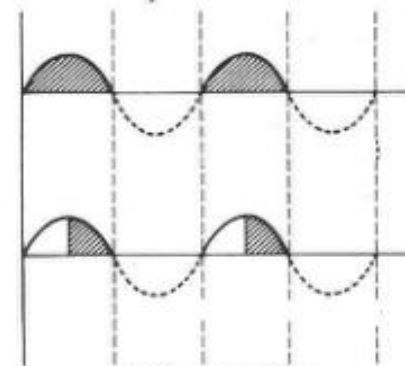


Fig. 11.54C. — Forma de la tensión aplicada a la carga de la figura 11.54B cuando la resistencia tiene el valor mínimo (arriba) y máximo (abajo).

50 % transmisión potencia con semiondas positivas

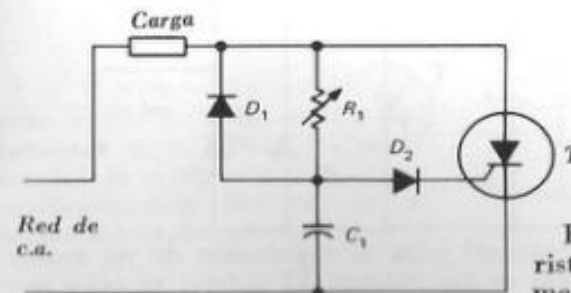


Fig. 11.55. — Cebado de un tiristor alimentado con c.a., por medio de una resistencia variable y un condensador.

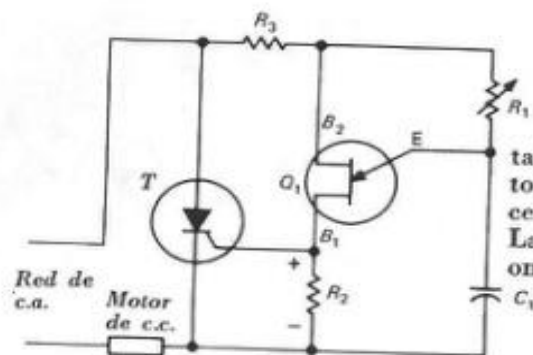


Fig. 11.56. — Circuito elemental para el gobierno de un motor de c.c. mediante un tiristor cebado por transistor uniunión. La rectificación es sólo de media onda.

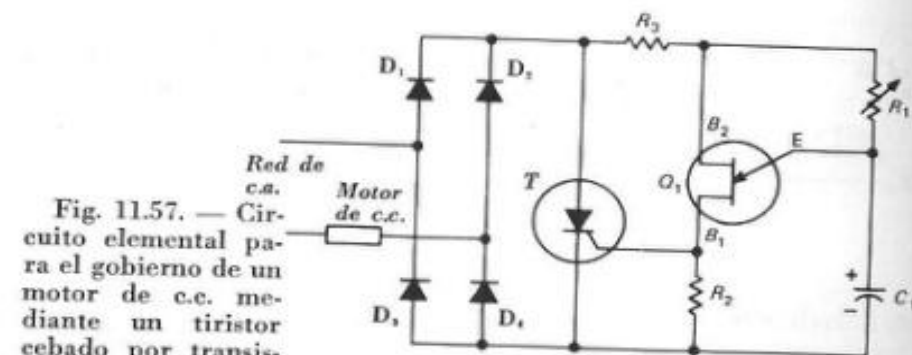


Fig. 11.57. — Circuito elemental para el gobierno de un motor de c.c. mediante un tiristor cebado por transistor uniunión. La rectificación es de onda completa.

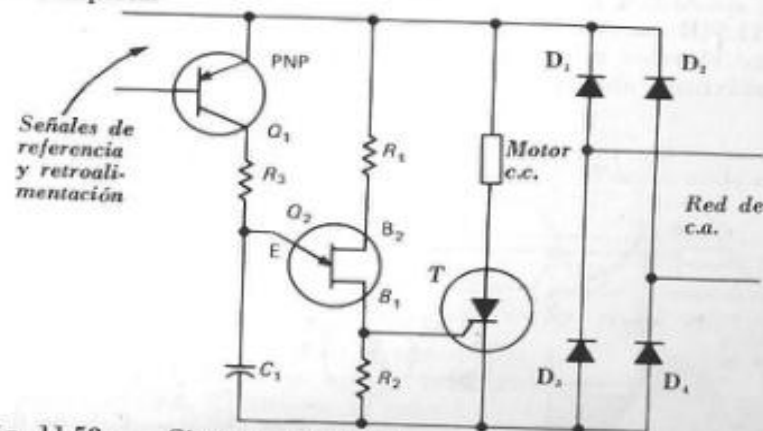


Fig. 11.58. — Circuito elemental para la regulación de un motor de corriente continua a través de un tiristor. El tiristor se ceba mediante un transistor uniunión gobernado a su vez por un transistor PNP. La rectificación es de onda completa.

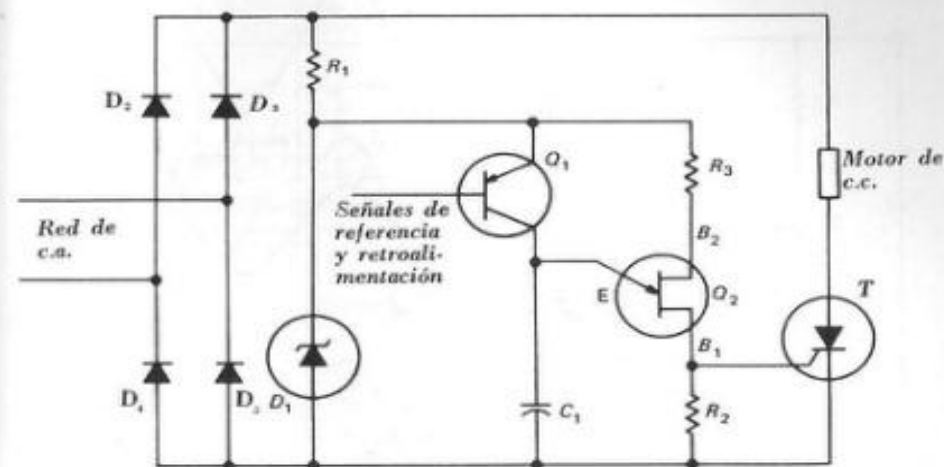


Fig. 11.59. — Circuito similar al de la figura 11.58, con la adición de un diodo Zener para estabilizar la tensión en ambos transistores.

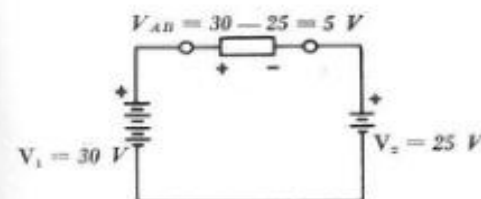
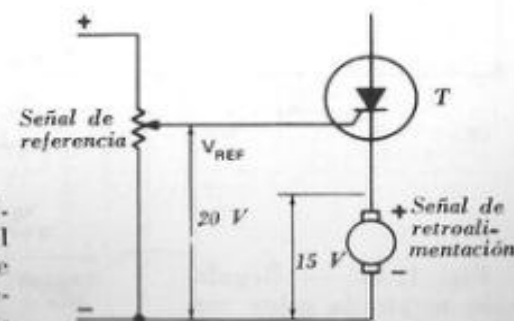


Fig. 11.60A. — Dos baterías conectadas en serie y en oposición de polaridades. Con los valores indicados, la tensión resultante entre A y B es de 5 V, siendo A positivo y B negativo.

Fig. 11.60B. — La señal resultante aplicada a la puerta del transistor es la diferencia entre la señal de referencia y la de retroalimentación (fuerza contraelectromotriz del motor).



$$V_G = 20 - 15 = 5 \text{ V}$$

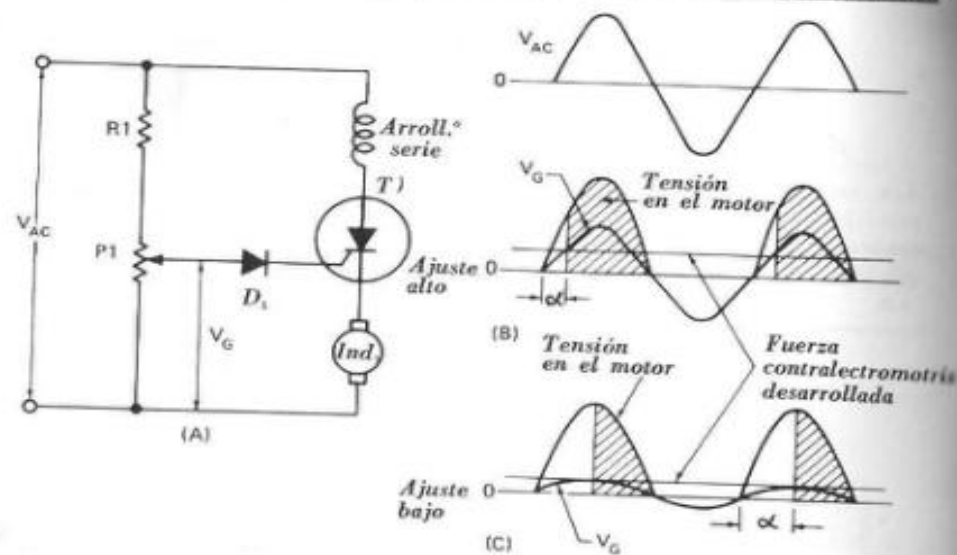


Fig. 11.61. — Regulación sobre medias ondas de la velocidad de un motor universal (General Electric Co.).

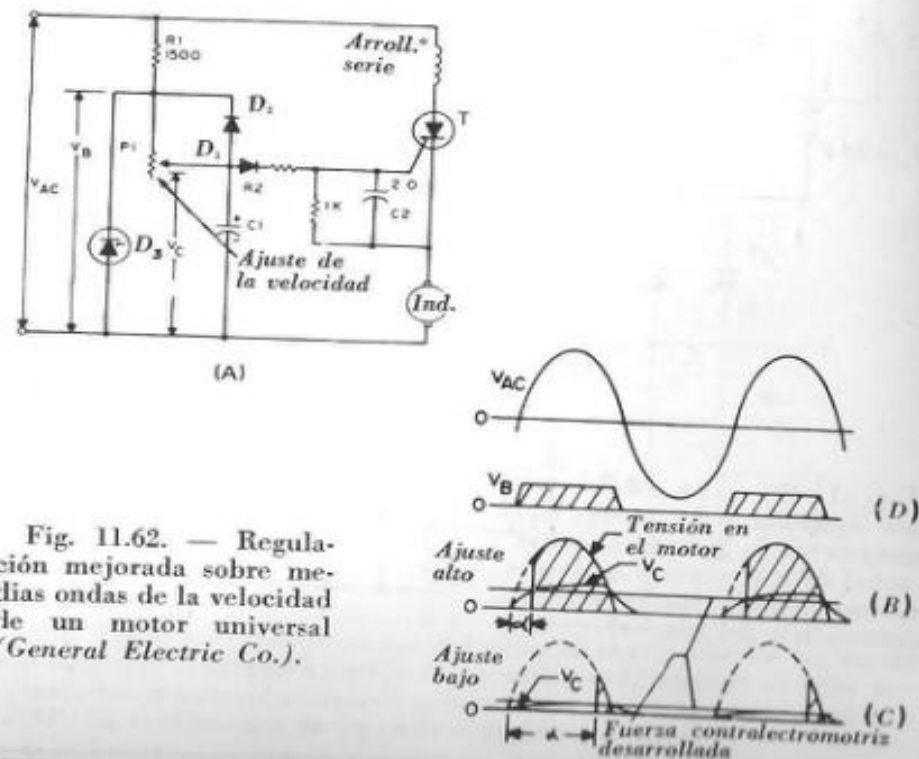
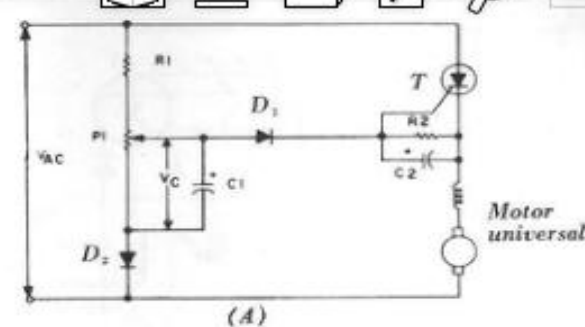


Fig. 11.62. — Regulación mejorada sobre medias ondas de la velocidad de un motor universal (General Electric Co.).



Valores de los componentes según la carga

	Hasta 1 A nominal	De 1 a 3 A nominales	De 3 a 5 A nominales
P1	10K 1W	1K 2W	1K 2W
R1	47K 1/2W	3,3K 2W	3,3K 2W
R2	1K 1/2W	150 1/2W a opción	150 1/2W a opción
C1	0,5 μ f 10V	10 μ f 10V	10 μ f 10V
C2	1 μ f 10V	0,1 μ f 10V a opción	0,1 μ f 10V a opción
T	GE C 106B	GE C 22BX70	GE C 33B

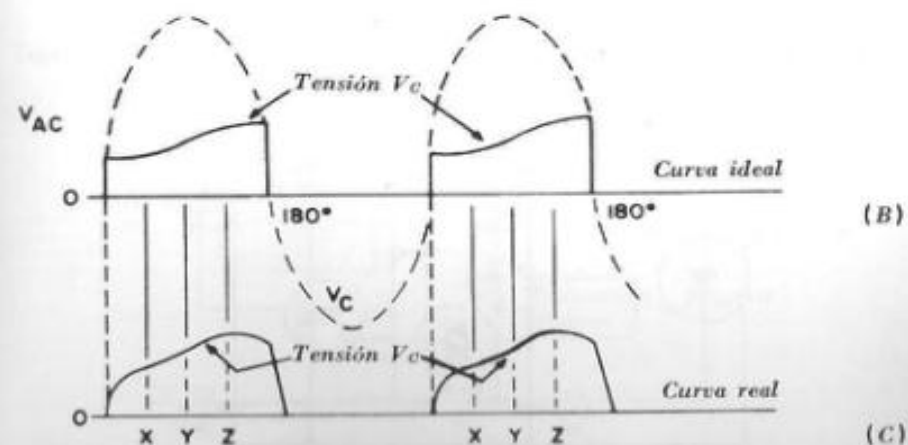


Fig. 11.63. — Regulación mejorada sobre medias ondas de la velocidad de un motor universal. El tiristor no se halla interpuesto entre inducido y arrollamiento serie (General Electric Co.).

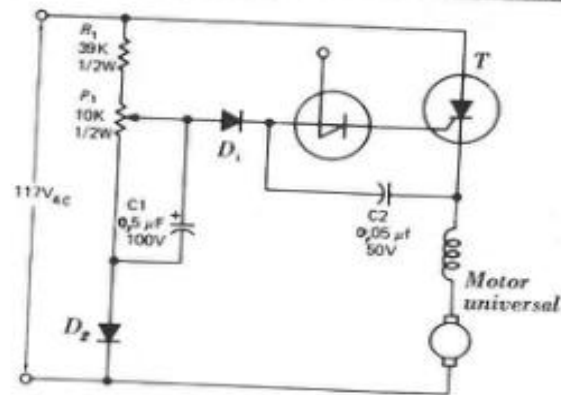


Fig. 11.64. — Ampliación del campo inferior de regulación de la velocidad en el circuito de la figura 11.63A. El tiristor se ceba mediante el impulso producido por el IUS (interruptor unilateral de silicio) (General Electric Co.).

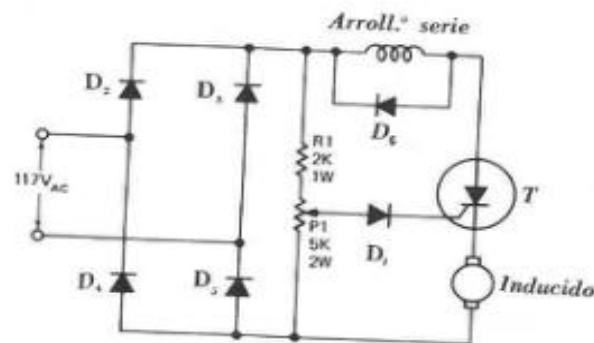


Fig. 11.65. — Regulación de la velocidad de un motor universal sobre ondas completas rectificadas (General Electric Co.).

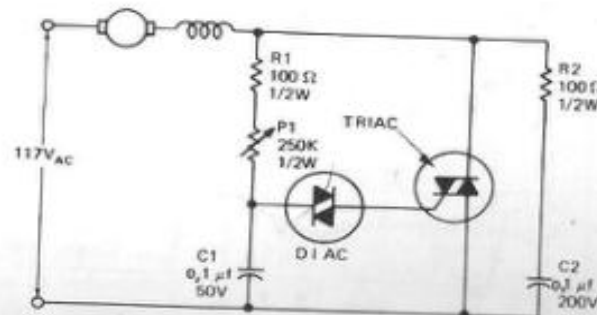


Fig. 11.66. — Gobierno de la velocidad de un motor universal sobre ondas completas alternas (General Electric Co.).

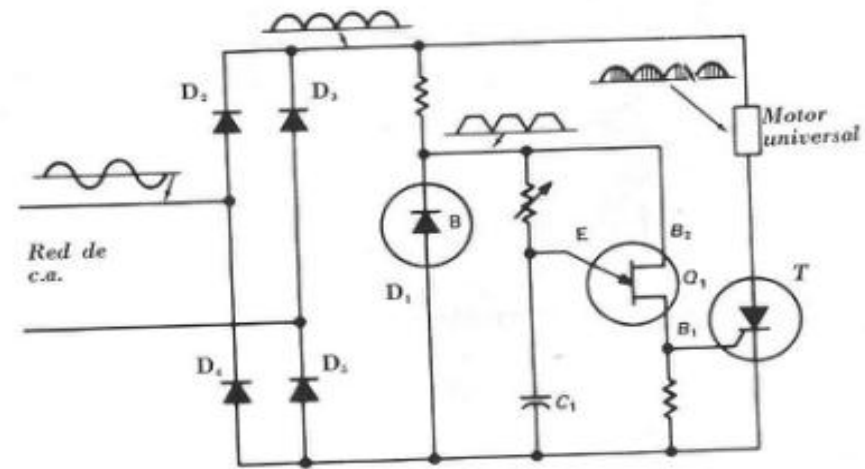


Fig. 11.67. — Gobierno sincronizado de la velocidad de un motor universal, sobre ondas completas rectificadas.

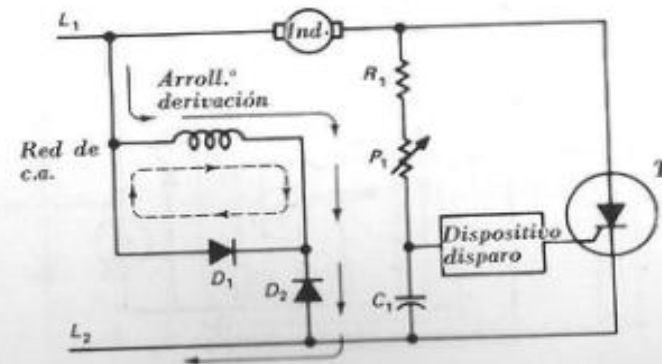


Fig. 11.68. — Gobierno de la velocidad de un motor derivación, sobre medias ondas.

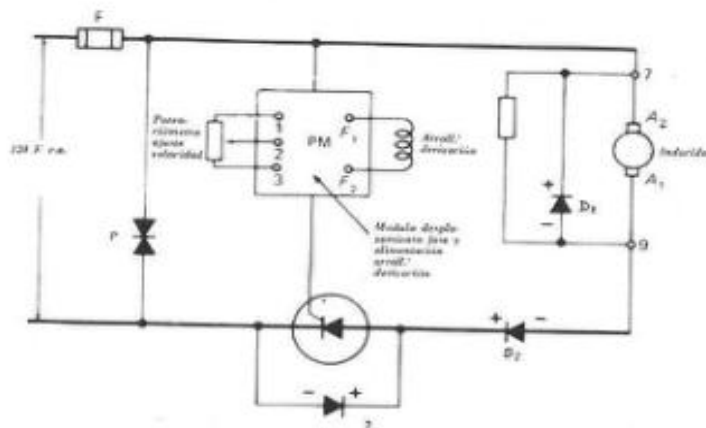


Fig. 11.69. — Protección de un tiristor por medio de un fusible F_1 , un pararrayos P y dos diodos D_2 y D_3 (Square D. Company).

