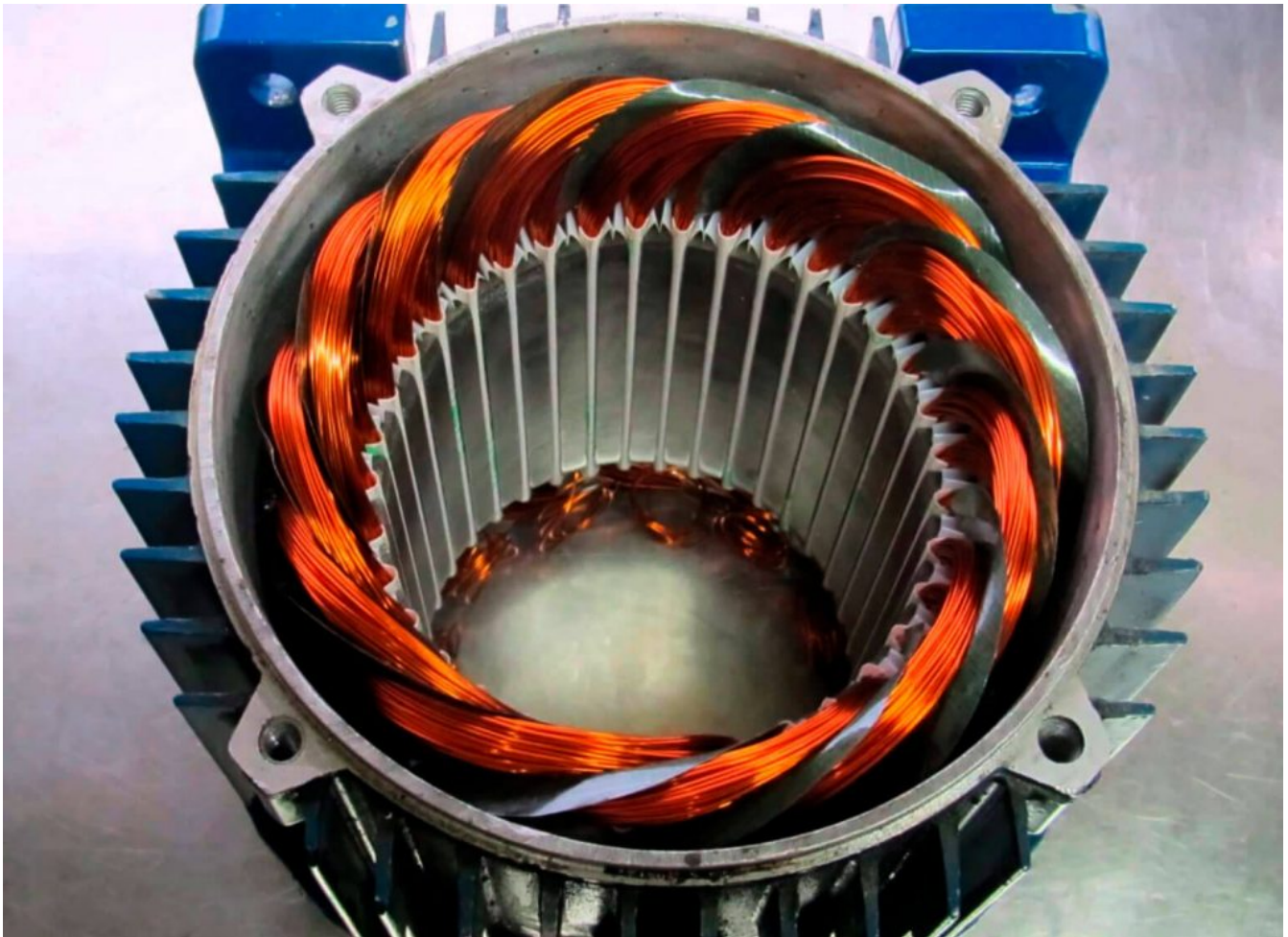


## **BOBINADO DE MOTORES**



# Índice

Motores trifásicos	96
Conexiones fundamentales	98
Rebobinado	102
Motores universales	110
Características	112
Rebobinado del estator	114
Conexiones	117
Fallas del inducido	117
Escobillas	118
Colector	119
Bobinas	121
Limpieza del colector	129
Aislamiento del núcleo	131
Hechura de las bobinas	132
Conexión a las delgas	139
Soldado	142
Zunchado	142
Verificación eléctrica	143
Balance del rotor	144
Impregnación	144



Los motores trifásicos están hechos para trabajar en corriente alterna de tres fases, cada una de 115 volts. Son motores potentes que se usan para mover máquinas herramienta, bombas, montacargas, grúas, maquinaria pesada, ventiladores, etcétera.