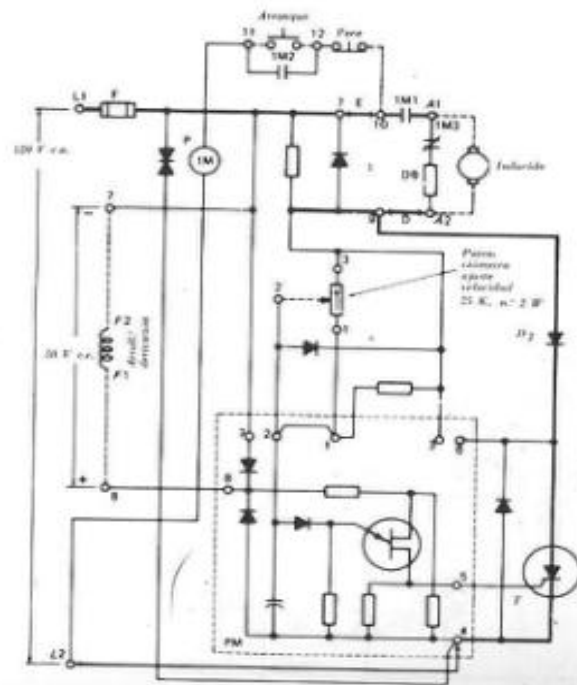


Fig. 11.70. — Circuito típico elemental para el gobierno de la velocidad en un motor derivación (Square D. Company).

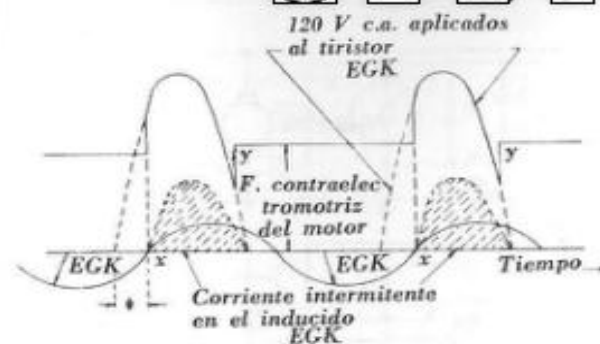


Fig. 11.71A. — Formas de las ondas en el circuito de la figura 11.70 con ajuste a la velocidad máxima (Square D. Company).

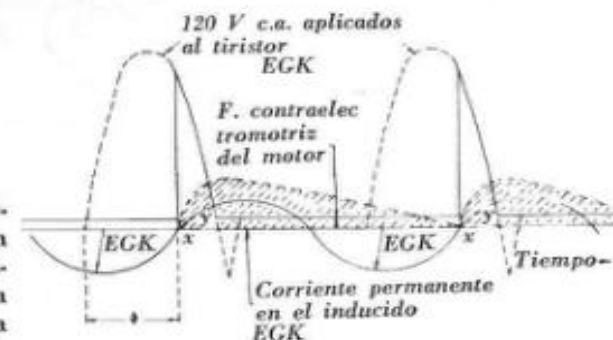


Fig. 11.71B. — Formas de las ondas en el circuito de la figura 11.70 con ajuste a la velocidad mínima (Square D. Company).

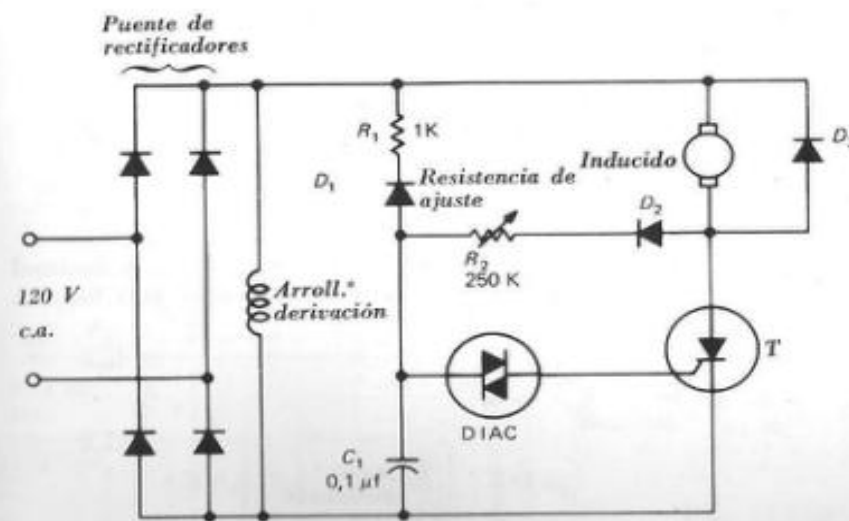


Fig. 11.72. — Regulación de la velocidad de un motor derivación sobre ondas completas rectificadas (General Electric Co.).

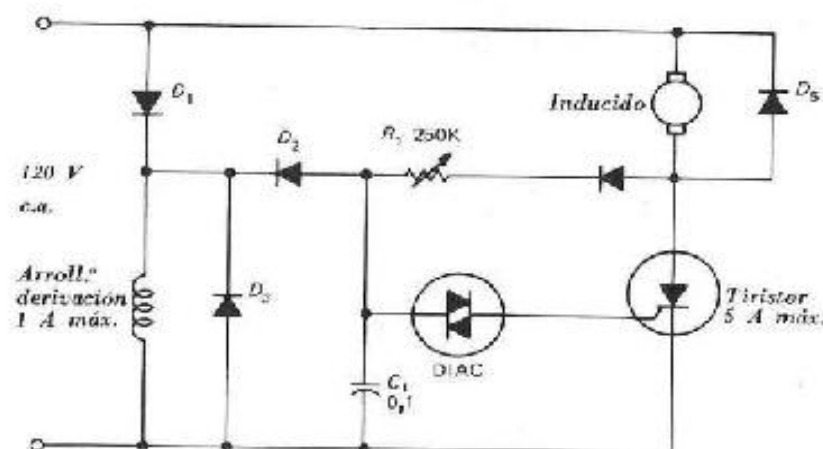


Fig. 11.73. — Regulación de la velocidad de un motor derivación sobre medias ondas (General Electric Co.).

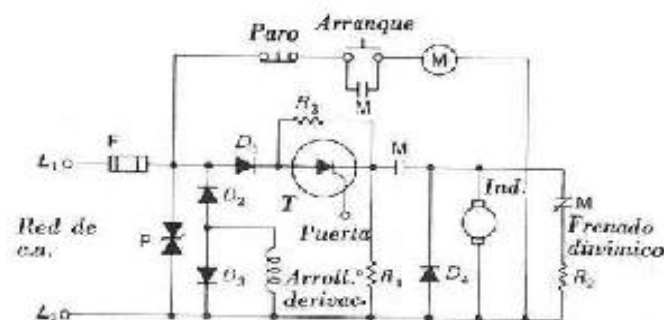


Fig. 11.74A. — Circuito de maniobra y gobierno de la velocidad de un motor derivación alimentado con medias ondas rectificadas.

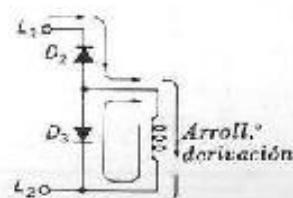


Fig. 11.74B. — Circuito para mostrar la alimentación del arrollamiento derivación.

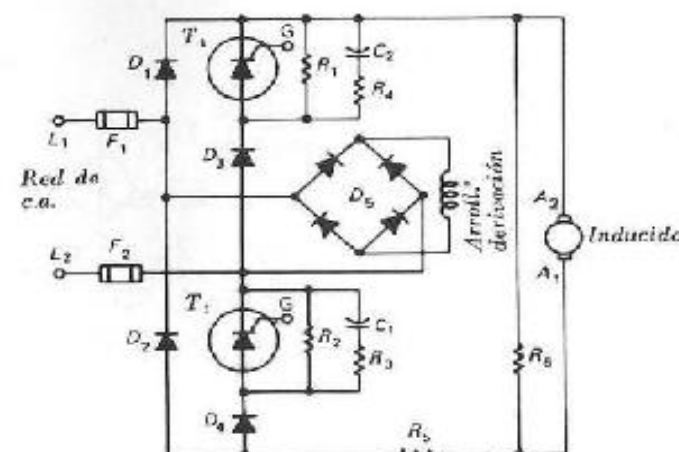


Fig. 11.75A. — Circuito para el gobierno de la velocidad de un motor derivación alimentado con ondas completas rectificadas a través de dos tiristores.

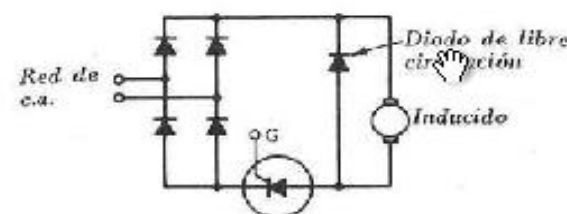


Fig. 11.75B. — Circuito análogo al anterior, pero con un solo tiristor. Es preciso conectar un diodo de libre circulación en paralelo con el motor.

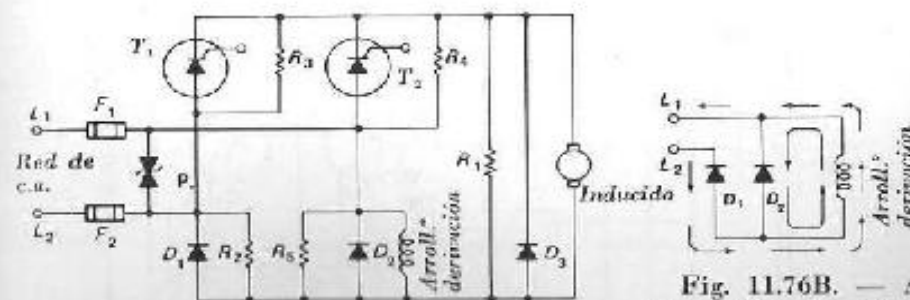


Fig. 11.76A. — Circuito análogo al de la figura 11.75A para el gobierno de la velocidad de un motor derivación.

Fig. 11.76B. — Alimentación del arrollamiento inductor en el circuito de la figura 11.76A.

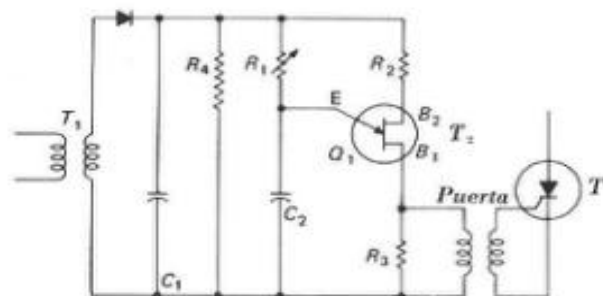


Fig. 11.77. — Circuito elemental de cebado por medio de un transistor uniunión.

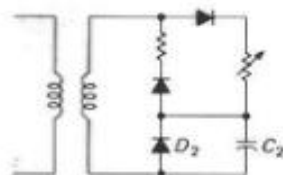


Fig. 11.78. — Manera de sincronizar la carga de C_2 con las alterancias de la tensión.

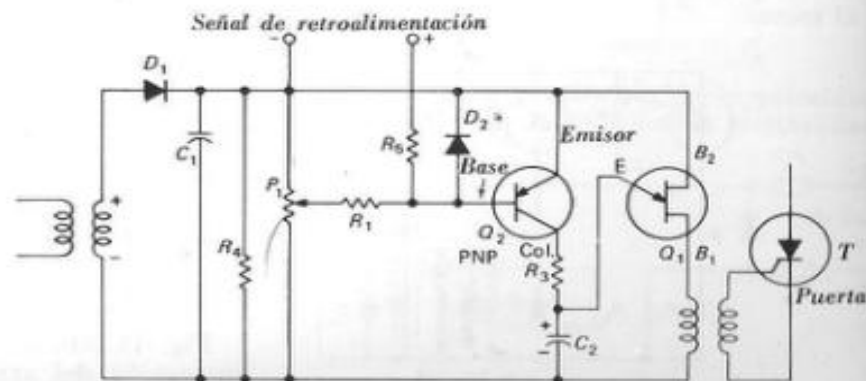


Fig. 11.79. — Circuito de cebado similar al de la figura 11.77, pero con la adición de un transistor Q_2 destinado a amplificar la señal de error.

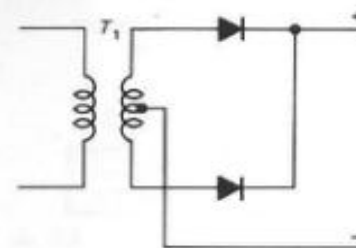


Fig. 11.80. — Circuito de alimentación a base de rectificación de las ondas completas de tensión alterna.

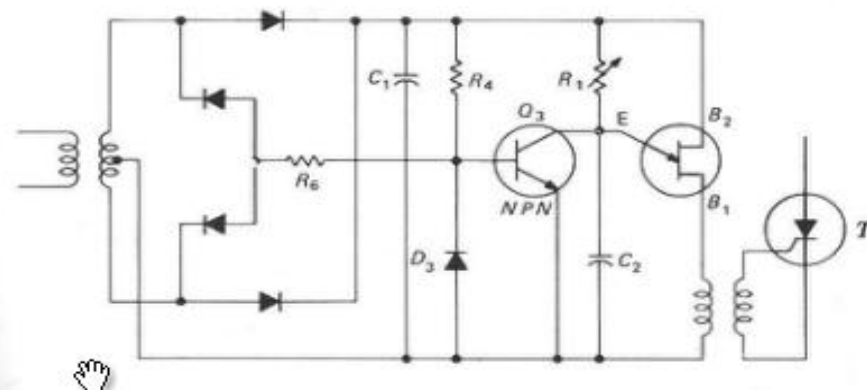


Fig. 11.81. — Sincronización de la carga de C_2 por medio de un transistor Q_3 . La resistencia R_1 puede reemplazarse por otro transistor, como en la figura 11.79.

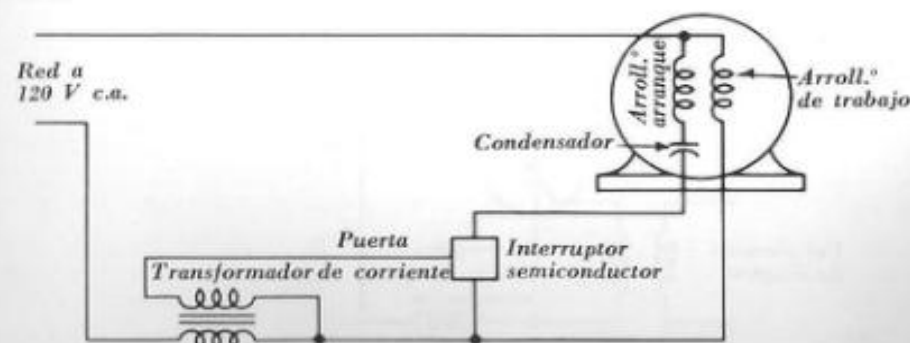


Fig. 11.82. — En este motor monofásico con condensador de arranque, el interruptor centrífugo ha sido reemplazado por un interruptor semiconductor bidireccional.

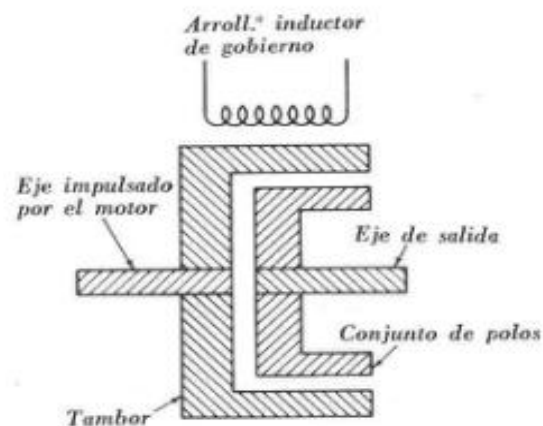


Fig. 11.83. — Esquema de un embrague electromagnético.

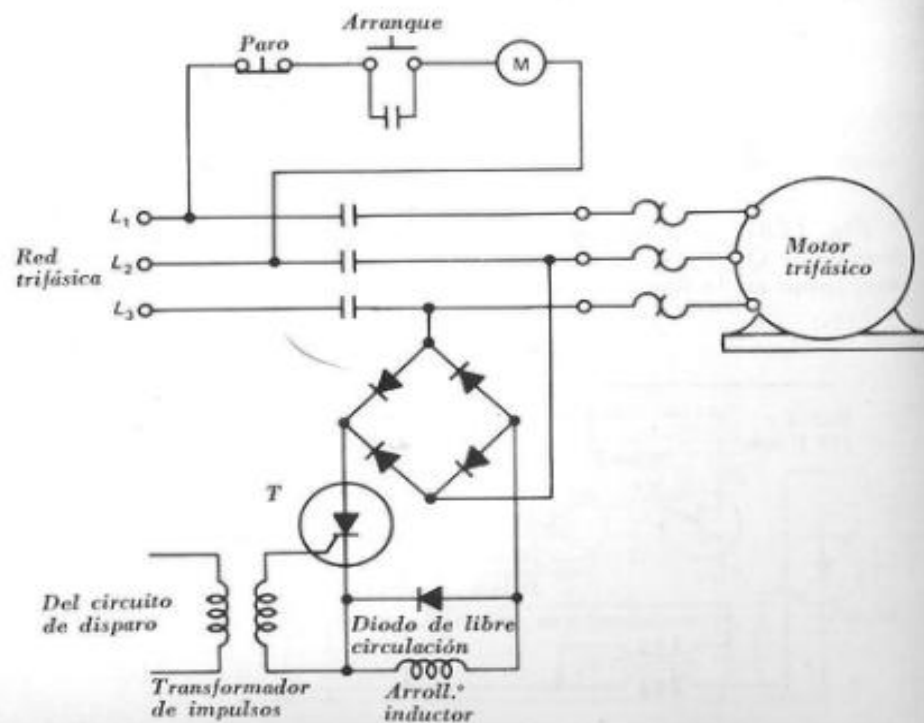


Fig. 11.84. — Circuito de alimentación de un embrague electro-magnético.

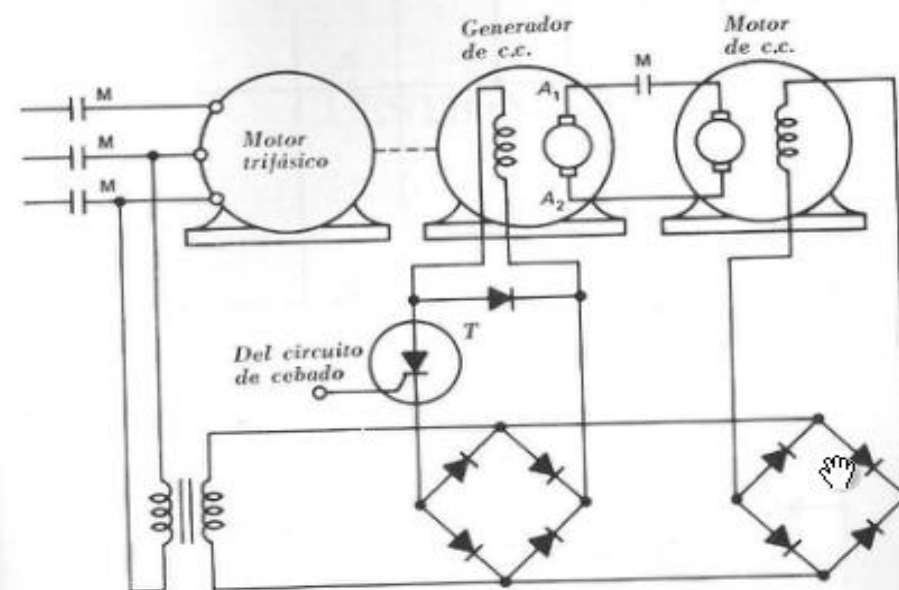


Fig. 11.85. — Esquema elemental de un accionamiento con velocidad de salida variable, a base de grupo motor/generador.

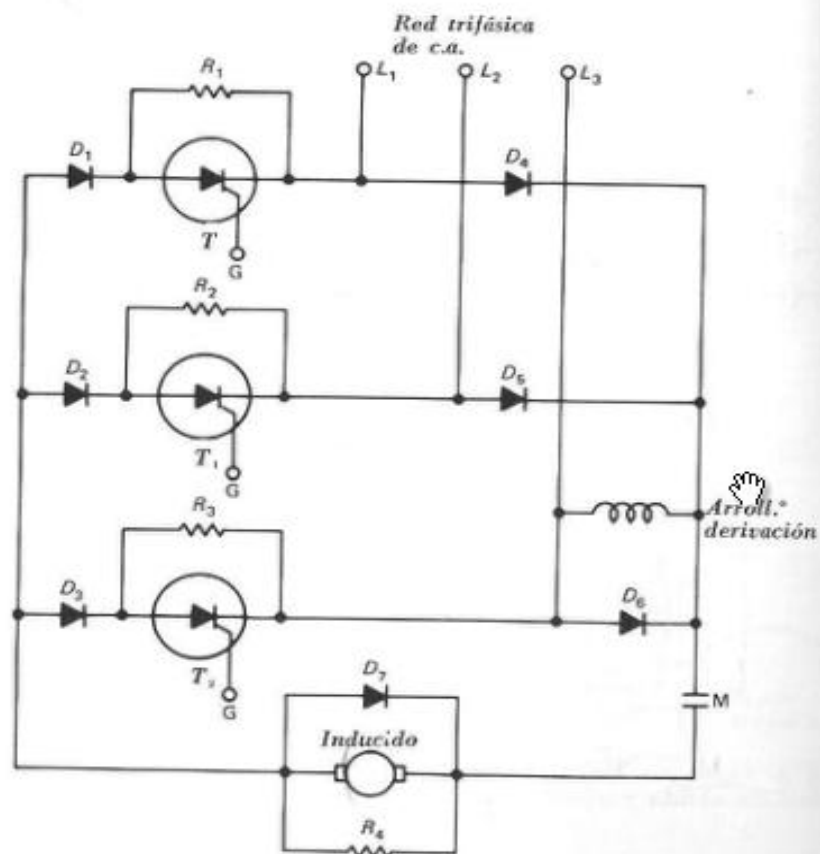


Fig. 11.36. — Esquema elemental de un accionamiento estático trifásico.

CUESTIONARIO



Cuestionario

La presente sección contiene preguntas de examen relativas a los diversos capítulos de este curso de reparación de motores eléctricos. Las preguntas se suceden por el mismo orden con que las materias aparecen expuestas en el texto. Para que las respuestas sean correctas es preciso dar explicaciones completas o dibujar esquemas completos, o bien hacer ambas cosas a la vez.

A todos aquellos que estudian el presente libro sin contar con la ayuda de un profesor, este cuestionario les será de gran utilidad porque: 1.º, les permitirá verificar la solidez de sus conocimientos adquiridos al confrontar sus respuestas con las explicaciones del texto; 2.º, les facilitará una prueba de su capacidad para aplicar los conocimientos teóricos del libro a trabajos prácticos; 3.º, en caso de dar respuestas correctas, se hallarán automáticamente preparados para superar otros exámenes, donde pueden hacérseles preguntas similares; y 4.º, también en caso de responder satisfactoriamente, adquirirán confianza para enfrentarse con problemas más difíciles dentro de este campo de trabajo.

Desde el punto de vista del instructor, este cuestionario puede servir como base de discusión durante todo el período escolar, así como para preparar los ejercicios de repaso semanales destinados a comprobar el conocimiento y la comprensión que tienen sus alumnos de los temas tratados.

Oficiales, auxiliares, aprendices y demás personal de taller interesado en la reparación de motores eléctricos encontrarán en este cuestionario una valiosa guía demostrativa de sus conocimientos.

Página siguiente



CAPÍTULO I

Motores de fase partida

1. (a) ¿Qué es un motor de fase partida? (b) ¿Cuáles son sus características? (c) Indicar varias aplicaciones.
2. Enumerar las partes principales de un motor de fase partida y hacer una breve descripción de las mismas y de sus funciones.
3. (a) ¿Qué es un arrollamiento de jaula de ardilla? (b) Describir dos tipos de arrollamientos de jaula de ardilla. (c) Dibujar todos los elementos de un rotor.
4. (a) ¿Qué es un interruptor centrífugo? (b) ¿Dónde está situado? (c) Dibujar un esquema para mostrar el funcionamiento de este interruptor.
5. Enumerar y describir los tipos de cojinetes que llevan los motores de fase partida.
6. (a) ¿Qué nombres se da normalmente a los dos arrollamientos estatóricos de un motor de fase partida? (b) Dibujar y describir brevemente cada uno de ellos.
7. Explicar el funcionamiento de un motor de fase partida.
8. (a) ¿Cuáles son las normas a seguir para identificar averías en un motor? (b) ¿Deben seguirse estas normas al pie de la letra? ¿Por qué?
9. Enumerar las diversas operaciones que comprende la reparación de un motor de fase partida.
10. (a) ¿Cómo deben marcarse los escudos y la carcasa antes de desmontarlos para una reparación? (b) ¿Por qué es necesario marcarlos?

11. (a) Indicar todos los datos que deben tomarse para el rebobinado de un motor de fase partida. (b) ¿Cuál sería la consecuencia de una toma de datos incorrecta? (c) Indicar la información mínima que suele figurar en la placa de características de un motor de fase partida, y explicar el significado de cada término.

12. (a) ¿Qué se entiende por paso de bobina? (b) ¿Cómo se anota? Hacer un dibujo.

13. (a) Dibujar el esquema elemental de conexiones de un motor de fase partida. (b) Explicar el esquema.

14. Dibujar una hoja de datos que muestre cómo se anota la información relativa a los arrollamientos estatóricos de un motor de fase partida con 36 ranuras.

15. (a) Dibujar el esquema de los arrollamientos estatóricos de un motor de fase partida cuando éste se halla en reposo y cuando se halla en marcha. (b) ¿En qué se diferencian ambos esquemas?

16. (a) ¿Qué se entiende por polo de un arrollamiento? (b) Dibujar un polo de un arrollamiento de trabajo formado por cuatro bobinas con pasos 1-3, 1-5, 1-7 y 1-9.

17. Explicar diferentes sistemas para extraer las bobinas del estator de un motor de fase partida.

18. Explicar qué se entiende por grados eléctricos y por grados geométricos. Dar algunos ejemplos para aclarar la diferencia entre ambos.

19. (a) ¿Cuántos grados eléctricos están desfasados los arrollamientos de trabajo y de arranque en un motor de fase partida? (b) ¿Cuántos grados geométricos están desfasados estos mismos arrollamientos?

20. (a) ¿Cómo se anota el tamaño de un conductor eléctrico? (b) Citar varias clases de aislamiento para recubrir conductores. (c) ¿Qué puede ocurrirle a un motor si se rebobina con un conductor de tamaño erróneo? (d) ¿Por qué?

21. (a) ¿Por qué se dispone aislamiento en las ranuras? (b) Describir varios tipos de aislamiento para ranuras. (c) ¿Qué precauciones deben tomarse al cortar e insertar el aislamiento en las ranuras?

22. Nombrar, describir y representar con un dibujo las distintas maneras de rebobinar un motor de fase partida. Explicar detalladamente cómo se bobina un polo.



23. ¿Qué operaciones deben efectuarse para determinar las dimensiones de una madeja?
24. Describir con un ejemplo la manera de sustituir un bobinado a mano por otro en madejas.
25. (a) ¿Qué precauciones hay que tomar al introducir las bobinas en las ranuras estatóricas? (b) ¿Qué consecuencias pueden derivarse de un trabajo inexperto o descuidado?
26. Dibujar esquemáticamente una horma o plantilla de las empleadas para ejecutar bobinas moldeadas. ¿Cómo se determinan la forma y las dimensiones de una horma?
27. Con respecto a la polaridad, ¿cómo deben conectarse los diferentes polos de un motor de fase partida?
28. Dibujar el esquema lineal de los arrollamientos de arranque y de trabajo para un motor de fase partida con cuatro polos en serie. En el esquema debe figurar también el interruptor centrífugo. Señalar y explicar cada circuito.
29. Dibujar el esquema circular del motor a que hace referencia la pregunta 28. Poner debajo de cada polo una flecha indicadora del sentido de circulación de la corriente.
30. ¿Cómo es la conexión en doble derivación o doble circuito? ¿Con qué objeto se emplea?
31. (a) Dibujar el esquema circular de un arrollamiento estatórico en doble derivación perteneciente a un motor hexapolar de fase partida. (b) Dibujar el mismo esquema para un arrollamiento en triple derivación. (c) ¿Qué procedimiento se emplea para verificar si los polos de un motor están conectados correctamente?
32. (a) ¿Cómo se invierte el sentido de giro en un motor de fase partida? (b) Dibujar dos esquemas de un mismo motor que correspondan a un sentido de giro respectivamente horario y antihorario.
33. Explicar detalladamente cómo se identifica la conexión de los polos antes del proceso de extracción del bobinado y durante el mismo.
34. Describir varias maneras de proceder a la impregnación de arrollamientos nuevos.
35. ¿Cómo es un motor de fase partida para doble tensión de servicio?
36. Dibujar el esquema lineal de un motor hexapolar de fase partida para doble tensión de servicio.

37. Explicar y dibujar esquemáticamente el dispositivo de protección contra sobrecargas que llevan muchos motores de fase partida.
38. (a) Indicar cómo está conectado el dispositivo de protección contra sobrecargas en el circuito de un motor de fase partida. (b) ¿Qué averías pueden ocurrir a dicho dispositivo y cómo se subsanan?
39. Indicar por medio de esquemas la designación de los terminales en motores de fase partida.
40. (a) ¿Qué factores determinan la velocidad de un motor de fase partida? (b) ¿Cuál de estos factores es el que se usa normalmente para variarla?
41. Explicar los tres métodos empleados para variar la velocidad de un motor de fase partida.
42. (a) Dibujar el esquema simplificado de un motor de fase partida para dos velocidades de régimen, con un arrollamiento de arranque y dos arrollamientos de trabajo. (b) Explicar detalladamente el funcionamiento de este motor. (c) Describir el interruptor centrífugo que lleva este motor.
43. (a) Explicar qué se entiende por arrollamiento y conexión de polos consecuentes. (b) ¿Por qué y en
44. (a) ¿Qué consecuencias cabe esperar si el arrollamiento de arranque de un motor de fase partida, para una o dos velocidades de régimen, se deja conectado permanentemente? (b) Explicar cómo se llega a las conclusiones expuestas.
45. Explicar mediante un ejemplo cómo un motor de fase partida puede ser rebobinado para una nueva tensión de servicio.
46. Explicar cómo puede reconexionarse un motor de fase partida para adaptarlo a una nueva tensión de servicio.
47. ¿Qué se entiende por: (a) factor de arrollamiento; (b) número de espiras efectivas?
48. Indicar de qué manera puede rebobinarse un motor de fase partida para una nueva velocidad de régimen.
49. (a) ¿A qué pruebas debe someterse un motor de fase partida con objeto de detectar posibles defectos en sus arrollamientos estatóricos? (b) ¿Cuándo y cómo deben efectuarse estas pruebas?

Página siguiente

50. Dibujar dos o más esquemas para explicar en qué consiste una «tierra».

51. (a) ¿Qué prueba se recomienda efectuar para determinar si un arrollamiento de un motor tiene contacto a masa? (b) Explicar dónde y cómo suelen producirse tales contactos, y qué precauciones deben tomarse para evitarlos.

52. Si se presume la existencia de una interrupción en el circuito de arranque de un motor de fase partida, explicar el procedimiento a seguir para localizarla y las medidas a tomar para subsanar el defecto.

53. (a) ¿Qué significa cortocircuito en un arrollamiento? (b) ¿Cómo se origina un cortocircuito? (c) ¿Dónde suele ocurrir?

54. (a) ¿Cuáles son los indicios de haber un cortocircuito en un arrollamiento? (b) ¿Qué medios se emplean para detectar cortocircuitos?

55. ¿Qué es una bobina de prueba? Explicar cómo está constituida y cómo se aplica.

56. Nombrar y explicar los diversos métodos que se emplean para verificar la correcta polaridad de los polos. Dibujar esquemas que aclaren la explicación.

57. Indicar algunas de las causas que pueden impedir el arranque de un motor de fase partida. Explicar cada una de ellas.

58. Describir tres pruebas prácticas para detectar una posible interrupción en el arrollamiento de arranque.

59. (a) ¿Qué se entiende por «juego axial»? (b) ¿Cuál es la causa del mismo y cómo puede remediarse? (c) ¿Qué juego axial puede tolerarse en un motor de fase partida?

60. (a) Explicar cómo se detecta en un motor un posible defecto en los cojinetes. (b) ¿Cómo se extraen los cojinetes de fricción o de bolas averiados, y cómo se montan los nuevos?

61. (a) ¿Qué anomalías puede ocasionar en un motor el desgaste de los cojinetes? (b) ¿Cómo se comprueba que las anomalías observadas son debidas al desgaste de los cojinetes?

62. ¿Qué es un escariador? Nombrar los diversos tipos y explicar el objeto de cada uno.

63. Indicar varios motivos que pueden determinar el giro de un motor a una velocidad inferior a la normal. Explicar cada uno de ellos.



64. (a) Explicar diferentes métodos para detectar barras rotóricas desprendidas de los anillos. (b) ¿Cómo funciona un motor que se halla en tales condiciones?

65. Enumerar y explicar las causas que pueden motivar el funcionamiento ruidoso de un motor.

66. ¿Cómo pueden identificarse los dos terminales del arrollamiento de arranque y los dos del arrollamiento de trabajo, si no es posible seguir dichas conexiones hasta su unión con sus respectivos arrollamientos?

67. Suponiendo que un motor de fase partida gira a una velocidad inferior a la normal o que no gira en absoluto, describir detalladamente el procedimiento a emplear para identificar el defecto y los pasos a seguir para proceder a la reparación del mismo.

68. Explicar la manera de utilizar un instrumento múltiple (voltímetro-amperímetro-ohmímetro) de pinzas.



CAPÍTULO II

Motores con condensador

1. (a) Dar una descripción general de los motores con condensador. (b) ¿Cuáles son sus características y aplicaciones? (c) ¿En qué difieren de los motores de fase partida?

2. (a) Explicar la constitución de un condensador con impregnación de aceite y de un condensador electrolítico. (b) ¿En qué se diferencian uno de otro y cuáles son las aplicaciones de cada uno?

3. (a) ¿Cómo se expresa la capacidad de un condensador? (b) ¿Qué precauciones hay que tomar al utilizar condensadores? (c) ¿Cómo debe encargarse un nuevo condensador?

4. (a) Nombrar las partes principales de un motor con condensador de arranque e indicar la función de cada una. (b) Dibujar esquemáticamente estas diferentes partes.

5. Explicar el funcionamiento de un motor con condensador de arranque.

6. Enumerar las diversas etapas que comprende la identificación y localización de averías en un motor con condensador de arranque.

7. Enumerar las operaciones que comprende la reparación y el rebobinado de un motor con condensador de arranque, uno de cuyos arrollamientos es defectuoso.

8. (a) ¿Qué tipo de condensador se usa normalmente en los motores con condensador de arranque? (b) ¿Qué dificultades pueden surgir si se usa otro tipo de condensador?

9. Dibujar los esquemas lineal y circular de los arrollamien-

tos estatóricos de un motor tetrapolar con condensador de arranque. Poner debajo de cada polo una flecha que indique el sentido de circulación de la corriente.

10. (a) Dibujar el esquema circular de los arrollamientos estatóricos de un motor con condensador de arranque cuyos seis polos se hallan conectados en doble derivación. (b) ¿Cuál será la velocidad aproximada de este motor si la frecuencia de alimentación es de 60 Hz? ¿Y si es de 50 Hz?

11. (a) Dibujar el esquema estatórico de un motor con condensador de arranque provisto de dispositivo de protección térmica contra sobrecargas. (b) Explicar el funcionamiento de este circuito.

12. (a) ¿Qué anomalías pueden ocurrirle a un motor con condensador de arranque cuyo dispositivo de protección contra sobrecargas es defectuoso? (b) ¿Qué procedimientos se recomiendan para determinar la naturaleza exacta del defecto?

13. (a) Dibujar el esquema de un relé electromagnético de corriente de los usados para interrumpir el arrollamiento de arranque en un motor con condensador, y explicar el funcionamiento de dicho relé. (b) ¿Por qué se usa este relé en vez del interruptor centrífugo?

14. Dibujar el esquema de un relé electromagnético de tensión de los empleados para desconectar el arrollamiento de arranque en un motor con condensador.

15. (a) ¿Cuáles son los motivos de que se fabriquen motores con condensador susceptibles de trabajar a dos tensiones de servicio distintas? (b) ¿Qué ventajas presentan frente a los motores contruidos para una sola tensión de servicio?

16. (a) Describir la constitución básica de un motor para doble tensión de servicio, y en especial la de sus arrollamientos estatóricos. (b) Explicar de qué manera se utilizan los arrollamientos principales como autotransformadores.

17. Explicar diversos métodos para rebobinar motores con condensador de arranque para dos tensiones de servicio.

18. (a) En un motor con condensador de arranque para doble tensión de servicio, ¿cómo están conectados los arrollamientos principales para el funcionamiento a la tensión mayor? (b) ¿Cómo está conectado el arrollamiento de arranque para el funcionamiento a la tensión menor?

19. (a) Dibujar dos esquemas simplificados de los arrolla-

mientos estatóricos de un motor con condensador de arranque para doble tensión de servicio, conectados respectivamente para el funcionamiento a la tensión menor y a la tensión mayor. (b) ¿Qué sucederá si la conexión para la tensión menor se alimenta con la tensión mayor, y viceversa?

20. Dibujar el esquema circular de los arrollamientos estatóricos de un motor tetrapolar para doble tensión de servicio, conectados para funcionar a la tensión menor.

21. (a) Explicar cómo se invierte el sentido de giro en un motor con condensador para doble tensión de servicio. (b) ¿Cuántos terminales exteriores tiene un motor de esta clase con sentido de giro reversible? ¿Y cuántos si su sentido de giro es irreversible?

22. (a) Explicar cómo puede invertirse el sentido de giro en un condensador de arranque, por medio de un interruptor tripolar de cuchillas de dos posiciones (conmutador). (b) ¿Qué sucederá si se conmuta rápidamente el interruptor de una posición a la otra?

23. (a) ¿Cuál es el principio de funcionamiento de un motor con inversión instantánea? (b) Dibujar el esquema de conexiones de este motor con un interruptor tripolar de dos posiciones. (c) ¿Qué sucederá si se conmuta rápidamente el interruptor de una posición a la otra?

24. (a) Dibujar el esquema estatórico de un motor con condensador de arranque para dos tensiones de servicio y con el arrollamiento principal subdividido en dos secciones. (b) ¿Cuál es la diferencia entre este tipo de motor y los tipos anteriores de motores para doble tensión de servicio?

25. Explicar detalladamente cómo pueden identificarse los terminales del arrollamiento de arranque cuando no llevan ninguna marca.