# MOTORES TRIFÁSICOS

Conexiones fundamentales 98  
Rebobinado 102



El motor trifásico es parecido al de condensador, sólo que no tiene ni condensador ni interruptor centrifugo. Está compuesto sólo por la carcasa, el estator y el rotor.

La carcasa contiene las tapas, la placa de bornes y las patas o apoyos del motor.

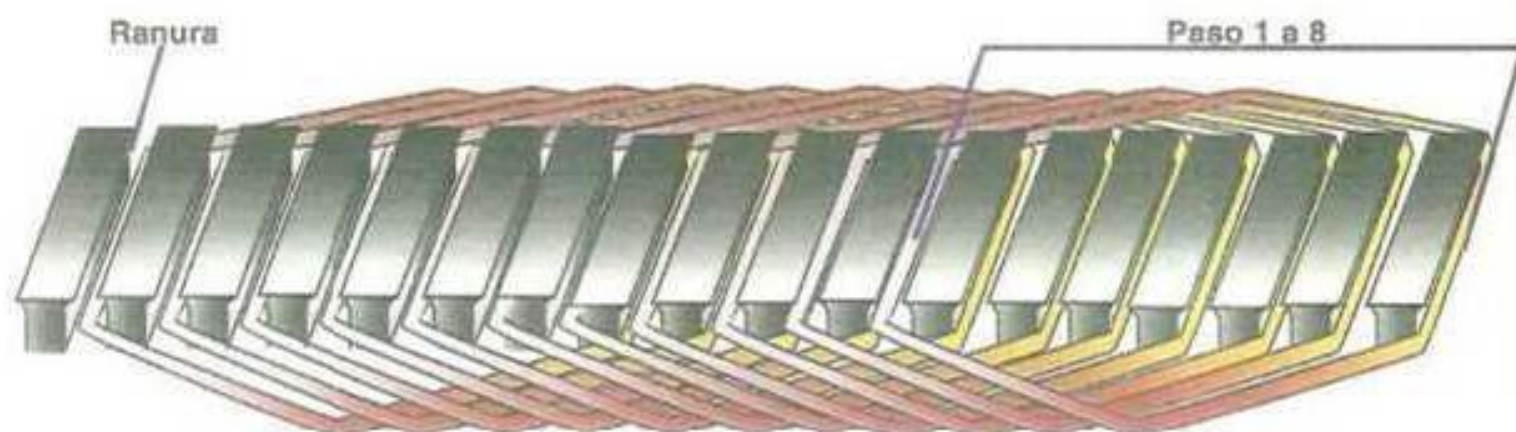
El estator tiene tantas bobinas como ranuras.

El rotor generalmente es de jaula de ardilla, aunque algunas veces va bobinado.

Antes de describir el proceso de rebobinado conviene familiarizarse un poco con las conexiones fundamentales de los motores trifásicos.

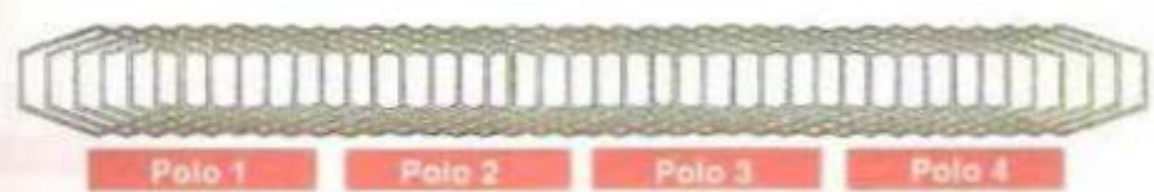
Como cada bobina tiene dos lados alojados en las ranuras, cada una de las ranuras recibe dos bobinas, en una doble capa.

En los motores trifásicos el número de bobinas del estator es igual al de las ranuras del núcleo.

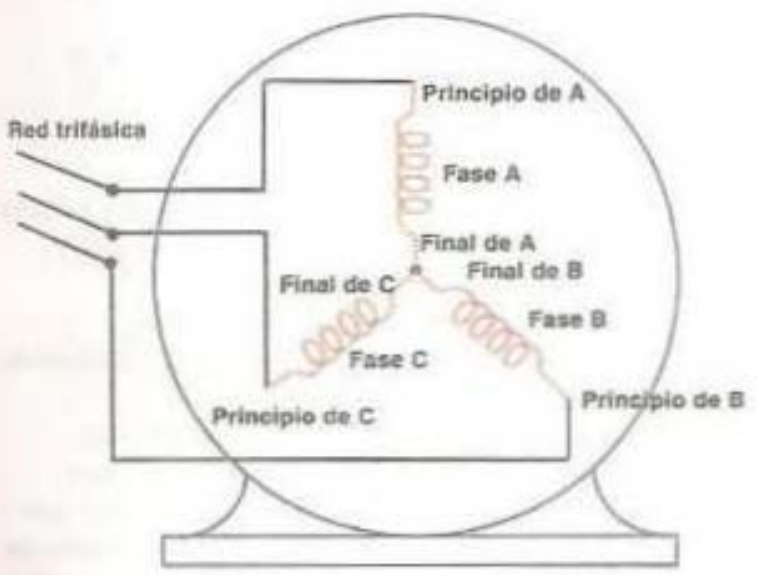




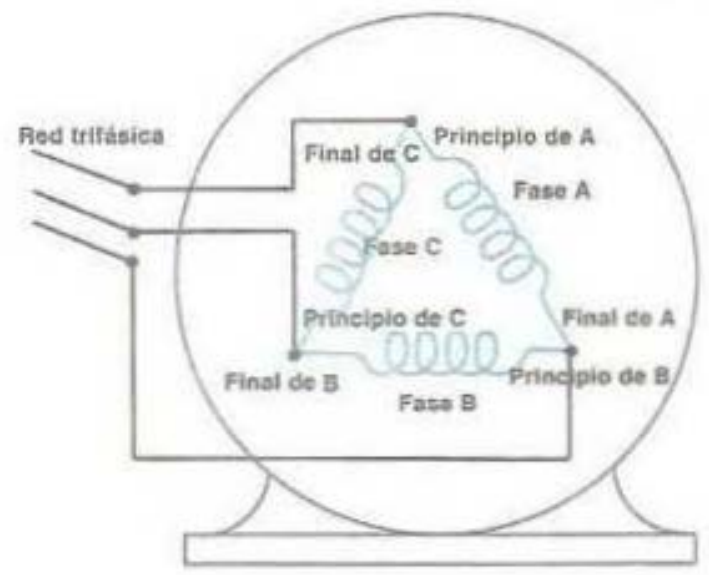
Nueve bobinas por polo



El embobinado de los motores trifásicos está compuesto por el mismo número de bobinas pertenecientes a cada una de las tres fases de la corriente, conocidas como fase A, fase B y fase C. El número de bobinas de cada fase es igual al número total de bobinas dividido entre tres.

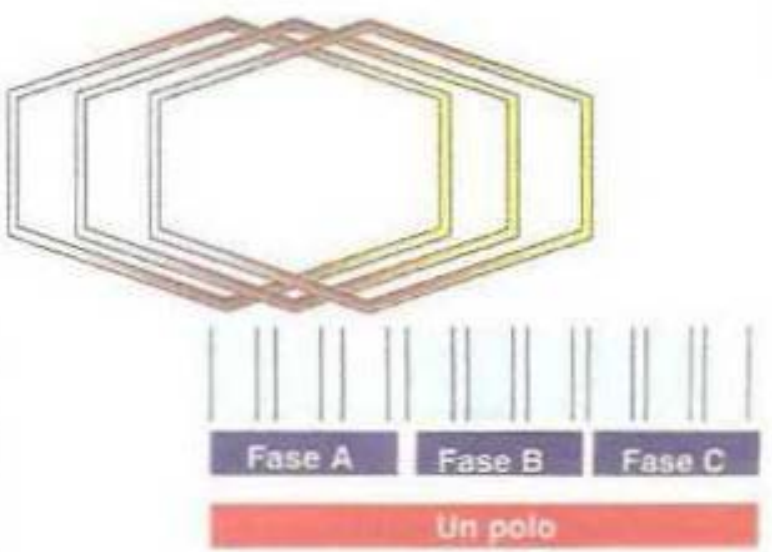


Las tres fases de un motor trifásico están siempre conectadas en estrella o en triángulo. En la conexión en estrella, el principio de cada fase va conectado a su línea de alimentación, mientras que sus puntas terminales van unidas entre sí, en un punto o centro de la estrella.