26. Para poder invertir el sentido de giro en un motor con condensador de arranque suelen ser necesarios cuatro terminales exteriores. Explicar cómo puede conseguirse el mismo resultado con sólo tres terminales exteriores.

27. Dibujar el esquema simplificado de un motor con tres terminales exteriores y sentido de giro reversible, y explicar el circuito.

28. (a) Dibujar el esquema de un motor con condensador de arranque para dos velocidades de régimen, con dos arrolla-

mientos de trabajo y uno solo de arranque. (b) Explicar su funcionamiento.

29. (a) ¿De qué factor depende la velocidad de un motor con condensador de arranque, si se supone que la frecuencia permanece invariable? (b) ¿Cómo se modifica este factor en un motor para dos velocidades de régimen?

30. ¿Qué es un motor con condensador permanente? ¿Y un motor con doble condensador?

31. (a) Dibujar el esquema simplificado de un motor con condensador permanente. (b) Enumerar diversas características y aplicaciones del mismo. (c) ¿Qué tipo de condensador se emplea con este motor?

32. (a) ¿Qué se entiende por «deslizamiento» de un motor? (b) ¿De qué depende el deslizamiento y cómo puede modificarse?

33. (a) ¿Cómo puede utilizarse el deslizamiento para variar la velocidad de un motor con condensador? (b) Dibujar el esquema simplificado de un motor con condensador permanente para dos velocidades de régimen, y explicar su principio de funcionamiento.

34. Dibujar el esquema de un motor hexapolar con condensador permanente, para dos velocidades de régimen, conectado para trabajar a la velocidad mayor. Explicar el circuito.

35. (a) Dibujar el esquema de un motor con condensador permanente para tres velocidades de régimen, en el que se utiliza el principio del deslizamiento para variar la velocidad. (b) ¿En qué se parece este motor al de la pregunta anterior?

36. (a) ¿Qué es un motor con doble condensador? (b) ¿Cuáles son sus características y aplicaciones? (c) ¿En qué difiere del motor con condensador permanente?

37. Explicar los diferentes métodos empleados para conseguir los dos valores de capacidad necesarios en un motor con doble condensador.

38. (a) Describir los condensadores que se utilizan en motores con doble condensador. (b) ¿Qué tipo de motor con doble condensador emplearía usted si pudiera elegir? ¿Por qué?

39. (a) Dibujar el esquema de un motor con doble condensador y describir con detalle el circuito y su funcionamiento. (b) ¿Qué sucederá si el condensador electrolítico es defectuoso? (c) ¿Y si lo es el condensador con papel impregnado?

40. (a) Dibujar el esquema simplificado de un motor con

doble condensador para dos tensiones de servicio, según que se emplee como unidad de doble capacidad un condensador/autotransformador o bien dos condensadores independientes. (b) ¿Cuántos terminales deben salir fuera del motor si se desea que el sentido de giro de éste sea reversible exteriormente?

41. Dibujar el esquema de un motor con doble condensador y para una sola tensión de servicio, provisto de relé de tensión y de dispositivo de protección térmica.

42. Explicar detalladamente los cálculos necesarios para rebobinar un motor con condensador que debe trabajar a una nueva tensión de servicio.

43. (a) Explicar cómo se detecta la posibilidad de un cortocircuito en un condensador. (b) ¿Qué sucedería si se intentase arrancar un motor cuyo condensador presentase un cortocircuito entre placas? (c) Indicar las causas más corrientes de defectos en los condensadores.

44. (a) Explicar cómo se mide la capacidad de un condensador y en qué unidades. (b) ¿Qué efecto ejerce una disminución de capacidad sobre el arranque y la marcha en régimen de un motor con condensador permanente?

45. (a) Dibujar un esquema que indique cómo puede convertirse un motor con doble condensador permanente en un motor con condensador de arranque. (b) ¿Qué motivos pueden justificar esta conversión?

46. Describir el funcionamiento de un motor con condensador cuando: (a) uno de los polos de su arrollamiento de trabajo está en cortocircuito; (b) el interruptor centrífugo tiene los contactos sucios; (c) una de las dos derivaciones de su arrollamiento de trabajo está interrumpida.

47. Enumerar y describir las causas que pueden hacer humear un motor con condensador mientras se halla en marcha.

CAPÍTULO III

Motores de repulsión

1. Nombrar los diferentes tipos de motores de repulsión e indicar las características y aplicaciones de cada uno.

2. (a) ¿Qué características constructivas son comunes a todos los motores de repulsión? (b) Describir los diferentes tipos de colectores utilizados en motores de repulsión.

3. (a) Nombrar y describir las partes principales del motor de repulsión sólo en el arranque. (b) ¿Por qué se llama así este motor?

4. Explicar con detalle el principio de funcionamiento del motor de repulsión sólo en el arranque.

5. (a) Describir la construcción y el funcionamiento de dos tipos de mecanismo centrífugo para la puesta en cortocircuito utilizados en motores de repulsión sólo en el arranque. (b) ¿Por qué se emplean diferentes tipos de mecanismos en los distintos motores?

6. (a) ¿Cuál es la función del dispositivo de cortocircuito en los motores de repulsión sólo en el arranque? (b) ¿Cómo quedará afectado el funcionamiento del motor si el dispositivo no actúa?

7. (a) Nombrar las diferentes partes del mecanismo centrífugo que separa las escobillas y dibujar un esquema que muestre el orden de colocación de las primeras en el rotor. (b) ¿Qué función desempeña el muelle de las masas centrífugas? (c) ¿Cómo se varía la presión del muelle?

8. ¿Qué anomalías es probable que ocurran (a) cuando el



collar de cortocircuito se ensucia y no hace buen contacto con el colector, y (b) cuando las escobillas no se separan del colector?

9. (a) ¿Cuántas escobillas son necesarias para el funcionamiento del motor de repulsión sólo en el arranque? (b) ¿Qué ocurriría si una de las escobillas se rompiera y dejase de establecer contacto con el colector?

10. (a) Describir la construcción del núcleo y del arrollamiento estatóricos en un motor de repulsión sólo en el arranque. (b) ¿En qué se diferencian respectivamente de los de un motor de fase partida?

11. (a) Dibujar el esquema de conexiones del arrollamiento estatórico de un motor hexapolar de repulsión sólo en el arranque. (b) Al hacer las conexiones internas, ¿cómo puede estarse seguro de que las polaridades son correctas? (c) Por qué hay cuatro terminales exteriores en la mayoría de los motores de repulsión?

12. (a) Dibujar el esquema del arrollamiento estatórico de un motor tetrapolar con 24 bobinas. (b) Al rebobinar el estator, ¿por qué es importante que las bobinas de cada polo se hallen exactamente en las mismas ranuras donde estaban las del polo original?

13. (a) Explicar cómo se toman y anotan los datos necesarios para el rebobinado del estator de un motor de repulsión sólo en el arranque. (b) Hacer una muestra de hoja de datos. (c) Explicar detalladamente cómo se bobinaria un polo del motor que figura en la pregunta 12.

14. (a) ¿Qué precauciones deben tomarse al reemplazar el colector de un motor de repulsión? (b) ¿Qué datos deben facilitarse cuando se encarga un nuevo colector?

15. (a) Explicar la diferencia entre un arrollamiento imbricado y un arrollamiento ondulado, y dibujar un esquema elemental de cada uno. (b) ¿Qué ventaja tiene uno con respecto al otro?

16. Explicar las pruebas a las que conviene someter un estator recién rebobinado con objeto de detectar en él cualquier posible defecto.

17. (a) ¿Qué datos deben tomarse al extraer el arrollamiento rotórico de un motor de repulsión sólo en el arranque? (b) Confeccionar una hoja de datos y llenarla con valores de

muestra. (c) ¿Por qué es necesario anotar los datos de la placa de características?

18. (a) Describir paso a paso la manera de proceder para rebobinar el inducido de un motor de repulsión sólo en el arranque. (b) ¿Qué ventaja hay en ir introduciendo los terminales en el fondo de las muescas del colector a medida que se confecciona cada bobina, en vez de aguardar a que todo el inducido esté bobinado?

19. (a) Dibujar y explicar la diferencia entre arrollamientos de inducido de uno, dos y tres lados de bobina por ranura. (b) ¿En qué relación se hallan los números de delgas y de ranuras de cada uno de estos arrollamientos?

20. (a) Dibujar esquemáticamente seis bobinas de un arrollamiento imbricado a base de un lado de bobina por ranura, conectadas al colector. (b) Repetir la operación para un arrollamiento ondulado.

21. (a) Dibujar esquemáticamente seis bobinas de un arrollamiento imbricado a base de dos lados de bobina por ranura, conectadas al colector. (b) Repetir la operación para un arrollamiento ondulado.

22. (a) ¿Qué son las conexiones equipotenciales? (b) ¿Para qué sirven? (c) ¿Cómo influiría en la marcha de un motor la ausencia o supresión de las conexiones equipotenciales?

23. (a) ¿Cómo se detectan posibles cortocircuitos en inducidos provistos de conexiones equipotenciales? (b) Explicar por qué no puede utilizarse para tal detección la bobina de prueba. (c) ¿En qué puntos de estos inducidos es más probable que se produzcan cortocircuitos, y cómo se procede en cada caso para detectarlos y subsanarlos?

24. (a) Escribir la fórmula para determinar el paso en el colector para un inducido con arrollamiento ondulado. (b) Efectúense varios ejemplos de cálculo. (c) ¿Por qué los inducidos con arrollamiento ondulado carecen de conexiones equipotenciales?

25. (a) Indicar mediante un esquema por qué el sentido de giro de un motor de repulsión puede invertirse desplazando las escobillas del eje neutro. (b) ¿Cómo se determina la magnitud del desplazamiento necesario?

26. Describir la construcción de las escobillas de carbón empleadas en motores de repulsión.

27. (a) ¿Qué se entiende por eje neutro de un motor de repulsión? (b) ¿Cómo se localiza este eje neutro? (c) ¿Por qué es necesario a veces localizar el eje neutro? (d) ¿Qué es el falso eje neutro y cómo se reconoce?

28. (a) ¿Qué sucedería si se produjera una interrupción en las conexiones que unen las escobillas? (b) ¿Queda afectado el funcionamiento de un motor de repulsión sólo en el arranque si los portaescobillas tienen un contacto a masa? ¿Por qué?

29. (a) En qué se diferencia el motor de repulsión propiamente dicho del motor de repulsión sólo en el arranque? (b) ¿Cómo puede reconocerse esta diferencia por inspección visual?

30. (a) ¿Qué es un arrollamiento de compensación y cómo va conectado en el circuito del motor? Dibujar un esquema representativo. (b) ¿Por qué hay motores de repulsión provistos de arrollamiento de compensación?

31. (a) Dibujar el esquema de un motor de repulsión compensado bipolar, de uno tetrapolar y de uno hexapolar. (b) ¿Qué factores determinan la velocidad de estos motores?

32. (a) ¿Cómo puede distinguirse un motor de repulsión e inducción de los demás tipos de motores de repulsión? (b) ¿Puede hacerse tal distinción por simple inspección? ¿Por qué?

33. Explicar el funcionamiento de un motor de repulsión reversible eléctricamente.

34. Describir mediante un ejemplo la manera de rebobinar el estator de un motor de repulsión para adaptarlo a una nueva tensión de servicio.

35. (a) ¿Qué causas pueden impedir el arranque de un motor de repulsión tras cerrar el interruptor de conexión a la red? (b) Explicar cómo puede circular corriente por el rotor de este motor a pesar de no estar las escobillas conectadas a ninguna red de alimentación.

36. (a) ¿Cuántos terminales de alimentación se utilizan para un motor de repulsión? (b) ¿Y para un motor monofásico?

37. (a) Explicar por qué una posición errónea de los portaescobillas puede impedir el arranque de un motor de repulsión. (b) ¿Cómo se determina la posición correcta de los mismos? (c) ¿Qué sucede si las escobillas no se desplazan suficientemente?

38. (a) ¿Qué efecto ejercen unos cojinetes desgastados sobre el funcionamiento de un motor de repulsión? (b) ¿Cómo

se detecta el desgaste de los cojinetes? (c) Explicar cómo se sacan estos cojinetes y cómo se reemplazan por los nuevos.

39. (a) ¿Qué efecto ejerce la suciedad del colector sobre el funcionamiento de un motor de repulsión sólo en el arranque? (b) ¿Y sobre el de los demás tipos de motores de repulsión?

40. (a) Describir el funcionamiento de un motor de repulsión sólo en el arranque cuyo dispositivo centrífugo tiene el muelle defectuoso. (b) ¿Cómo se determina la tensión correcta de este muelle?

41. De todos los motores monofásicos estudiados hasta ahora, ¿cuál es el que posee un par de arranque más elevado? ¿Y cuál el que lo posee más reducido? Razonar las respuestas.

42. (a) ¿Qué anomalías pueden ocurrir en un motor de repulsión cuando no arranca correctamente al cerrar el interruptor de conexión a la red? (b) ¿Y cuando salta un fusible al cerrar dicho interruptor?

43. (a) Enumerar diversas causas de chispas en el colector de un motor de repulsión sólo en el arranque. (b) ¿Qué método se sigue para dilucidar la causa precisa de tales chispas?

44. (a) Dibujar el esquema del arrollamiento estatístico de un motor octopolar de repulsión e inducción para dos tensiones de servicio. Indicar las conexiones a efectuar para adaptarlo a cada una de estas tensiones. (b) ¿Cómo se identifican los cuatro terminales que salen del motor, con objeto de hacer las conexiones externas correctamente?

45. Enumerar las etapas a seguir para poner en condiciones de servicio un motor de repulsión sólo en el arranque que sin razón aparente hubiese dejado de funcionar.

CAPÍTULO IV

Motores polifásicos de inducción

1. (a) ¿Qué es un motor polifásico? (b) Describir la constitución general de un motor polifásico, enumerando y dibujando esquemáticamente sus partes principales.
2. (a) Indicar algunas de las características y aplicaciones del motor trifásico. (b) ¿Qué ventajas presenta el motor trifásico sobre el de fase partida?
3. (a) Describir brevemente el funcionamiento del motor trifásico. (b) ¿Cuántos arrollamientos estatóricos posee este motor? (c) Demostrar con un sencillo esquema cómo están conectados estos arrollamientos.
4. (a) Mencionar las ocho operaciones que comprende el rebobinado de un motor trifásico. (b) ¿Cómo se reconoce que el motor debe ser rebobinado?
5. (a) ¿Qué datos deben haberse anotado antes de proceder al rebobinado de un motor polifásico? (b) Confeccionar una hoja de datos con valores a título de ejemplo.
6. (a) Dibujar un esquema que reproduzca parte de un estator trifásico con sus ranuras y bobinas. (b) ¿Cuántos lados de bobina van alojados en cada ranura?
7. (a) Dibujar los diferentes tipos de ranuras estatóricas propios de motores trifásicos. (b) ¿Qué ventajas tiene cada uno respecto a los demás? (c) ¿Cuál de ellos prefiere el alumno? ¿Por qué?
8. (a) Describir cómo se aíslan las ranuras estatóricas de un motor trifásico. (b) ¿Qué objeto tiene el doblado de los bordes

del aislamiento empleado? (c) ¿Por qué se usa aislamiento de diferentes calidades y espesores en los distintos motores?

9. (a) ¿Qué es un devanado por grupos? (b) ¿Por qué se utiliza este devanado? (c) Dibujar el esquema de un devanado por grupos constituido por cuatro bobinas.

10. (a) ¿Qué se entiende por bobina hexagonal? (b) Dibujar una bobina de este tipo y explicar por qué se utiliza en la mayoría de los motores polifásicos de tamaño mediano.

11. (a) Explicar cómo se encinta una bobina. (b) ¿Por qué en determinados motores se encantan solamente las cabezas de las bobinas?

12. (a) ¿Cuáles son los dos tipos principales de arrollamientos trifásicos? (b) Explicar cómo se conectan entre sí dichos arrollamientos y hacer un esquema sencillo de cada tipo de conexión.

13. (a) ¿Cómo se obtiene el número de bobinas por polo? (b) Calcular el número de bobinas por polo en un estator bipolar con 24 ranuras, en un estator tetrapolar con 36 ranuras y en un estator hexapolar con 48 ranuras.

14. (a) ¿Qué se entiende por grupo de bobinas en un estator trifásico? (b) Dibujar un grupo constituido por cuatro bobinas. (c) ¿Por qué es necesario aislar entre sí los grupos de bobinas que pertenecen a distintas fases?

15. (a) ¿Cómo se calcula el número de grupos de bobinas que hay en un estator polifásico? (b) ¿Cuántos grupos de bobinas tiene un estator trifásico hexapolar, uno trifásico octopolar y uno bifásico bipolar?

16. Explicar cómo se determina el número de bobinas por grupo en un motor polifásico.

17. Calcular el número de bobinas por grupo en un estator: (a) trifásico tetrapolar con 48 bobinas; (b) trifásico hexapolar con 36 bobinas; (c) bifásico tetrapolar con 48 bobinas.

18. (a) Explicar cómo se efectúan las uniones internas entre bobinas, grupos y fases en un arrollamiento estatórico trifásico conectado en estrella/serie. (b) Suponiendo el arrollamiento de cuatro polos y alojado en 24 ranuras, calcular el número de grupos y el número de bobinas por grupo, fase y polo.

19. Dibujar el esquema lineal de un arrollamiento trifásico bipolar conectado en estrella/serie, representando sólo los grupos. Indicar el sentido de la corriente en cada fase.

20. (a) Dibujar el esquema circular de un arrollamiento tri-

fásico hexapolar conectado en estrella/serie. (b) ¿Cómo puede asegurarse por simple inspección del esquema que las conexiones están efectuadas correctamente?

21. (a) Describir la manera de conectar en triángulo las fases de un arrollamiento trifásico. (b) ¿En qué se diferencia esta conexión de la conexión en estrella?

22. Dibujar el esquema de un arrollamiento trifásico hexapolar conectado en triángulo/serie. Representar todas las bobinas y el sentido de la corriente en todos los grupos.

23. (a) Dibujar el esquema circular de un arrollamiento trifásico tetrapolar conectado en triángulo/serie. (b) Explicar cómo circula la corriente por cada fase.

24. Dibujar los esquemas simplificados de los siguientes arrollamientos trifásicos: estrella/serie bipolar, tetrapolar y hexapolar; triángulo/serie bipolar, tetrapolar y hexapolar.

25. Explicar por medio de esquemas qué se entiende por conexión de dos ramas o en doble paralelo, y en qué se diferencia de la conexión en serie.

26. (a) Dibujar los esquemas circulares de los siguientes arrollamientos trifásicos: tetrapolar, en estrella/doble paralelo; hexapolar, en triángulo/triple paralelo; octopolar, en estrella/cuádruple paralelo. (b) ¿Por qué unos arrollamientos tienen las fases formadas por una sola rama y otros las tienen formadas por dos o más ramas?

27. (a) ¿Qué procedimiento se sigue para identificar el tipo de conexión de un estator trifásico cuyos datos deben averiguarse? (b) ¿Qué hay de erróneo en limitarse a seguir el circuito a través de cada fase para identificar dicha conexión?

28. Dar varios ejemplos específicos para demostrar cómo puede identificarse una conexión estrella/paralelo y una conexión triángulo/paralelo antes de extraer un arrollamiento estatístico.

29. (a) ¿Cómo puede saberse el número de polos de un arrollamiento trifásico? (b) Indicar varias maneras de averiguarlo. (c) ¿Por qué es necesario anotar este dato y el de la pregunta 28?

30. (a) ¿Por qué se construyen motores de modo que puedan conectarse para dos tensiones distintas de servicio? (b) ¿Qué es un motor trifásico para doble tensión de servicio? (c) ¿Cómo se reconoce si un motor está previsto para una sola o para doble tensión de servicio?

31. Dibujar el esquema lineal de un arrollamiento estatístico

tetrapolar para doble tensión de servicio, conectado en estrella. Numerar los terminales e indicar las conexiones a efectuar para cada tensión de servicio.