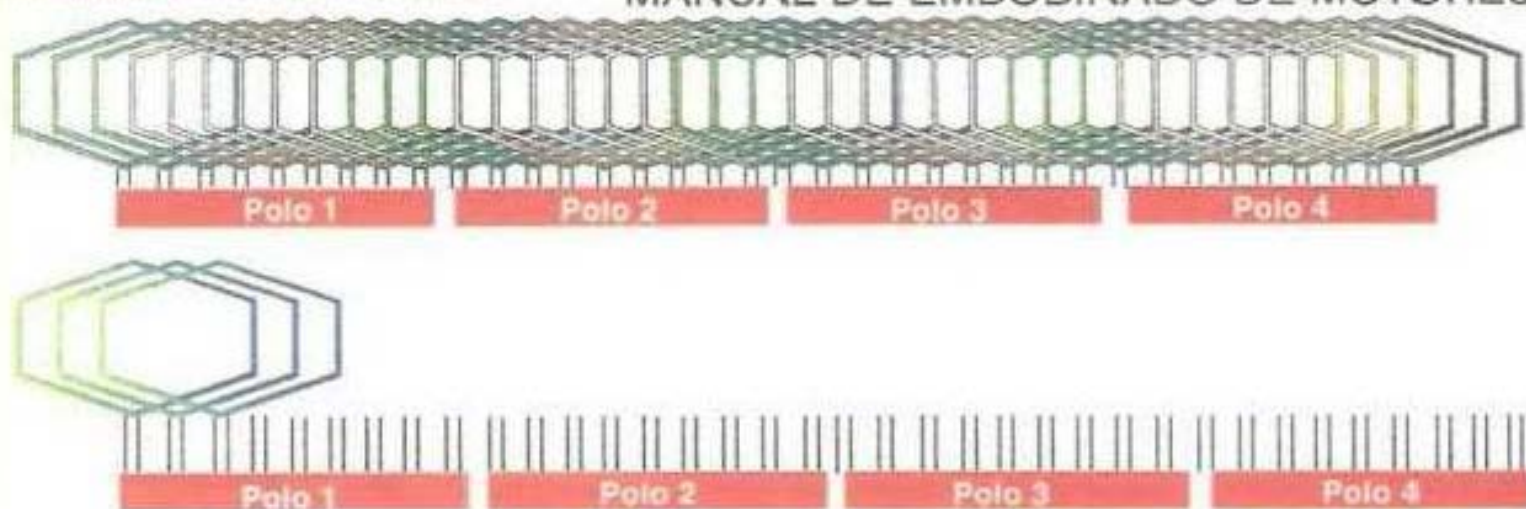


En la conexión en triángulo, el final de cada fase va unido al principio de la siguiente.

Se llama *grupo* a un determinado número de bobinas contiguas conectadas *en serie*. Los motores trifásicos llevan siempre tres grupos iguales de bobinas en cada polo: uno pertenece a la fase A, otro a la fase B y otro a la fase C.