32. ¿Cómo se identifica cada uno de los nueve terminales que normalmente salen al exterior de un motor trifásico para doble tensión de servicio, al objeto de conectarlos entre sí adecuadamente para una u otra tensión?

33. (a) Explicar la diferencia entre conexiones cortas y conexiones largas entre grupos. (b) Dibujar esquemas donde figuren ambas. (c) ¿Por qué deben preferirse unas a las otras, y con qué otros nombres se las conoce?

34. Enumerar por lo menos siete de los datos que suelen figurar en la placa de características de un motor trifásico, y definir cada uno de ellos.

35. (a) ¿Qué es un motor de arranque con arrollamiento parcial? (b) Dibujar los diagramas esquemáticos de un motor de este tipo conectado respectivamente en estrella y en triángulo.

36. Describir con detalle la manera de identificar los nueve terminales (sin designación) de un motor trifásico para doble tensión de servicio.

37. (a) ¿Qué factores determinan la velocidad de un motor trifásico de inducción? (b) Escribir la fórmula que permite calcular dicha velocidad. (c) Dar varios ejemplos de aplicación de la fórmula.

38. (a) ¿Qué se entiende por conexión para polos consecuentes? (b) Explicar el principio en que se basa esta conexión. (c) Dibujar un esquema que muestre cómo se forman los polos consecuentes.

39. (a) Dibujar el esquema lineal de un motor para dos velocidades de régimen (8 y 4 polos estatísticos) y par constante. Señalar cuántos terminales salen al exterior. (b) Indicar las conexiones externas para el régimen a la mayor velocidad y seguir los circuitos. Poner debajo de cada grupo una flecha indicadora del sentido de circulación de la corriente.

40. Repetir cuanto se indica en la pregunta 39 para un motor con potencia constante.

41. (a) ¿Qué es un arrollamiento con grupos desiguales? (b) ¿Por qué hay motores provistos de este tipo de arrollamiento? (c) Mostrar mediante un esquema cómo se determina el número de bobinas por grupo en un arrollamiento con grupos desiguales

y aplicar el cálculo a un motor trifásico octopolar con 36 bobinas estatóricas.

42. (a) ¿En qué se diferencia un motor bifásico de uno trifásico? (b) ¿Qué ventaja tiene uno sobre el otro? (c) Describir la constitución de un motor bifásico. (d) Dibujar el esquema de un motor bifásico tetrapolar con los grupos conectados en serie.

43. Explicar cómo se determina el número de grupos y el de bobinas por grupo en un motor bifásico. Aplicar el cálculo a un motor bifásico hexapolar con 36 bobinas estatóricas.

44. (a) Dibujar el esquema circular de un motor bifásico hexapolar con dos grupos conectados en serie. (b) Marcar con flechas el sentido de circulación de la corriente en cada grupo. (c) ¿Qué regla se sigue para establecer dichos sentidos?

45. (a) Enumerar y describir diferentes métodos para convertir un motor bifásico en uno trifásico. (b) ¿Por qué se convierten muchos motores bifásicos en trifásicos?

46. (a) Describir detalladamente y dibujar el modo de reconectar un motor bifásico para que se convierta en uno trifásico en estrella. (b) ¿Qué sucedería si al efectuar esta reconexión no se dejaran algunas bobinas fuera de servicio?

47. (a) Describir el modo de rebobinar un motor bifásico para que funcione satisfactoriamente con alimentación trifásica. (b) Explicar cómo se determina el nuevo calibre de hilo a emplear y el número de espiras necesario.

48. (a) ¿A qué nueva tensión debe alimentarse un motor trifásico en estrella, si se reconectan sus arrollamientos en triángulo? Se supone que la tensión original de servicio era de 230 V. (b) Explicar cómo se llega al resultado.

49. ¿Qué modificaciones deben introducirse al rebobinar un motor trifásico para una nueva tensión de servicio? Supóngase que un motor trifásico en estrella/serie para 230 V, con 36 bobinas estatóricas de 30 espiras cada una (a base de hilo del calibre número 18) debe rebobinarse para que trabaje a 466 V. Calcular todos los datos del nuevo arrollamiento.

50. (a) Explicar con detalle cómo se varía la velocidad de régimen de un motor trifásico reconectando grupos y fases. Enumerar paso a paso la forma de proceder. (b) Explicar por qué con este método no siempre puede lograrse el objetivo propuesto.

51. (a) Explicar cómo puede modificarse la velocidad de ré-

gimen de un motor trifásico rebobinándolo otra vez. (b) ¿Cómo se calcula el nuevo calibre de hilo a emplear y el número de espiras?

52. (a) Mostrar por medio de esquemas la manera de invertir el sentido de giro en motores bifásicos y trifásicos. (b) ¿Cómo se realiza esta inversión en motores bifásicos trifilares?

53. (a) Explicar y dibujar la manera de detectar posibles contactos a masa en un arrollamiento estatórico trifásico. (b) ¿Dónde es más probable que ocurran tales defectos? Indicar algunas de las causas que provocan contactos a masa.

54. (a) Enumerar los puntos de un arrollamiento estatórico trifásico donde suelen producirse interrupciones. (b) Indicar algunas causas susceptibles de provocar estas interrupciones.

55. (a) ¿Cómo se localiza una interrupción en un arrollamiento trifásico? (b) ¿Cómo se procede cuando la interrupción se halla situada en el interior de una bobina?

56. (a) ¿Por qué un motor trifásico es incapaz de arrancar si tiene una fase interrumpida? (b) ¿Qué sucede si una fase se interrumpe mientras el motor está en marcha?

57. (a) Explicar cómo se localizan cortocircuitos en un arrollamiento trifásico. (b) ¿Cómo se reconoce la presencia de un cortocircuito entre espiras? (c) ¿Cómo se repara un motor trifásico en el cual se ha localizado un cortocircuito en una sola de sus bobinas estatóricas? ¿O en un grupo completo de bobinas? ¿O en toda una fase?

58. (a) ¿Cuáles pueden ser las anomalías causantes de que un motor trifásico no arranque al cerrar el correspondiente interruptor de alimentación? (b) Explicar cada una de ellas.

59. (a) ¿Qué efecto produce el desgaste de los cojinetes sobre el funcionamiento de un motor trifásico? (b) Explicar cómo se comprueba si los cojinetes están desgastados.

60. (a) ¿En qué condiciones un motor trifásico funciona como monofásico? (b) ¿Cómo se reconoce que el funcionamiento es monofásico? (c) ¿Qué perjuicios puede causar al motor un servicio prolongado en régimen monofásico?

61. (a) Enumerar y explicar las anomalías que pueden determinar el calentamiento excesivo de un motor trifásico. (b) ¿Qué efecto ejerce este calor sobre sus arrollamientos?

CAPÍTULO V

Arranque y maniobra de motores de corriente alterna

1. (a) ¿Cuál es la función de un arrancador o un combinador? (b) ¿Por qué este aparellaje es necesario en la mayoría de las instalaciones? (c) Nombrar los principales tipos de aparellaje de arranque y maniobra utilizados para motores de corriente alterna.

2. (a) Explicar qué se entiende por arrancador a plena tensión. (b) Citar diversas aplicaciones de este tipo de arrancador. (c) ¿Qué características deben tener los motores para que pueda utilizarse con ellos un arrancador a plena tensión?

3. (a) ¿Por qué muchos motores necesitan un arrancador a tensión reducida? (b) Citar varias aplicaciones específicas en las cuales se requiera este tipo de arrancador.

4. (a) Dibujar el esquema de un contactor de pulsadores y explicar su funcionamiento. (b) ¿Para qué tamaño aproximado de motores son apropiados estos contactores de arranque, y por qué?

5. (a) Explicar el funcionamiento del relé térmico de sobrecarga: (1) de aleación fusible, (2) de bilamina. (b) ¿Qué se entiende por «libre disparo»?

6. ¿Cuántos relés de sobrecarga son necesarios en los contactores magnéticos de conexión directa? Explicar y razonar la respuesta.

7. (a) Explicar la constitución de la bobina de retención que llevan los contactores magnéticos de conexión directa. (b) ¿Para qué sirve la espira «de sombra»?

8. (a) ¿Cuáles son las ventajas de un contactor magnético sobre un simple interruptor de conexión manual? (b) Explicar por qué estas ventajas son importantes.

9. (a) Describir la constitución de una estación simple de dos pulsadores ARRANQUE/PARO. (b) Explicar el funcionamiento de una estación de este tipo con cuatro contactos.

10. (a) Explicar cómo se conecta una estación de dos pulsadores ARRANQUE/PARO a un contactor magnético. (b) Dibujar el esquema de esta conexión. (c) ¿Cuántas conexiones deben ir entre la estación y el contactor?

11. (a) Dibujar el esquema de conexiones de un motor trifásico maniobrado por un contactor magnético a través de una estación de dos pulsadores ARRANQUE/PARO. (b) Explicar el funcionamiento y seguir los circuitos.

12. Dibujar el esquema de un contactor trifásico de conexión directa provisto de transformador reductor para la alimentación del circuito de gobierno.

13. Explicar qué sucede si al oprimir el pulsador de arranque no se cierra el contacto auxiliar de la bobina de retención del contactor.

14. (a) Dibujar el esquema de un contactor magnético trifásico gobernado desde dos estaciones de pulsadores ARRANQUE/PARO. (b) ¿Cómo deben conectarse entre sí los contactos auxiliares? (c) ¿Cómo los pulsadores de PARO? (d) ¿Cómo los pulsadores de ARRANQUE?

15. (a) ¿Para qué sirve el tercer pulsador de MARCHA INTERMITENTE? (b) Indicar diversas aplicaciones de esta marcha intermitente.

16. (a) Dibujar el esquema de un contactor magnético trifásico conectado a una estación con pulsador adicional de MARCHA INTERMITENTE. (b) Explicar el funcionamiento del contactor cuando se oprime dicho pulsador.

17. Explicar y dibujar el esquema de un relé auxiliar para conseguir la marcha intermitente.

18. (a) ¿Cuál es el objeto de una lámpara o luz piloto en una estación de dos pulsadores ARRANQUE/PARO? (b) Mostrar cómo debe conectarse al circuito.

19. (a) ¿Qué es un contactor/inversor magnético? (b) Citar varias aplicaciones en las que se utilice este aparato de maniobra.

20. (a) Explicar la construcción y el funcionamiento de un

contactor/inversor. (b) Dibujar el esquema de este aparato, denominar todas sus partes y describir la función de cada una.

21. (a) Dibujar el esquema de un contactor/inversor magnético trifásico gobernado desde una estación de tres pulsadores DIRECTO/INVERSO/PARO y explicar los circuitos que se forman al oprimir cada uno de ellos. (b) ¿Qué es probable que ocurra si se oprime el pulsador INVERSO mientras los contactos de marcha directa están cerrados?

22. (a) ¿Qué se entiende por enclavamiento mecánico de un contactor/inversor magnético? (b) Mostrar con un ejemplo cómo opera el enclavamiento mecánico.

23. (a) Dibujar el esquema de un contactor/inversor magnético gobernado desde una estación de tres pulsadores DIRECTO/INVERSO/PARO con interconexión eléctrica de seguridad. (b) Seguir cada circuito y explicar cómo funciona esta interconexión eléctrica.

24. (a) ¿Por qué hay motores de corriente alterna que deben arrancarse con tensión reducida? (b) Nombrar diversos tipos de aparellaje de arranque a tensión reducida.

25. (a) ¿Qué es un reóstato primario? (b) Describir la construcción y el funcionamiento de un reóstato primario de tipo manual. (c) Indicar cómo se conecta este reóstato a un motor trifásico.

26. (a) Describir la construcción y el funcionamiento de un reóstato primario automático. (b) Dibujar cómo se conecta este reóstato a un motor trifásico y seguir el circuito que se forma al apretar el pulsador de ARRANQUE.

27. (a) ¿Cuál es el objeto del mecanismo de retardo utilizado en los reóstatos primarios automáticos? (b) ¿Cómo funciona? (c) ¿Cómo se varía el ajuste de tiempo de estos mecanismos?

28. (a) Dibujar el esquema de un reóstato secundario de maniobra manual y denominar todas sus partes. (b) Explicar su principio de funcionamiento.

29. (a) Dibujar el esquema de un motor trifásico con rotor de anillos colectores conectado a un reóstato secundario manual. (b) Explicar el circuito y cómo funciona. (c) Describir en qué consiste un rotor de anillos colectores y cómo funciona.

30. (a) Dibujar el esquema de un motor trifásico con rotor de anillos colectores conectado a un reóstato secundario automático. (b) Explicar cómo funciona el mecanismo de retardo.

31. (a) ¿Qué es un autotransformador? (b) ¿Qué ventaja presenta un autotransformador frente a un reóstato para reducir la tensión de arranque?

32. (a) Dibujar el esquema de un compensador trifásico y explicar el principio de funcionamiento del mismo. (b) ¿Por qué consta de tres autotransformadores?

33. (a) Dibujar el esquema de un compensador trifásico conectado a un motor trifásico. (b) Explicar la secuencia de funcionamiento. (c) ¿Qué sucedería si uno de los autotransformadores quedase interrumpido mientras el motor está en marcha?

34. (a) Describir brevemente cómo está constituido un compensador automático y explicar cuál es su ventaja sobre el de accionamiento manual. (b) ¿Qué se entiende por transición cerrada?

35. (a) Explicar en qué consiste el arranque a tensión reducida por reconexión de estrella a triángulo. (b) ¿Cuántos terminales deben salir al exterior de un motor que se desea arrancar por este método? (c) ¿Dónde van conectados estos terminales en el interior del motor?

36. (a) Dibujar el esquema de los arrollamientos de un motor trifásico y las conexiones a efectuar para arrancar en estrella/triángulo mediante un conmutador tripolar de dos posiciones. (b) Seguir y explicar los circuitos.

37. (a) Dibujar el esquema de un arrancador en estrella/triángulo de tipo automático. (b) Explicar su funcionamiento. (c) ¿Cuándo se usa este tipo de arrancador?

38. (a) ¿Qué es un arrancador de arrollamiento parcial? (b) Dibujar el esquema de un arrancador de este tipo conectado a un motor trifásico con nueve terminales exteriores y fases estatísticas en estrella. (c) Describir la secuencia de funcionamiento.

39. (a) Dibujar los esquemas de un pequeño combinador de tambor accionando respectivamente un motor trifásico, un motor con condensador y un motor de fase partida. (b) ¿En qué casos se usan estos combinadores?

40. (a) ¿Cuáles son los tipos más usados de combinadores para dos velocidades? (b) ¿Qué aplicaciones requieren el uso de tales combinadores para motores trifásicos? (c) ¿Qué características constructivas del motor le permiten funcionar a diferentes velocidades?

41. (a) Dibujar el esquema de un motor trifásico con dos arrollamientos estatóricos independientes, conectado a un combinador para dos velocidades. (b) Explicar detalladamente la secuencia de funcionamiento.

42. (a) Dibujar el esquema de un motor trifásico con un solo arrollamiento de polos consecuentes, conectado a un combinador para dos velocidades. (b) ¿Funciona este motor con mayor rendimiento que el de la pregunta 41 a? ¿Por qué?

43. (a) ¿Qué es el frenado por inversión de un motor trifásico? (b) ¿Cómo se efectúa? (c) ¿Por qué es necesario en determinadas aplicaciones?

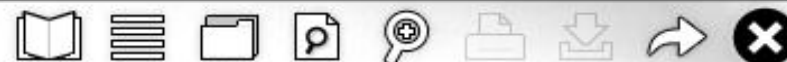
44. (a) Dibujar el esquema de un combinador provisto de relé de frenado. (b) Explicar el funcionamiento del relé y de todo el circuito.

45. ¿Dónde puede radicar el defecto de un contactor de conexión directa si el motor no arranca a pesar de estar cerrados los contactos del primero?

46. (a) ¿Cuáles pueden ser las causas de anomalía si los contactos principales de un contactor magnético no se cierran cuando se aprieta el pulsador de ARRANQUE? (b) Explicar cómo puede subsanarse cada una de estas causas.

47. ¿Qué motivos pueden hacer saltar un fusible o funcionar los relés de sobrecarga al oprimir el pulsador de ARRANQUE?

48. (a) Enumerar otros defectos, además de los ya indicados, que pueden ocurrir en aparatos automáticos de arranque y maniobra. (b) ¿Cómo se remedian estos defectos?



CAPÍTULO VI

Rebobinado de inducidos de corriente continua

1. (a) Dibujar esquemáticamente un inducido típico de corriente continua y denominar todas sus partes constitutivas. (b) ¿Cómo van montados sobre el eje el colector y las chapas del núcleo?

2. (a) Enumerar las diversas operaciones que comprende el bobinado de un inducido. (b) ¿Cuáles de estas operaciones son las más importantes?

3. (a) Por medio de un simple esquema indicar cómo se conectan a las delgas del colector los terminales de las bobinas. (b) ¿Cuántas delgas son necesarias en el colector de un inducido provisto de nueve bobinas? ¿Por qué?

4. (a) ¿Por qué es necesario aislar un inducido antes de bobinarlo? (b) ¿Dónde se coloca el aislamiento? (c) Explicar cómo debe cortarse el aislamiento para que el inducido quede correctamente aislado.

5. (a) ¿Qué es el paso de bobina? (b) ¿Qué es un arrollamiento de bucles?

6. (a) Describir con detalle los pasos a efectuar para rebobinar un inducido pequeño con siete ranuras, una vez extraído el arrollamiento primitivo. Dibujar varias bobinas alojadas en sus respectivas ranuras.

7. (a) ¿Qué es el desplazamiento de los terminales de bobina? (b) Indicar cómo se determina la posición de los terminales en el colector. (c) ¿Por qué es necesario que los terminales de las bobinas vayan conectados a las delgas correctas del colector?



(d) ¿Qué efecto tendría un conexionado incorrecto sobre el funcionamiento del motor?

8. (a) Explicar por qué se cierran las ranuras con cuñas una vez concluido el bobinado. (b) Dibujar el modo como se realiza esta operación. (c) ¿Qué ocurriría si no se colocasen cuñas en las ranuras?

9. (a) ¿Qué es un arrollamiento con dos bobinas por ranura? Hacer un esquema del mismo. (b) ¿Cuántas ranuras habrá en un inducido de este tipo si el colector tiene 18 delgas? ¿Y si tiene 30 delgas? (c) ¿Cuántas delgas habrá en el colector si el inducido tiene once ranuras?

10. (a) Dibujar el esquema de un inducido de nueve ranuras provisto de un arrollamiento con dos bobinas por ranura, y explicar la manera de ejecutarlo. (b) ¿Cuántos bucles tendrá este arrollamiento?

11. (a) ¿Cómo se llaman los dos tipos principales de arrollamientos para inducido? (b) ¿En qué se diferencian?

12. (a) Definir el arrollamiento imbricado sencillo y dibujar un esquema del mismo. (b) Explicar el esquema.

13. (a) Explicar en qué se diferencian los arrollamientos imbricados dobles y triples de los sencillos. (b) Dibujar los esquemas de estos arrollamientos. (c) ¿Cuál de ellos es el más usado para inducidos pequeños? ¿Por qué?

14. (a) ¿Qué sistemas se siguen para identificar bucles contiguos en arrollamientos con dos bobinas por ranura? (b) ¿Qué razón hay para marcar los terminales?

15. Dibujar esquemáticamente varias bobinas de un arrollamiento imbricado sencillo sin bucles y explicar cómo se conectan al colector los terminales de las bobinas.

16. (a) Dibujar esquemáticamente varias bobinas de un arrollamiento imbricado sencillo con dos bobinas por ranura y explicar cómo se identifican los terminales con objeto de situarlos correctamente en sus respectivas delgas. (b) Hacer lo mismo con un arrollamiento de tres bobinas por ranura.

17. (a) ¿Cuál es la diferencia entre un arrollamiento imbricado y uno ondulado? Dibujar un esquema de cada tipo. ¿Por qué hay inducidos provistos de arrollamiento imbricado y otros que lo tienen ondulado? (b) ¿Cómo queda afectado el funcionamiento de un motor si el arrollamiento ondulado de su inducido se reconecta al colector como imbricado?