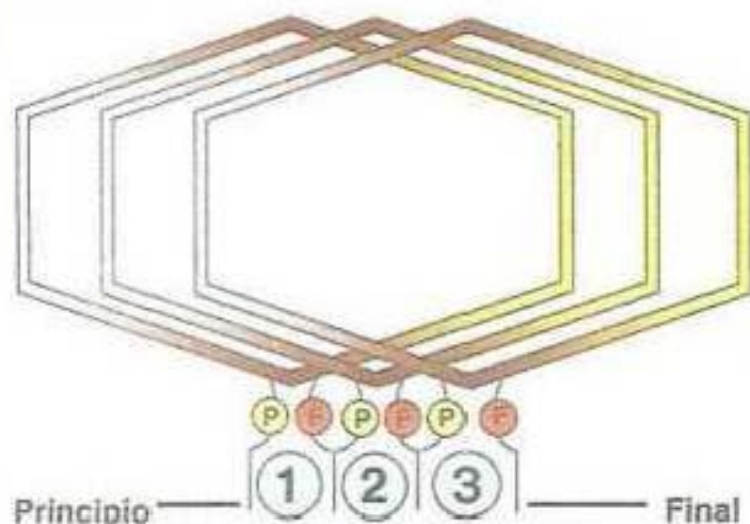






Esto significa que cada polo está formado por tres grupos de bobinas, uno por cada fase. Para conocer el número de bobinas por polo se divide el número total de bobinas entre el número de polos.

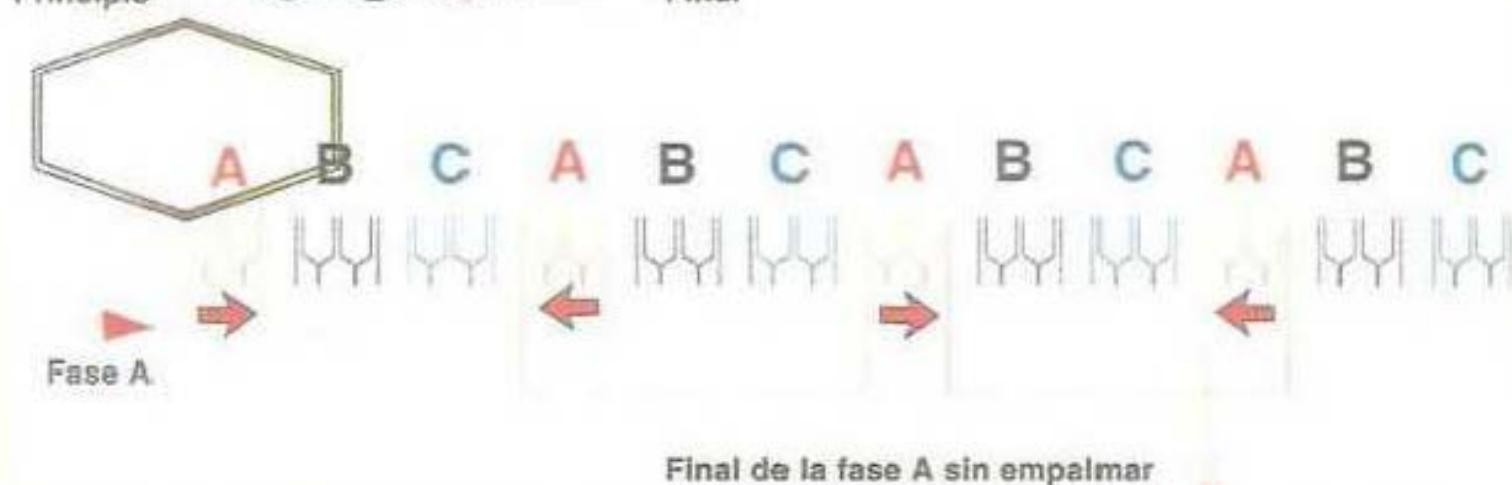
Si se quiere establecer el número de bobinas por grupo, se divide el número de bobinas por polo entre el número de fases.



Las bobinas de cada grupo siempre están conectadas en serie. Así, el final de la primera bobina va unido al principio de la segunda y el final de la segunda, al principio de la tercera.

Si el grupo está compuesto por tres bobinas, entonces el principio de la primera bobina y el final de la tercera son las terminales del grupo.

Cuando las bobinas se hacen en grupos no hay necesidad de hacer conexiones entre ellas, pero cuando cada bobina se hace por separado, hay que hacer la conexión en serie entre una y otra bobina de cada grupo.