18. Dibujar el esquema circular de un arrollamiento ondulado a base de una bobina por ranura y un paso de bobina de 1 a 7, ejecutado sobre un inducido de 23 ranuras. Seguir el arrollamiento hasta la mitad del número de bobinas.

19. (a) ¿Cuál es la diferencia entre un arrollamiento con bobinas moldeadas y uno de ejecución manual? (b) ¿Por qué se usan estos dos tipos de arrollamiento? (c) ¿Puede bobinarse a mano cualquier inducido? Dar una explicación.

20. (a) ¿Qué se entiende por paso en el colector? (b) Escribir la fórmula necesaria para determinar el paso en el colector en un inducido provisto de arrollamiento ondulado. (c) Calcular el paso en un inducido tetrapolar con un colector de 59 delgas.

21. (a) Explicar la diferencia entre un arrollamiento progresivo y uno retrógrado. (b) ¿Qué efecto tiene cada uno sobre el funcionamiento del motor?

22. (a) Explicar qué son las conexiones equipotenciales y por qué no todos los motores las llevan. (b) ¿Cómo se calcula el paso de conexión de las mismas?

23. (a) ¿Qué aparatos se emplean para medir el diámetro de los conductores? (b) ¿Cómo se anota éste? (c) ¿Cuáles son los distintos tipos de aislamiento usados para conductores eléctricos?

24. (a) ¿Qué datos deben anotarse antes de rebobinar un inducido? (b) Confeccionar una hoja típica de datos.

25. (a) Describir cómo puede registrarse la posición de los terminales de las bobinas en el colector marcando éste y las ranuras del inducido. (b) Dibujar esquemas de esta operación para un arrollamiento de bucles, uno imbricado y uno ondulado.

26. (a) ¿Qué precauciones deben observarse al extraer el arrollamiento y el colector de un inducido? (b) ¿Por qué debe conservarse por lo menos una bobina intacta al extraer de un inducido un arrollamiento de bobinas moldeadas?

27. (a) Explicar cómo se sueldan los terminales de las bobinas a sus respectivas delgas. (b) ¿Qué precauciones es preciso tomar para evitar que el estaño corra hacia la parte trasera del colector?

28. (a) ¿Qué objeto tienen los bandajes o zunchados a base de cuerda, alambre y cinta de vidrio en los inducidos? (b) Describir cómo se efectúan estos zunchados.

29. (a) ¿Qué es un colector con cortocircuitos? (b) Dibujar

y explicar cómo se detectan posibles cortocircuitos en un colector. (c) En qué punto del proceso de bobinado debe comprobarse si el colector tiene cortocircuitos?

30. (a) Indicar algunas de las causas que pueden determinar contactos a masa en un arrollamiento. (b). ¿Dónde suelen éstos ocurrir? (c) Dibujar la manera de verificar si un arrollamiento tiene contactos a masa.

31. (a) ¿Qué es una bobina de prueba? (b) ¿Cómo se localiza por medio de ella una bobina con contactos a masa? (c) Explicar la construcción y el funcionamiento de una bobina de prueba.

32. (a) ¿Qué es un ensayo delga por delga con milivoltímetro? (b) Dibujar cómo está conectado el arrollamiento a la fuente de alimentación para llevar a cabo este ensayo (c) ¿Cuánta corriente se dejará circular por el arrollamiento sometido a ensayo?

33. Explicar con esquemas separados la manera como se deja fuera de circuito una bobina con contactos a masa en un inducido provisto de arrollamiento de bucles, imbricado y ondulado respectivamente. (b) ¿Por qué es necesario dejar fuera de circuito las bobinas con contactos a masa? (c) ¿Es siempre posible proceder así? (d) Si no lo es, ¿qué debe hacerse?

34. (a) Explicar por qué es preciso equilibrar mecánicamente los inducidos. (b) ¿Cómo se lleva a cabo esta operación?

35. (a) ¿Qué objeto tienen la impregnación y el secado de un arrollamiento? (b) ¿En qué momento y cómo se efectúan estas operaciones?

36. (a) Dibujar el esquema del ensayo de un inducido con bobina de prueba y hoja de sierra, para detectar posibles cortocircuitos en el arrollamiento de un inducido. (b) ¿Por qué no puede aplicarse este ensayo cuando el arrollamiento está provisto de conexiones equipotenciales?

37. (a) Explicar mediante un esquema cómo se localiza una bobina con cortocircuitos entre espiras por medio de un milivoltímetro. (b) Describir la manera de localizar cortocircuitos en un inducido utilizando una bobina de prueba con un milivoltímetro incorporado. (c) ¿Qué precauciones deben tomarse al realizar estas pruebas?

38. (a) ¿En qué circunstancias es aconsejable dejar fuera de servicio bobinas con cortocircuitos? (b) ¿Cuándo no es aconse-

jable tal cosa? (c) ¿Por qué no es siempre posible cortar las bobinas con cortocircuitos?

39. (a) ¿Cómo se advierte por el funcionamiento de un motor que hay una bobina con cortocircuitos? (b) ¿Por qué no es aconsejable dejar cierto tiempo en servicio un motor que se halla en estas condiciones?

40. (a) Al detectar un cortocircuito en un inducido, ¿cómo puede saberse si está situado en una bobina o bien en el colector? (b) ¿Cómo puede averiguarse si hay más de un cortocircuito?

41. (a) Explicar mediante un esquema cómo se localiza una interrupción en un inducido con auxilio del milivoltímetro. (b) ¿Qué precauciones deben tomarse con el instrumento al efectuar esta prueba?

42. (a) ¿Cómo se localiza una interrupción en un inducido con auxilio de la bobina de prueba? (b) ¿En qué difiere este ensayo del de la pregunta 41?

43. (a) Mostrar con un esquema la manera de dejar fuera de servicio una bobina interrumpida en un arrollamiento imbricado y en uno ondulado. (b) Explicar cómo puede hacerse lo mismo en un arrollamiento ondulado hexapolar.

44. (a) Describir el ensayo delga por delga para localizar terminales & bobina invertidos en un arrollamiento de bucles. (b) ¿Cómo se ejecutaría este ensayo por medio de una bobina de prueba?

45. (a) Describir el modo de localizar terminales de bobina invertidos en arrollamientos imbricados y ondulados de dos bobinas por ranura. (b) ¿Cómo se corrigen estas inversiones una vez localizadas? (c) ¿Cómo influye sobre el funcionamiento del motor una bobina con los terminales invertidos?

46. Nombrar y dibujar las diferentes partes de un colector.

47. (a) Describir la construcción y la función del colector. (b) ¿De qué material están hechas las delgas? (c) ¿Por qué es preciso aislar las delgas de los anillos frontales?

48. (a) Explicar cómo se desmonta un colector para renovar su aislamiento. (b) ¿Qué datos deben tomarse mientras se desmonta? ¿Por qué?

49. (a) ¿Qué es una arandela de mica en V? (b) Explicar los métodos empleados para confeccionar estas arandelas. (c) ¿Por qué es preciso calentarlas al darles forma? (d) ¿Es posible hacer esta misma operación sin calentarlas?

50. (a) ¿Cómo se suprimen los cortocircuitos entre delgas debidos a la carbonización de la mica interpuesta? (b) ¿Qué debe hacerse cuando es preciso rascar demasiado?

51. (a) Explicar cómo puede renovarse el aislamiento entre dos delgas en cortocircuito sin desmontar todo el colector. (b) ¿Cómo puede subsanarse rápidamente este defecto si no es posible reaislar las delgas en cuestión?

52. ¿Cómo se renueva el aislamiento entre delgas de un colector conectado a un arrollamiento en buen estado?

53. (a) ¿Qué se entiende por delgas salientes? ¿Y por delgas hundidas? (b) ¿Cuál es la causa de estos defectos y cómo se corrigen?

54. (a) ¿Cómo se alisan los colectores con piedra de amolar? (b) ¿Qué precauciones deben tomarse para usarla? (c) ¿Por qué no puede emplearse papel de lija en su lugar?

55. (a) ¿Qué se entiende por láminas de mica salientes? (b) ¿Cuál es la causa de esta anomalía y cómo se remedia? (c) ¿Qué efecto ejercen las láminas salientes sobre el funcionamiento del motor?

56. (a) ¿Cómo se rebajan las láminas salientes? (b) ¿Por qué es preciso rebajar las láminas de mica en ciertos colectores?



CAPÍTULO VII

Motores de corriente continua

1. (a) Mencionar los órganos principales de un motor de corriente continua. (b) Describir la construcción de cada órgano e indicar su función. (c) Dibujar un inducido y nombrar las diversas partes del mismo.

2. (a) Dibujar esquemáticamente un cojinete de resbalamiento y un anillo de engrase. (b) ¿Qué objeto tiene este anillo? (c) ¿Cómo es conducido el aceite a lo largo del muñón del eje que va alojado en el cojinete?

3. (a) Describir y representar esquemáticamente un cojinete de bolas. (b) ¿Por qué hay motores con cojinetes de bolas y motores con cojinetes de resbalamiento? (c) ¿Qué ventajas tienen unos cojinetes sobre los otros?

4. (a) ¿Qué es el puente de los portaescobillas? (b) ¿Por qué este puente es móvil en algunos motores y fijo en otros? (c) ¿Por qué se aíslan los portaescobillas del escudo donde van montados?

5. (a) Describir la constitución del motor serie e indicar algunas de sus características y aplicaciones. (b) Dibujar un esquema simplificado de este motor.

6. (a) Describir la constitución del motor derivación e indicar sus características y aplicaciones. (b) Dibujar un esquema simplificado de este motor y explicar los circuitos. (c) ¿En qué se diferencia este motor del motor serie?

7. (a) Indicar las diferencias en cuanto a constitución, características y aplicaciones del motor compound respecto a los mo-



tores serie y derivación. (b) Dibujar un esquema simplificado del motor compound.

8. (a) Describir el método utilizado para devanar las bobinas inductoras de un arrollamiento serie. (b) ¿Cuál es la construcción general de dichas bobinas? (c) Dibujar esquemáticamente el molde empleado para confeccionarlas.

9. (a) Describir detalladamente cómo se devanan las bobinas inductoras de un arrollamiento compound. (b) Dibujar el esquema de una de tales bobinas. (c) ¿Qué precauciones deben tomarse al confeccionarlas?

10. (a) ¿Qué son los polos auxiliares o de conmutación? (b) ¿De qué manera se bobinan? (c) ¿Por qué se confeccionan sus bobinas a base de hilo grueso?

11. (a) ¿Cuál es la regla a tener presente para conectar las bobinas inductoras de manera que la polaridad de los polos sea correcta? (b) ¿Qué efecto tendría sobre el funcionamiento del motor una conexión incorrecta de dichas bobinas? Dibujar el esquema del estator de un motor bipolar con las bobinas inductoras conectadas correctamente.

12. (a) Explicar y dibujar tres métodos para verificar si la polaridad de las bobinas inductoras es correcta. (b) ¿Cuál de ellos es el mejor? ¿Por qué?

13. ¿Cómo se comprueba la polaridad de las bobinas inductoras cuando el inducido ya está montado en el motor?

14. (a) Dibujar tres esquemas que muestren las conexiones de un motor serie. (b) Seguir cada circuito y explicarlo. (c) ¿Qué característica de este motor hace que sea peligroso dejarlo en marcha sin carga?

15. (a) Dibujar diversos esquemas representativos de un motor derivación. (b) Explicar los circuitos y seguir las conexiones.

16. (a) Dibujar el esquema de un motor compound bipolar. (b) Señalar con flechas dispuestas sobre todas las conexiones el sentido de circulación de la corriente por los arrollamientos inductores.

17. (a) Nombrar cuatro tipos diferentes de motor compound de uso corriente. (b) ¿Cuál de ellos es el de mayor aplicación en la industria? ¿Por qué?

18. (a) ¿Qué se entiende por compound aditivo? (b) ¿Y por compound diferencial? (c) ¿Qué es derivación larga? (d) ¿Y derivación corta?

19. Dibujar los siguientes esquemas de motor compound bipolar: (a) aditivo de derivación larga; (b) diferencial de derivación larga; (c) aditivo de derivación corta; (d) diferencial de derivación corta.

20. (a) ¿Para qué sirven los polos auxiliares? (b) ¿Cuántos de ellos hay en un motor con cuatro polos principales?

21. ¿Cuáles son los dos factores que determinan la polaridad de los polos de conmutación?

22. Dibujar el estator de un motor bipolar provisto de polos auxiliares e indicar la polaridad de estos últimos suponiendo conocida la de los principales y que el motor gira en sentido antihorario.

23. Mostrar por medio de un sencillo esquema cómo van conectados en un motor los polos auxiliares.

24. Repetir el dibujo solicitado en la pregunta 22, para un motor tetrapolar.

25. (a) Describir la manera de conectar correctamente los arrollamientos de un motor compound aditivo bipolar con polos auxiliares, suponiendo conocida la polaridad de los principales y que el sentido de giro es antihorario. (b) Dibujar un esquema del mismo y marcar el sentido de circulación de la corriente en cada bobina inductora.

26. (a) ¿Cómo se invierte el sentido de giro de los motores de corriente continua? (b) ¿Cómo se invierte el de un motor serie? (c) Dibujar un esquema que muestre la manera de efectuar esta inversión en un motor serie.

27. (a) Mostrar con un esquema cómo se invierte el sentido de giro en un motor de c.c. provisto de polos auxiliares. (b) ¿Qué precauciones deben tomarse al realizar esta inversión?

28. Dibujar el esquema de un motor compound hexapolar con polos auxiliares, donde figure la polaridad de todos los polos, e indicar cómo se invierte el sentido de giro del mismo.

29. (a) Enumerar varias de las pruebas a que debe someterse un motor de c.c. antes de ponerlo en servicio definitivo. (b) ¿Cuál de ellas es la más importante? ¿Por qué?

30. (a) Explicar y dibujar cómo se ensaya un motor de c.c. para detectar posibles contactos a masa en el mismo. (b) ¿Qué se entiende por contacto a masa?

31. Explicar y representar gráficamente cómo puede invertirse el sentido de giro en un motor derivación.

32. (a) Indicar mediante un esquema dónde es más probable que se produzcan contactos a masa en un arrollamiento inductor. (b) Si se descubre un contacto a masa en el arrollamiento inductor de un motor octopolar, ¿cómo se localiza la bobina donde se halla? (c) ¿Qué sucedería al poner en marcha un motor compound si sus arrollamientos serie y derivación tuviesen contactos a masa?

33. (a) Explicar cómo se detecta la presencia de un posible circuito interrumpido en un motor serie. (b) ¿Cuáles pueden ser las causas de estas interrupciones en un motor serie?

34. (a) ¿Cómo se verifica un motor derivación en busca de arrollamientos interrumpidos? ¿Dónde suelen estar localizadas dichas interrupciones? (b) ¿Qué sucedería si el arrollamiento inductor se interrumpiera mientras el motor está en marcha? ¿O cuando el motor arranca?

35. (a) ¿Qué marcas suelen llevar los terminales de un motor compound? (b) ¿Por qué son necesarias estas marcas?

36. (a) ¿Cómo se identifican los seis terminales de un motor compound desprovistos de marcas? (b) Describir el procedimiento empleado para llevar a cabo esta identificación.

37. (a) ¿Cómo se identifican los terminales de un motor compound cuando sólo son cinco los que salen al exterior? (b) ¿Es preciso abrir el motor para llevar a cabo la comprobación? ¿Por qué?

38. (a) Enumerar las diversas etapas necesarias para dilucidar si la conexión de un motor compound es aditiva o diferencial. (b) ¿Cómo repercutirá una u otra conexión en el funcionamiento del motor?

39. (a) Describir una prueba práctica para determinar la polaridad correcta de los polos auxiliares. (b) ¿Cómo se delataría una polaridad incorrecta en el funcionamiento del motor?

40. (a) Describir un método para determinar la posición correcta de los portaescobillas en un motor con polos auxiliares y en otro motor sin ellos. (b) ¿Por qué una posición incorrecta de los mismos es causa de chispas?

41. (a) Describir otros tres métodos para calar las escobillas en el punto neutro. (b) ¿Cuál de ellos se estima preferible? ¿Por qué?

42. (a) ¿Qué presión deben ejercer las escobillas sobre las delgas del colector? (b) ¿Cómo se mide esta presión? (c) ¿Qué

efecto tiene una presión incorrecta sobre el funcionamiento del motor?

43. (a) ¿Cómo se hacen adaptar las escobillas a la curvatura del colector? (b) ¿Por qué se usan diferentes clases de escobillas para diferentes motores?

44. (a) ¿Cuáles son las causas de interrupciones en el circuito de inducido de un motor de c.c.? (b) Explicar el modo de localizarlas.

45. (a) ¿Qué significa que un motor se embala? (b) ¿Cuál es la causa de ello y cómo puede evitarse?

46. (a) ¿Cuáles son los síntomas que un cortocircuito en el inducido determina en el funcionamiento de un motor? (b) ¿Qué sucederá si se deja marchar el motor en estas condiciones?

47. (a) Si un motor que tiene una o dos bobinas con cortocircuitos debe ser puesto en servicio urgentemente, ¿qué se hará? (b) ¿Y si dos o más delgas del colector están en cortocircuito?

48. (a) ¿Cómo se delata una interrupción en una bobina del inducido estando el motor en servicio? (b) ¿Cómo puede localizarse esta bobina por inspección del colector?

49. (a) Indicar algunas de las causas que pueden motivar interrupciones en el circuito del inducido y explicar la manera de reparar esta avería. (b) ¿Cómo se sabe que la interrupción ya ha sido subsanada?

50. ¿Qué importancia tiene la placa de características de un motor?

51. ¿Qué se entiende por fuerza contraelectromotriz?

52. Explicar detalladamente por qué un motor derivación tiende a embalsarse cuando se interrumpe su arrollamiento de excitación.

53. Explicar por qué un motor serie debe funcionar siempre con carga.

54. (a) ¿Cuáles son las causas de producción de chispas en el colector? (b) Explicar por qué cada una de ellas provoca chispas en el colector e indicar el remedio apropiado en cada caso.

55. (a) ¿Por qué una conexión errónea de los terminales de bobina a las delgas causa chispas en las escobillas? (b) ¿Qué otro efecto puede ocasionar esto sobre el motor?

56. (a) ¿Cuáles son los síntomas de un funcionamiento con polaridad auxiliar incorrecta? (b) ¿Cómo puede saberse que estos síntomas son debidos precisamente a dicha causa?

57. (a) ¿Qué son delgas salientes? ¿Y delgas hundidas?
 (b) ¿A qué obedecen estas anomalías y cómo se solventan?
58. Indicar algunas de las causas que pueden determinar el funcionamiento ruidoso de un motor.
59. (a) ¿Cómo se detectan unos cojinetes defectuosos en un motor? (b) Describir el modo de extraer los cojinetes de bolas o de resbalamiento defectuosos y el de montar los nuevos.

CAPÍTULO VIII

Arranque y maniobra de motores de corriente continua

1. (a) Nombrar algunas de las funciones de los reóstatos y combinadores. (b) ¿Cuál es la diferencia entre unos y otros? (c) ¿Por qué es necesario emplear este aparellaje?
2. Explicar por qué un motor pequeño puede conectarse a la plena tensión de la red, y en cambio uno grande debe arrancarse con tensión reducida.
3. (a) Describir la construcción y el funcionamiento de un reóstato de tres bornes. (b) Dibujar el esquema de todas sus conexiones internas y nombrar todas sus partes. (c) ¿Por qué se llama de tres bornes?
4. (a) ¿Por qué el carrito de retención del reóstato de tres bornes se llama «relevador de excitación nula»? (b) ¿Cuál es la función del carrito de retención? (c) ¿Qué marcas llevan los terminales del reóstato?
5. (a) Dibujar el esquema de un motor compound conectado a un reóstato de tres bornes. (b) Explicar el circuito.
6. (a) Describir la construcción y el funcionamiento de un reóstato de arranque de cuatro bornes. (b) Dibujar un esquema de las conexiones internas de este reóstato. Nombrar todas sus partes.
7. (a) ¿Por qué se llama de cuatro bornes el reóstato de la pregunta 6? (b) ¿Cuáles son las diferencias esenciales entre un reóstato de tres bornes y otro de cuatro? (c) ¿Qué razones hay para usar uno u otro reóstato según las aplicaciones?
8. (a) ¿Cuál es la función del carrito de retención en un reós-

tato de cuatro bornes? (b) ¿Por qué este carrete se llama «relevador de tensión nula»?

9. (a) Dibujar el esquema de un reóstato de cuatro bornes conectado respectivamente a un motor derivación y a un motor compound. (b) Seguir y explicar estos circuitos.

10. (a) ¿Qué es un reóstato con regulación de la velocidad? (b) Dibujar el esquema de conexiones de un reóstato de cuatro bornes con regulación de la velocidad. (c) Describir su funcionamiento. (d) ¿Dónde se emplean los reóstatos de este tipo?

11. (a) ¿En qué consiste la combinación de un reóstato de cuatro bornes y un regulador de velocidad? (b) Dibujar un esquema con las conexiones internas de este aparato y explicar íntegramente cómo funciona. Nombrar y describir sus diferentes partes.

12. Dibujar las conexiones del aparato de la pregunta 11 a un motor compound y describir con detalle todos los circuitos formados.

13. (a) ¿Cómo se invierte el sentido de rotación en un motor de c.c.? (b) Indicar diversas aplicaciones en las que esta inversión tenga lugar periódicamente.

14. Conectar un conmutador bipolar de dos posiciones en el circuito del inducido, en el circuito inductor y en ambos circuitos de un motor derivación. Explicar los circuitos formados.

15. (a) Dibujar el esquema de un motor compound bipolar con polos auxiliares, provisto de conmutador bipolar de inversión intercalado en el circuito del inducido. (b) ¿Qué precaución debe tomarse al invertir el sentido de giro de este motor? ¿Por qué?

16. Explicar exactamente cómo se arranca, cómo se para y cómo se invierte el sentido de giro de un motor derivación con auxilio de un reóstato de tres bornes y un conmutador bipolar de dos posiciones.

17. Dibujar el esquema de un reóstato de cuatro bornes conectado: (a) a un motor derivación; (b) a un motor compound. Uno y otro estarán provistos de conmutador bipolar de dos posiciones a fines de inversión.

18. (a) Dibujar esquemáticamente el aspecto externo y la construcción interior de un pequeño inversor de tambor. (b) Señalar todos sus contactos, nombrar todas sus partes y explicar su funcionamiento. (c) ¿Para qué se utiliza?

19. (a) Dibujar el esquema de un motor serie conectado a un inversor de tambor con los contactos dispuestos para giro directo u horario. (b) Explicar el circuito. (c) Dibujar otro esquema para giro inverso o antihorario.

20. (a) ¿Qué es un relé de sobrecarga? (b) Dibujar esquemáticamente varios dispositivos capaces de proteger un motor frente a sobrecargas. (c) ¿Cómo se sabe que un motor está sobrecargado?

21. (a) Dibujar el esquema de un disyuntor magnético y explicar su construcción y funcionamiento. (b) ¿Por qué se emplea este aparato?

22. (a) Explicar mediante un esquema la construcción y el funcionamiento de un relé térmico. (b) ¿Cuál es la diferencia entre un relé térmico y un relé de sobrecarga? (c) ¿Qué ventaja presenta el relé térmico?

23. (a) Explicar qué es una estación de pulsadores y dibujar el esquema de una estación con dos pulsadores de ARRANQUE y PARO. (b) ¿Por qué se usan estaciones de pulsadores?

24. (a) Dibujar el esquema de un pequeño motor de c.c. maniobrado por un contactor magnético a través de una estación de pulsadores ARRANQUE-PARO. (b) Seguir y explicar íntegramente la conexión.

25. (a) Dibujar el mismo esquema solicitado en la pregunta 24, pero con dos estaciones de pulsadores ARRANQUE-PARO. (b) Dibujar lo mismo con tres estaciones de pulsadores. (c) ¿Cómo deben conectarse siempre los pulsadores de PARO?

26. ¿Cuál puede ser la causa de que un contactor magnético no funcione al oprimir el pulsador de ARRANQUE?

27. Explicar cuál puede ser la causa de que el contactor magnético no permanezca cerrado al soltar el pulsador de ARRANQUE.

28. ¿Por qué se emplean varias estaciones de pulsadores ARRANQUE-PARO para maniobrar un solo contactor magnético?

29. (a) Explicar para qué sirve el pulsador de marcha INTERMITENTE. (b) Indicar todos los contactos de una estación de tres pulsadores ARRANQUE-INTERMITENTE-PARO.

30. (a) Dibujar el esquema de una estación de tres pulsadores ARRANQUE-INTERMITENTE-PARO conectada a un contactor magnético para la maniobra de un pequeño motor. (b) Seguir y explicar los circuitos que se establecen al oprimir cada pulsador.

31. (a) ¿Qué anomalía puede haber sucedido si el contactor

magnético no funciona al apretar el pulsador de marcha INTERMITENTE? (b) Explicar.

32. (a) ¿Por qué a partir de cierto tamaño los motores necesitan que se intercale resistencia en su circuito de inducido durante el arranque? (b) ¿Qué sucedería si dichos motores se arrancaran sin la resistencia en cuestión? ¿Por qué?

33. Indicar cinco tipos diferentes de arrancadores automáticos a tensión reducida de uso general para la maniobra de motores de c.c. de tamaño mediano y grande.

34. (a) Explicar el principio del arrancador de fuerza contraelectromotriz. (b) Indicar una aplicación de este arrancador.

35. (a) Dibujar el esquema de un arrancador de fuerza contraelectromotriz con una sola etapa de resistencia, conectado a un motor compound. (b) Explicar el funcionamiento de este circuito.

36. (a) ¿Qué es un arrancador de enclavamiento? (b) ¿Por qué recibe este nombre? (c) ¿Por qué se llama también «arrancador de corriente límite»? (d) ¿Dónde se emplea este tipo de arrancador?

37. (a) Dibujar el esquema de un arrancador de enclavamiento con dos bobinas y una sola etapa de resistencia, conectado a un motor compound. (b) Explicar el funcionamiento del circuito.

38. Dibujar el esquema de un arrancador de enclavamiento con dos bobinas y dos etapas de resistencia, conectado a un motor compound. Completar el circuito con el contactor magnético y la estación de dos pulsadores ARRANQUE-PARO.

39. (a) Dibujar el esquema de un arrancador de enclavamiento con una sola bobina. (b) Explicar su principio de funcionamiento. (c) ¿Qué diferencia hay entre este arrancador y el de dos bobinas?

40. (a) Dibujar el esquema de un arrancador de enclavamiento con una sola bobina y etapa de resistencia, conectado a un motor compound. (b) Explicar su funcionamiento.

41. (a) ¿Qué es un arrancador magnético con ajuste de tiempo? (b) Explicar su principio de funcionamiento. (c) Dibujar el esquema de uno de estos arrancadores y nombrar todas sus partes.

42. Dibujar y explicar el circuito de un arrancador magnético con ajuste de tiempo, conectado a un motor compound.

43. (a) ¿Qué ventajas presenta el arrancador magnético so-

bre el de enclavamiento? (b) ¿Por qué se considera que esto son ventajas?

44. (a) Dibujar el esquema simplificado de un arrancador magnético con ajuste de tiempo y dos etapas de resistencia. (b) ¿Para qué aplicaciones se usa este arrancador?

45. (a) Mostrar mediante un dibujo en qué consiste el frenado dinámico. (b) ¿Por qué es necesario en muchas aplicaciones? (c) Indicar diversas circunstancias que lo hacen necesario.

46. Dibujar el esquema de un arrancador magnético con ajuste de tiempo, provisto de frenado dinámico.

47. (a) Enumerar y explicar todas las anomalías que pueden causar el funcionamiento incorrecto de un arrancador magnético con ajuste de tiempo. (b) ¿Cómo se ajusta en él el tiempo de retardo?

48. Explicar la diferencia entre un arrancador magnético y otro mecánico, ambos del tipo con ajuste de tiempo.

49. (a) Dibujar el esquema de un arrancador mecánico con ajuste de tiempo a base de pistón amortiguador. (b) Explicar su funcionamiento y el del pistón amortiguador.

50. (a) ¿Qué averías pueden ocurrir al arrancador de la pregunta 49? (b) Explicar cada una de ellas y la manera de subsanarlas.

51. Dibujar el esquema típico de un arrancador corriente de tambor y describir el circuito que se forma cuando la manivela se halla situada en la primera posición de aceleración. Se supone el arrancador conectado a un motor compound.

52. Dibujar el esquema lineal de un arrancador a tensión reducida, con tiempo límite de aceleración. Explicar su funcionamiento.

53. Dibujar el esquema lineal de un arrancador con ajuste de la velocidad por medio de un relé de aceleración que actúa en el arrollamiento inductor. Explicar el funcionamiento de este relé.



CAPÍTULO IX

Motores universales, motores de polos con espira auxiliar y motores para ventilador

1. ¿Qué es un motor universal? Indicar algunas de sus características y aplicaciones.

2. (a) Nombrar y describir las partes principales del motor universal. (b) Dibujar simples esquemas de estas partes. (c) ¿Cómo se desmonta un motor universal a efectos de reparación?

3. (a) Explicar el funcionamiento del motor universal. (b) ¿Qué características constructivas hacen posible que trabaje tanto con corriente alterna como con corriente continua?

4. (a) ¿Qué procedimiento debe seguirse para rebobinar el arrollamiento inductor de un motor universal? (b) ¿Cómo se determina el calibre de hilo a utilizar? (c) A efectos de rebobinado, ¿se cuenta el número de espiras por polo o bien se pesan las bobinas? ¿Por qué?

5. (a) Explicar por medio de un dibujo cómo se prepara una horma para confeccionar las bobinas inductoras. (b) ¿Cómo se toman las medidas correctas para la fabricación de la horma? (c) ¿Qué sucedería si la horma fuese demasiado estrecha? ¿Y si fuese demasiado grande?

6. (a) Dibujar un esquema que muestre cómo se conectan las bobinas inductoras y cómo se verifica si su polaridad es correcta. (b) ¿Por qué no funcionaría un motor universal bipolar si sus dos arrollamientos inductores tuvieran la misma polaridad?

7. (a) Mostrar mediante un esquema cómo están conectados el inducido y las bobinas inductoras en un motor universal bi-

polar. (b) ¿Es ésta la única manera de efectuar la conexión? Explicar.

8. (a) Indicar con auxilio de un esquema cómo se invierte el sentido de giro de un motor universal. (b) ¿Es siempre necesario desmontar el motor para realizar esta inversión? Explicar de qué otras maneras puede hacerse.

9. (a) ¿Por qué al invertir el sentido de giro de ciertos tipos de motores universales se observa gran producción de chispas en las escobillas? (b) ¿Cómo pueden suprimirse estas chispas?

10. Nombrar y explicar algunas características importantes comunes a todos los motores universales.

11. (a) ¿Qué datos deben anotarse antes de rebobinar el inducido de un motor universal? (b) Confeccionar una hoja de datos y llenarla a título de ejemplo. (c) ¿Qué consecuencias puede acarrear la anotación de datos erróneos?

12. (a) Describir detalladamente cómo se determina el paso de las conexiones al colector en un inducido pequeño. (b) ¿Qué sucedería si el inducido se rebobinara con un paso erróneo de las conexiones al colector? ¿Por qué?

13. (a) Describir cómo se determina el paso de las conexiones al colector por medio de una bobina de prueba. (b) ¿Qué otras funciones puede desempeñar una bobina de prueba?

14. (a) ¿Qué debe hacerse previamente en un inducido para dejarlo en condiciones de ser rebobinado? (b) Describir someramente la manera de rebobinar el inducido de un motor universal.

15. (a) ¿Qué diferencias constructivas se encuentran a veces en los arrollamientos de inducido de los motores universales? (b) Mostrar algunas de estas diferencias por medio de esquemas. (c) ¿Cómo afectan tales diferencias el funcionamiento de motor?

16. (a) ¿Qué precauciones deben tomarse con respecto a la posición de los terminales en el colector? (b) ¿Qué sucedería si los terminales se situasen una o varias delgas más allá de la posición correcta?

17. (a) Explicar qué es un motor universal compensado. (b) Describir el motor universal compensado de un solo inductor.

18. (a) Describir el motor universal compensado de dos inductores. (b) ¿Qué función desempeña el arrollamiento compensador en este motor?

19. (a) ¿Qué precauciones deben tomarse al extraer los



arrollamientos estatóricos de un motor universal compensado?
(b) Enumerar todos los datos que es preciso anotar.

20. (a) Describir someramente cómo se rebobina el estator de un motor universal compensado. (b) ¿Por qué el arrollamiento compensador está dispuesto a 90° eléctricos del arrollamiento principal?

21. (a) Enumerar y explicar los métodos que se conozcan para variar y gobernar la velocidad de un motor universal. (b) Citar aplicaciones que requieran este gobierno de la velocidad.

22. Dibujar y explicar un esquema que muestre la disposición de las bobinas estatóricas en un motor universal compensado tetrapolar con dos inductores y 24 ranuras.

23. Indicar mediante un esquema cómo puede gobernarse la velocidad de un motor universal con auxilio de una resistencia variable en serie.

24. (a) ¿Cuántas velocidades diferentes pueden conseguirse dotando el arrollamiento inductor de tomas o derivaciones? (b) Explicar el principio de funcionamiento de este sistema de gobierno de la velocidad.

25. (a) ¿Cómo puede gobernarse la velocidad de un motor universal por medio de un mecanismo centrífugo? (b) Dibujar un esquema y explicar el circuito.

26. (a) ¿Qué anomalías pueden provocar una producción excesiva de chispas en las escobillas de un motor universal? (b) Explicarlas e indicar cómo se subsana cada una.

27. ¿Cuáles son los defectos que pueden ser causa de que un motor universal en funcionamiento: (a) se caliente en exceso; (b) desprendida humo; (c) desarrolle un par débil?

28. Cuando un motor universal gira más lentamente de lo que debe, es indicio casi seguro de que tiene un defecto. Explicar la manera de diagnosticarlo y de repararlo.

29. (a) Definir de manera sencilla el motor de polos con espira auxiliar. (b) Indicar algunas de sus características y aplicaciones.

30. Nombrar y dibujar las partes principales de un motor del tipo de polos con espira auxiliar, y explicar cuál es la función de cada una.

31. (a) Explicar el principio de funcionamiento de un motor de polos con espira auxiliar. (b) ¿Cuál es el objeto de la

espira auxiliar? (c) ¿Qué sucederá si en funcionamiento se interrumpe la espira auxiliar?

32. (a) Dibujar el esquema de conexiones de un motor de seis polos con espira auxiliar. (b) ¿Cómo se comprueba si sus polaridades son correctas? (c) ¿Por qué no es preciso aislar las espiras auxiliares de masa?

33. (a) ¿Qué precauciones deben tomarse al rebobinar las bobinas estatóricas de motores de polos con espira auxiliar? (b) Algunos motores de este tipo llevan un puente de hierro entre las piezas polares. ¿Para qué sirve?

34. (a) Indicar mediante un esquema cómo se invierte el sentido de giro en un motor de polos con espira auxiliar. (b) ¿Cómo puede reconocerse el sentido de giro por simple examen visual del estator?

35. (a) Dibujar el esquema de un motor de polos con espira auxiliar, reversible exteriormente por conexión adecuada de sus terminales. (b) Explicar el funcionamiento de este motor.

36. (a) Dibujar el esquema de un motor de polos con espira auxiliar, reversible, provisto de dos arrollamientos principales y uno auxiliar. (b) ¿Cuántos terminales salen al exterior de este motor?

37. (a) ¿Cuáles pueden ser las causas que impiden el arranque de un motor de polos con espira auxiliar? (b) ¿Por qué es tan importante que los cojinetes de un motor de este tipo se hallen en perfectas condiciones?

38. (a) Explicar la manera de detectar posibles contactos a masa, cortocircuitos e interrupciones en un motor de polos con espira auxiliar. (b) Describir la forma de localizar y subsanar todos estos defectos.

39. Indicar los posibles defectos que pueden determinar en un motor de polos con espira auxiliar: (a) un funcionamiento con excesiva temperatura; (b) un par de arranque demasiado exiguo.

40. (a) Dibujar el esquema de conexiones de un motor de fase partida para ventilador, con dos velocidades de régimen, provisto de dos arrollamientos de trabajo y de uno de arranque. (b) ¿Cuántos terminales salen al exterior de este motor? (c) ¿Cómo se sabe el modo de conectar los terminales?

41. (a) Dibujar el esquema de un motor de fase partida para ventilador, con tres velocidades de régimen, provisto de un arro-

llamamiento de trabajo, uno auxiliar y otro de arranque. (b) Explicar el principio en que se basa la posibilidad de variar la velocidad en este motor.

42. (a) Dibujar el esquema de conexiones de un motor de fase partida para ventilador, con dos velocidades de régimen, provisto de un arrollamiento de trabajo y de uno de arranque. (b) Explicar cómo pueden conseguirse dos velocidades diferentes de este motor. (c) Explicar el principio de la conexión de polos consecuentes.

43. (a) ¿Cómo se varía la velocidad de un motor universal? (b) ¿Qué sucedería si se interrumpiera una bobina inductora mientras el motor está en marcha?

44. Muchos motores de fase partida para ventilador llevan en la base un autotransformador para el gobierno de la velocidad. Explicar mediante un esquema cómo está conectado al motor este autotransformador.

45. Muchos ventiladores están accionados por motores con condensador y disponen de un autotransformador (como el de la pregunta 44) para el gobierno de la velocidad. Indicar cómo pueden conseguirse tres velocidades diferentes con esta conexión.

46. (a) Dibujar un esquema que muestre las distintas conexiones de un motor de ventilador destinado a refrigerar aparatos calefactores, para obtener sus diferentes velocidades. (b) Explicar el principio de su funcionamiento.

47. Explicar mediante un esquema cómo puede variarse la velocidad de un motor de polos con espira auxiliar.

48. (a) ¿Qué es un arrollamiento de fondo de cesta? (b) Dibujar este tipo de arrollamiento.



CAPÍTULO X

Generadores de corriente continua. Motores y generadores síncronos. Sincronizadores. Gobierno de motores mediante tubos electrónicos

1. (a) ¿Cuál es la diferencia entre un motor y un generador eléctricos? (b) Puesto que su aspecto es análogo, ¿cómo pueden identificarse?

2. (a) ¿Cómo se expresa la potencia de los generadores de corriente continua? (b) Indicar todos los datos que suelen figurar en la placa de características de un generador.

3. (a) Describir la constitución de una dinamo. (b) ¿En qué difiere de la de un motor de c. c.?

4. (a) Mostrar con auxilio de un esquema cómo se induce tensión en un conductor que corta líneas de fuerza magnéticas. (b) Explicar el principio de la inducción electromagnética.

5. ¿Qué factores determinan la magnitud de la tensión generada por una dinamo? ¿Por qué?

6. (a) ¿Cómo puede invertirse el signo de la tensión generada? (b) Explicar la respuesta.

7. (a) ¿Cuáles son los tres factores indispensables para la generación de una tensión eléctrica? (b) Explicar por qué cada uno de ellos es necesario.

8. (a) Indicar diferentes maneras de engendrar el campo magnético necesario para la generación de tensión. (b) ¿Cómo se invierte el sentido de este campo?

9. (a) ¿Qué es una dinamo con excitación independiente?



¿Y una dinamo con autoexcitación? (b) Dibujar un esquema de cada una.