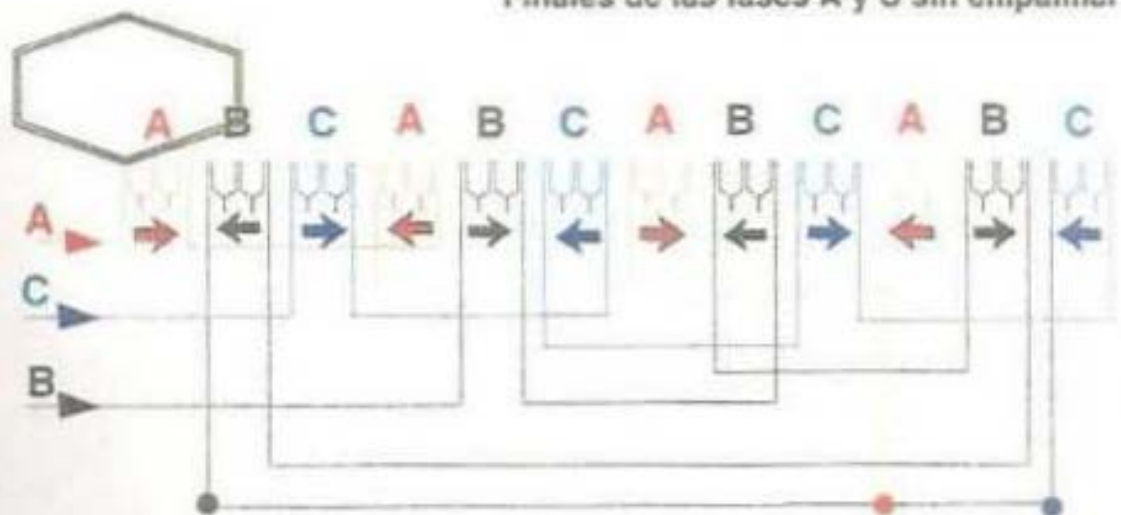
Enseguida, se conectan entre sí todos los grupos de bobinas que pertenecen a cada fase, cambiando la polaridad de un grupo al siguiente. Así, en los grupos que componen la fase A, la terminal final del primer grupo se une a la terminal final del segundo grupo, mientras que la terminal inicial del segundo grupo se une a la terminal inicial del tercero, en tanto que la terminal final del tercero se une a la terminal final del cuarto grupo.

# MOTORES TRIFÁSICOS

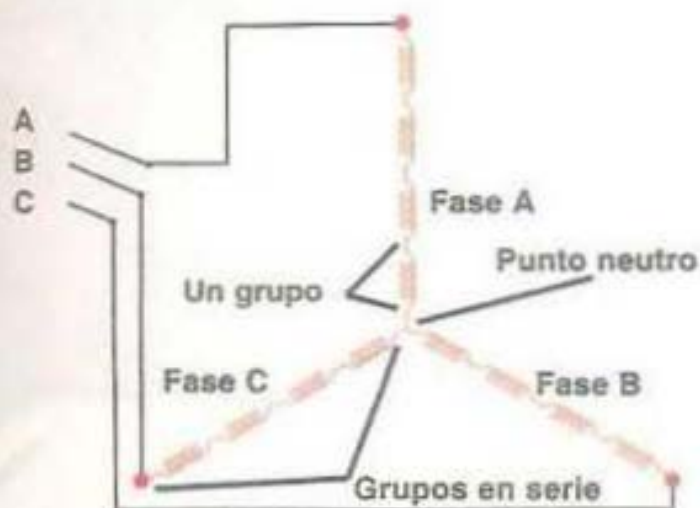
## CONEXIONES FUNDAMENTALES



Después, se conectan los grupos de bobinas de la fase C, en la misma forma que se hizo para los de la fase A, saltándose intencionalmente el grupo B.

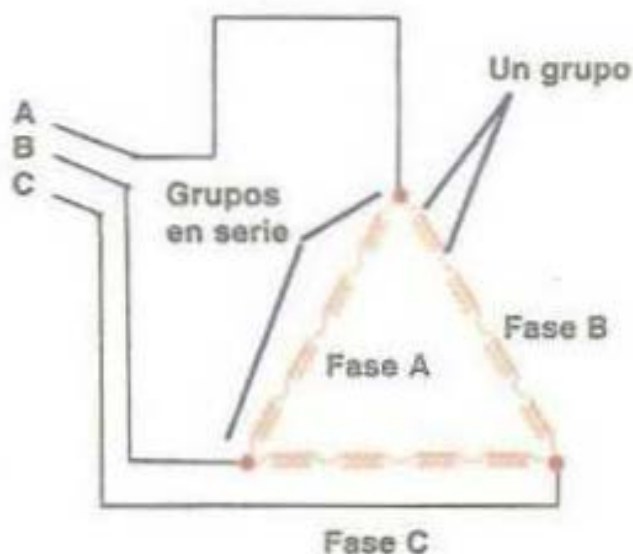


La conexión a la fase B se inicia por el segundo grupo, no por el primero con el que se termina. De ese modo todas las conexiones se hacen idénticas y la corriente de esa fase corre en dirección opuesta a las otras dos.



Luego, los inicios de las fases A, B y C se unen, cada una, a un cable flexible y se llevan a la placa de bornes.

Si la conexión es en estrella, entonces los finales de los grupos de cada fase se unen entre sí y la unión se aísla. De ese modo la corriente entra en un momento dado por una de las fases y sale por las otras dos, para un instante después entrar por las otras dos y salir por la tercera, según un ciclo rotativo.



Si la conexión es en triángulo no existe ningún centro y el final de la fase A se une al inicio de la fase C, cuyo final se hace coincidir con el principio de la fase B.



## REBOBINADO

Las tareas que hay que realizar para hacer el rebobinado de un motor trifásico son esencialmente las mismas que para un motor con condensador. Se principia por tomar los datos, se sigue sacando las bobinas viejas y el aislamiento de las ranuras, la hechura de las bobinas y su colocación, para continuar con su conexión entre sí y terminar con la verificación eléctrica y la impregnación.

## MANUAL DE EMBOBINADO DE MOTORES



## TOMA DE DATOS



Los datos que se deben anotar en primer lugar son los que aparecen en la placa. Además, antes de desarmar el motor y cortar las terminales se debe registrar el número de ranuras, el número de bobinas, la clase de conexión entre bobinas, el número de vueltas de cada bobina, la forma y tamaño de cada bobina, el paso de la bobina, la clase de aislamiento de las ranuras y el calibre del alambre magneto, así como el espesor de su aislamiento.



# MOTORES TRIFÁSICOS

HEBOBINADO



Ranuras abiertas



Ranuras cerradas

En los motores muy grandes, que tienen las ranuras abiertas, basta con quitar las cuñas o los caballetes para que las bobinas salgan.

Pero en los motores medianos, que tienen las ranuras semicerradas, es más difícil, pues hay que cortarlas por un lado y jalar por el otro.

## EXTRACCION DE LA BOBINAS VIEJAS



Para tener un modelo del tamaño de las nuevas se debe sacar una bobina intacta.

El alambre magneto se compra por peso, de modo que se deben pesar las bobinas de un polo y multiplicar su peso por el total, para calcular la cantidad de alambre que hay que comprar.

Antes de sacar las bobinas conviene medir y anotar la distancia que sobresalen las cabezas para que esa distancia nunca sea mayor en las nuevas.





Una vez limpias las ranuras se coloca un aislante nuevo, del mismo grueso y material que el original.

#### HECHURA DE LAS BOBINAS



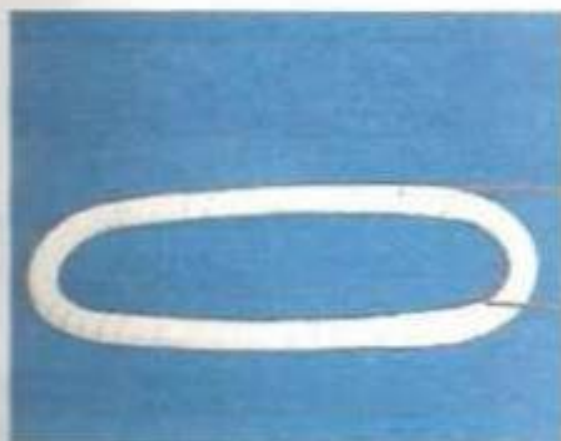
Las bobinas de los motores trifásicos generalmente se hacen con la ayuda de moldes ajustables, ya sea hechos por el bobinador o comprados de fábrica.

Las devanadoras ajustables que tienen seis rodillos se montan en un banco o dentro de un torno que las hace girar.





# MOTORES TRIFÁSICOS



Las bobinas de los motores muy grandes, que tienen las ranuras abiertas, se encintan, es decir, se cubren con una espiral de cinta.