10. (a) Explicar detalladamente el funcionamiento de una dinamo autoexcitada. (b) ¿Qué se entiende por magnetismo remanente de los polos y cómo se refuerza?

11. (a) Explicar con un esquema cómo está conectada y cómo funciona una dinamo serie. (b) ¿Qué le sucede a la tensión generada cuando la carga aumenta o disminuye?

12. (a) Dibujar el esquema de una dinamo derivación y explicar su funcionamiento. (b) ¿Cuáles son las características de esta dinamo?

13. (a) Describir el tipo más corriente de dinamo compound. (b) Dibujar el esquema de esta dinamo y explicar su funcionamiento.

14. (a) ¿Qué se entiende por dinamo hiper-compound, compound propiamente dicha e hipo-compound? (b) Describir las características y aplicaciones de cada una.

15. (a) ¿En qué difiere la regla de sucesión de polaridades de los polos auxiliares según que se aplique a dinamos o a motores de c. c.? (b) Dibujar esquemas simples relativos a cada caso.

16. Dibujar el esquema de una dinamo compound tetrapolar provista de polos de conmutación y explicar todas las conexiones del mismo.

17. En una dinamo provista de polos auxiliares, ¿qué efecto ejerce sobre su funcionamiento una inversión de la polaridad de los mismos?

18. ¿Qué efecto ejerce la inversión del sentido de giro sobre el funcionamiento de una dinamo?

19. A veces es necesario convertir un motor compound en una dinamo compound. Mostrar mediante un esquema el modo de realizar esta conversión.

20. (a) ¿Qué dispositivo se emplea para variar la tensión generada por una dinamo? (b) ¿Cómo se conecta en el circuito? Explicar la manera de operar con él.

21. (a) ¿Qué es un amperímetro? ¿Y un voltímetro? (b) Indicar por medio de un esquema cómo se conectan uno y otro al circuito de una dinamo. (c) ¿Qué se entiende por shunt?

22. ¿Qué se entiende por acoplamiento en paralelo de dinamos y por qué se realiza?



23. Indicar las tres condiciones necesarias para poder acoplar dos dinamos en paralelo. ¿Por qué?

24. (a) ¿Qué es una unión compensadora? (b) ¿Cuál es el motivo de utilizarlas para el acoplamiento en paralelo de dinamos? (c) Explicarlo con un esquema.

25. (a) Dibujar el esquema de dos dinamos compound acopladas en paralelo. (b) Explicar todas las conexiones.

26. (a) Si una dinamo no genera tensión, ¿qué defectos cabe suponer que padece? (b) ¿Cómo pueden solventarse tales defectos?

27. ¿Por qué una conexión incorrecta de los polos inductores puede impedir que una dinamo se excite?

28. (a) ¿Cuáles pueden ser las causas de que la tensión generada por una dinamo caiga bruscamente al conectarle una carga? (b) Razonar la respuesta.

29. (a) ¿Qué defectos pueden motivar que la tensión generada no llegue a alcanzar el valor máximo previsto? (b) ¿Cómo se localiza el defecto?

30. (a) ¿Cómo se determina la posición neutra de las escobillas en una dinamo compound con polos auxiliares? (b) ¿Cómo se reconoce que la posición hallada es la correcta?

31. (a) ¿Qué defectos pueden originar la producción de chispas en el colector de una dinamo durante su funcionamiento? (b) Indicar la manera de solventar estos defectos.

32. ¿Qué se entiende por motor síncrono?

33. ¿Cuáles son las características y aplicaciones del motor síncrono?

34. (a) Describir la constitución de un motor síncrono y dibujar un esquema del mismo. (b) ¿Qué métodos se emplean para excitarlo?

35. (a) ¿Qué es un arrollamiento de amortiguación? (b) ¿Para qué sirve? (c) ¿En qué tipo de motor se emplea?

36. (a) Explicar cómo se arranca un motor síncrono. (b) Explicar cómo los polos magnéticos del rotor entran en sincronismo con el campo giratorio del estator.

37. Explicar qué clase de arrollamientos llevan el estator y el rotor de un motor síncrono.

38. Dibujar el esquema completo de conexiones de un motor síncrono con el rotor excitado exteriormente.

39. (a) Describir la constitución de un motor síncrono con



el rotor excitado exteriormente. (b) Explicar su funcionamiento. (c) ¿Qué sucede si se sobreexcita o subexcita el arrollamiento rotórico?

40. (a) Dibujar un esquema que muestre las conexiones internas de un motor síncrono sin escobillas. (b) Explicar su funcionamiento.

41. (a) ¿Qué tipos de motores se usan para relojes eléctricos? (b) Describir dos de estos tipos y explicar su funcionamiento.

42. ¿Cuáles son las averías más corrientes en los motores para relojes y cómo se remedian?

43. (a) ¿En qué se diferencia un alternador de un motor síncrono? (b) ¿Cómo se entra en servicio un alternador?

44. Dibujar el esquema completo de un alternador y explicar su funcionamiento.

45. ¿Qué efecto producen las variaciones de la corriente de excitación en la tensión generada por un alternador?

46. Nombrar y explicar las condiciones que deben ser satisfechas para acoplar alternadores en paralelo.

47. Explicar por medio de esquemas en qué consisten los métodos «todo apagado» y «uno apagado y dos encendidos» empleados para sincronizar dos alternadores.

48. ¿Qué sucedería si se cerrase el interruptor de acoplamiento sin que las lámparas del método «todo apagado» estuviesen completamente apagadas?

49. (a) Explicar qué es un sincronizador o «síncro». (b) ¿Cuáles son sus características y para qué se usa?

50. (a) ¿En qué se asemeja un sincronizador a un alternador? (b) ¿En qué se diferencian? (c) Describir la construcción de un sincronizador y dibujar un esquema sencillo que muestre sus arrollamientos.

51. Dibujar el esquema de un alternador sin escobillas rotóricas y explicar su funcionamiento.

52. (a) ¿Cómo funciona un sincronizador? (b) Dibujar el esquema de dos síncretos actuando respectivamente de transmisor y receptor. (c) Seguir los circuitos y describir detalladamente la función de cada síncreo.

53. ¿Qué efectos tendría la inversión de dos hilos de fase sobre el funcionamiento de los dos sincronizadores?

54. Los tubos electrónicos utilizados en circuitos de gobierno



tienen ánodos y cátodos. ¿Qué significan estos términos y qué funciones desempeñan estos elementos en los tubos?

55. (a) Describir el diodo y explicar su funcionamiento. (b) Dibujar un esquema de este tubo electrónico.

56. (a) ¿Qué se entiende por cátodo de caldeo indirecto? (b) Dibujar el esquema de un tubo con cátodo de este tipo.

57. (a) Dibujar el esquema de un diodo conectado a una batería de acumuladores e indicar el sentido del flujo electrónico. (b) Explicar el esquema y demostrar sobre él qué ocurriría si el polo negativo de la batería estuviese conectado al ánodo.

58. (a) ¿Cuál es la función principal de un diodo? (b) Explicar mediante un esquema cómo tiene lugar la rectificación cuando el ánodo es alternativamente positivo y negativo. (c) ¿Cómo se llama esta clase de rectificación?

59. (a) Explicar la diferencia entre la rectificación de media onda y la de onda completa. (b) ¿Cuál de ellas es preferible?

60. (a) Dibujar el esquema de un rectificador de onda completa a base de dos diodos, y explicar íntegramente los circuitos formados. (b) Dibujar la curva de corriente obtenida a la salida de este rectificador y explicar en qué difiere de la que proporciona un rectificador de media onda.

61. (a) Mostrar con un esquema cómo es posible alimentar un motor pequeño de c. c. desde una red de corriente alterna por medio de un rectificador de onda completa. (b) Explicar el circuito.

62. (a) ¿Qué es la rejilla de un tubo electrónico? (b) Explicar su función en el triodo y dibujar su símbolo en el mismo.

63. Explicar mediante esquemas de qué manera la rejilla de un triodo gobierna el flujo electrónico hacia el ánodo.

64. Explicar el significado de los siguientes términos: ionización, carga espacial, ánodo de arranque, polarización, tiratrón, gobierno por desfase.

65. (a) Indicar mediante un esquema cómo se gobierna un motor de c. c. pequeño con auxilio de tiratrones alimentados con corriente alterna. (b) Explicar el circuito.

66. Explicar la constitución y el funcionamiento de la célula fotoeléctrica.

67. (a) Dibujar el esquema del circuito constituido por una célula fotoeléctrica que acciona un relé. (b) Explicar detalladamente el funcionamiento completo de este circuito.



CAPÍTULO XI

Gobierno electrónico de motores mediante semiconductores

1. ¿Cómo se clasifican todos los materiales desde el punto de vista de su conductibilidad eléctrica?
2. (a) ¿Cuáles son los elementos que intervienen principalmente en la fabricación de semiconductores? (b) ¿Qué ventajas tiene uno sobre el otro?
3. (a) Describir un átomo. (b) ¿Qué cargas llevan las partículas de un átomo?
4. Mostrar por medio de un esquema la disposición de los electrones en capas alrededor del núcleo.
5. ¿Qué es un electrón de valencia?
6. (a) Esquematizar un átomo de silicio. (b) ¿Cuántos electrones de valencia hay en un átomo de silicio?
7. (a) ¿Por qué se añaden impurezas al silicio o al germanio puros? (b) ¿Qué se entiende por «dopado»?
8. (a) ¿Qué es un enlace covalente? (b) Definir los semiconductores de tipo N y los de tipo P.
9. ¿Qué se entiende por «hueco» en la estructura cristalina de un semiconductor?
10. (a) Describir un diodo PN por medio de un esquema. (b) Nombrar todas sus partes y definir el término «barrera».
11. (a) ¿Qué es la polarización inversa? (b) ¿Y la polarización directa?
12. Dibujar el símbolo de un diodo PN y nombrar todas sus partes.

13. (a) Definir un diodo rectificador PN. (b) Indicar el sentido de circulación de la corriente cuando este diodo se conecta a una fuente de c. c.
14. Explicar el funcionamiento de un diodo PN con auxilio de su curva característica.
15. (a) Mostrar con un esquema cómo se convierte la corriente alterna en continua pulsatoria mediante un diodo rectificador PN. (b) Definir la rectificación de media onda.
16. (a) ¿Qué se entiende por filtrado de la corriente pulsatoria? (b) Dibujar un esquema en el que se utilice un condensador a efectos de filtrado.
17. (a) ¿En qué difiere la rectificación de onda completa de la de media onda? (b) Dibujar el esquema de un rectificador de onda completa a base de transformador con toma central y de puente de 4 diodos. (c) ¿Cómo se filtra la corriente pulsatoria que sale de estos circuitos?
18. (a) ¿Qué es un diodo Zener? (b) Indicar los símbolos que se emplean para representarlo y su curva característica.
19. Dibujar un circuito en el cual se emplee un diodo Zener como estabilizador de tensión.
20. Describir con detalle la estructura y el funcionamiento del transistor.
21. Dibujar los esquemas de un transistor NPN y de otro PNP, y designar sus terminales.
22. (a) ¿Cuál es la función de cada elemento en un transistor? (b) ¿Por qué recibe polarización directa el circuito emisor-base? (c) ¿Por qué recibe polarización inversa el circuito base-colector?
23. ¿Cuáles son las analogías entre los elementos de un transistor y los de un triodo de vacío?
24. Dibujar y describir el tipo de montaje con emisor común.
25. (a) Describir la estructura y el funcionamiento del transistor uniunión. (b) Indicar el símbolo que lo representa y nombrar todas sus zonas.
26. Dibujar el esquema del circuito llamado oscilador de relajación y explicar el papel que desempeña en el mismo el transistor uniunión.
27. (a) ¿Qué es un tiristor? (b) Indicar el símbolo del tiristor y nombrar sus terminales. (c) Describir su estructura y su función.

28. (a) Describir las características del tiristor por medio de su curva típica. (b) Definir los términos siguientes: corriente de mantenimiento, estado de bloqueo, tensión disruptiva directa, tensión de descarga inversa.

29. Explicar el funcionamiento del tiristor suponiéndolo formado por dos transistores PNP y NPN. Dibujar un esquema.

30. Indicar seis puntos importantes para el funcionamiento de un tiristor.

31. ¿Qué se entiende por señal de gobierno o de disparo?

32. (a) Explicar el significado de «gobierno de fase». (b) Dibujar un esquema representativo del gobierno de fase sobre semi-ondas.

33. Explicar mediante esquemas el gobierno de fase sobre ondas completas.

34. (a) ¿Qué es el cebado por resistencia? (b) Mostrar cómo se aplica este tipo de cebado con una resistencia fija y con una variable.

35. Dibujar el esquema de un circuito de cebado a base de resistencia variable y condensador.

36. (a) ¿Qué se entiende por constante de tiempo RC? (b) ¿Cómo se determina la constante de tiempo? Indicar un ejemplo de cálculo.

37. Dibujar los esquemas de circuitos de gobierno sobre medias ondas y ondas completas a base de tiristores cebados por transistor unión. Explicar el funcionamiento de dichos circuitos.

38. Explicar por medio de un esquema cómo puede sustituirse una resistencia variable por un transistor a efectos de cargar un condensador.

39. (a) Definir las señales de referencia y de retroalimentación. (b) Dibujar un circuito donde intervengan tensiones de referencia y de retroalimentación.

40. (a) ¿Qué es la fuerza contraelectromotriz desarrollada por un motor? (b) ¿De qué forma puede utilizarse la fuerza contraelectromotriz como señal de retroalimentación?

41. (a) Dibujar el esquema elemental de un circuito de regulación de la velocidad de un motor universal sobre medias ondas. Explicar el funcionamiento del mismo. (b) ¿Cuáles son los inconvenientes principales de este circuito?

42. ¿Cómo puede mejorarse la regulación en el circuito de

la pregunta 41, de modo que se obtenga un funcionamiento estable a bajas velocidades? Dibujar el esquema correspondiente.

43. Representar un circuito de regulación de la velocidad de un motor universal sobre medias ondas en el cual se utilice un diodo Zener para suministrar una tensión constante de carga.

44. Dibujar un circuito de regulación de la velocidad de un motor universal sobre medias ondas, donde no sean necesarias conexiones separadas para el arrollamiento inductor y para el inducido. Explicar el funcionamiento de este circuito e indicar en virtud de qué supone una mejora con respecto al de la pregunta 41.

45. (a) ¿Qué es un interruptor unilateral de silicio? (b) Mostrar cómo se emplea en un circuito de regulación sobre medias ondas.

46. (a) Dibujar un circuito de regulación de la velocidad de un motor serie sobre ondas completas rectificadas, con conexiones separadas para el arrollamiento inductor y el inducido. (b) ¿Por qué motivo supone este circuito una mejora respecto al de medias ondas?

47. (a) ¿Qué son un «diac» y un «triac»? (b) Dibujar un circuito donde se utilicen estos elementos y explicar el funcionamiento del mismo.

48. (a) ¿Qué se entiende por «gobierno sincronizado» sobre ondas rectificadas? (b) Explicar cómo se logra la sincronización por medio de un transistor unión.

49. (a) Dibujar un esquema elemental para el gobierno sobre medias ondas de la velocidad de un motor derivación. (b) Explicar cómo el arrollamiento inductor queda alimentado permanentemente con una corriente unidireccional.

50. ¿Cómo se protegen los tiristores de polarizaciones inversas excesivas?

51. (a) Explicar qué es un diodo de libre circulación. (b) ¿Cuál es la función de este diodo?

52. Dibujar un esquema para la regulación sobre ondas completas de la velocidad de un motor derivación. Nombrar cada componente y especificar su función.

53. Repetir el esquema solicitado en la pregunta 52 para conseguir la regulación sobre medias ondas. Explicar la función de cada componente.

54. (a) Describir el funcionamiento del circuito representado

en la figura 11.74 *a* y explicar la función de todos los diodos.
(b) ¿En qué consiste y para qué sirve el pararrayos P?

55. Explicar el funcionamiento de los circuitos representados en las figuras 11.75 *a* y 11.76 *a*.

56. (a) ¿Qué es un transformador de impulsos? (b) Indicar un circuito en el que figure este dispositivo.

57. (a) ¿Qué se entiende por señal de error? (b) Explicar el funcionamiento del circuito de la figura 11.60 *a*.

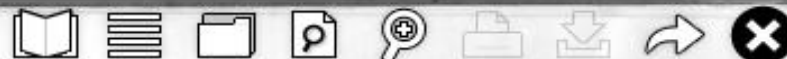
58. Dibujar el esquema de un circuito en el cual la sincronización de la carga del condensador se realice por medio de un transistor NPN. Explicar cómo tiene lugar dicha sincronización.

59. (a) ¿Cómo puede reemplazarse el interruptor centrífugo de que están provistos los motores de fase partida o los de condensador por un interruptor semiconductor bidireccional? (b) Explicar cómo funciona este interruptor.

60. (a) Nombrar diferentes tipos de accionamientos trifásicos con velocidad variable de salida. (b) Describir someramente cada uno.

61. Dibujar el esquema de un circuito elemental para alimentar e impulsar un embrague electromagnético, y describir el funcionamiento del mismo.

62. Responder a la pregunta 61 en caso de un grupo motor/generador y de un accionamiento estático trifásico.



TRATADO DE ELECTRICIDAD

por Dr. Ing. Chester L. Dawes

7.^a edición. Dos volúmenes de 21 × 15 cm.

I. Corriente continua. 806 páginas, con 598 figuras.

II. Corriente alterna. 736 páginas, con 511 figuras.

Esta obra es, a la vez, un texto para el estudio y un manual de consulta para el profesional. Junto a una exposición general de la teoría, se desarrolla, desde un punto de vista práctico, cuanto concierne a la producción y transporte de la energía eléctrica, a su utilización en las diversas clases de motores, y a la transformación y rectificación de la corriente. Para mejor presentar todos los aspectos de esta técnica en sus múltiples aplicaciones, contiene además 900 temas relacionados principalmente con la interpretación de las teorías y de los procedimientos, y una serie prácticamente exhaustiva de 1250 problemas de toda índole, con orientaciones para su solución.

Extracto del índice:

Tomo I. — 1. Resistencia. — 2. Ley de Ohm. — 3. Baterías. — 4. Baterías primarias y secundarias. — 5. Medidas eléctricas. — 6. Magnetismo. — 7. Electromagnetismo. — 8. El circuito magnético. — 9. Autoinducción e inducción mutua. — 10. Electroestática. — 11. Generadores. — 12. Características de las dinamos. — 13. El motor. — 14. Pérdidas. Rendimiento. — 15. Transporte y distribución de la energía.

Tomo II. — 1. Intensidad y tensión de la corriente alterna. — 2. Circuitos de corriente alterna. — 3. Cantidades complejas. — 4. Instrumentos de medición para corriente alterna. — 5. Sistemas polifásicos. — 6. El alternador. — 7. Regulación y funcionamiento de los alternadores. — 8. Transformadores. — 9. Motores de inducción. — 10. Motores monofásicos. — 11. Motores sincrónicos. — 12. Convertidores sincrónicos o conmutadores. — 13. Transporte de energía por corriente alterna. — 14. Tubos electrónicos. — 15. Rectificadores.

ELECTRICIDAD BASICA

por F. Evdokimov

566 páginas, de 21 × 15 cm, con 311 figuras y numerosos problemas resueltos.

Escrita a nivel de introducción a la ingeniería eléctrica, esta obra cubre los conceptos de campos eléctricos, campos magnéticos, circuitos de corriente continua y de corriente alterna, lineales y no lineales, y métodos de cálculo.

Extracto del índice: 1. El campo eléctrico. — 2. Corriente eléctrica y su conducción. — 3. Circuitos de corriente continua. — 4. El campo electromagnético y circuitos magnéticos. — 5. Circuitos lineales de corriente alterna. — 6. El cálculo complejo en electricidad. Diagramas en círculo. — 7. Circuitos trifásicos. — 8. Intensidades no senoidales en circuitos lineales. — 9. Circuitos de alterna no lineales. — 10. Tensiones e intensidades transitorias.