## REBOBINADO HECHURA DE LAS BOBINAS



Se comienza por un punto próximo a una de las terminales y se sigue a lo largo de toda la bobina, haciendo que cada vuelta de cinta quede sobrepuesta en la mitad de la anterior.



Al llegar a la segunda terminal, se cubre con cinta un tramo de unos 2 o 3 cm y se continúa con el resto de la bobina hasta llegar al punto inicial.



A las bobinas de los motores medianos, que tienen las ranuras semicerradas, solamente se les cubre de cinta las cabezas, mientras que las partes que van metidas en las ranuras quedan libres.

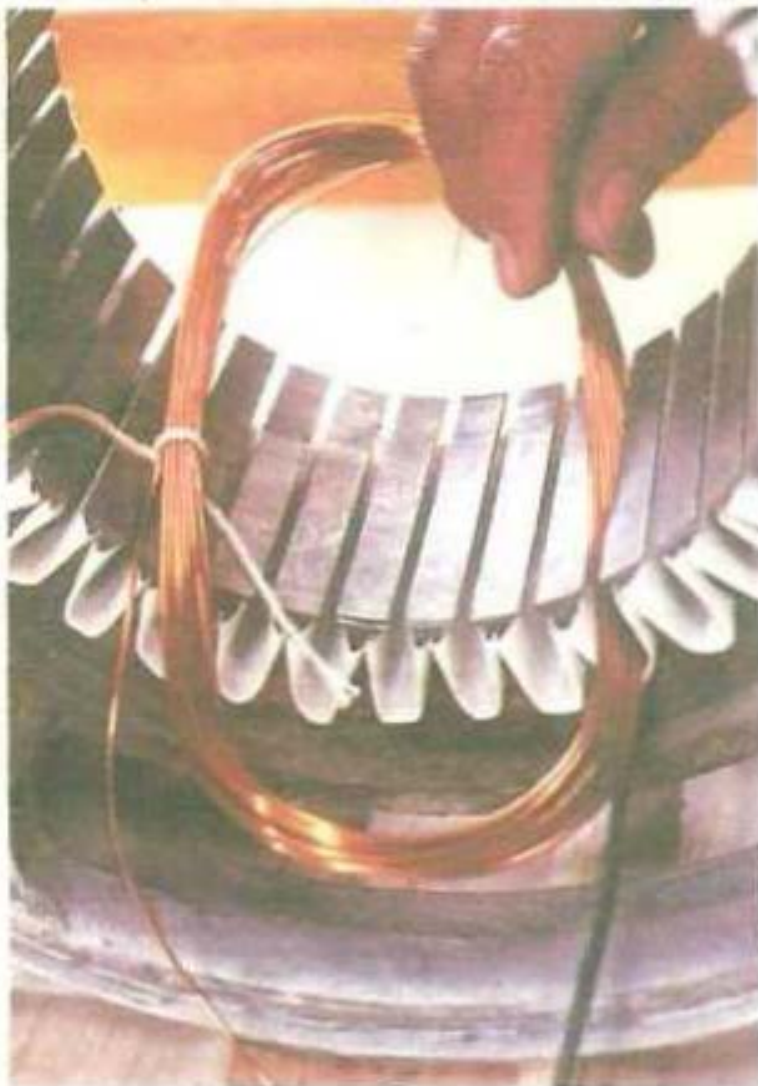


Algunos talleres no encintan las bobinas, pero deben poner un aislante entre las bobinas que pertenecen a distintas fases.



## COLOCACIÓN DE LAS BOBINAS

En los motores que tienen las ranuras semicerradas hay que meter los alambres separándolos un poco, en uno de los lados, mientras se mantiene inclinada la bobina para que todos puedan entrar en la ranura.



Se debe tener la seguridad de que todos quedan dentro del aislamiento, para que no haya peligro de un contacto a tierra. Enseguida, se presionan suavemente con los dedos para que todos los alambres queden en el fondo de la ranura y se pone un caballete de material aislante.



El otro lado de la ranura se deja fuera, pues este lado de las bobinas ocupa solamente la mitad inferior de la ranura. El otro lado se deja fuera, hasta que el fondo de la ranura donde debe ir esté ocupado con el primer lado de otra bobina.



En la ranura de junto se mete un lado de la segunda bobina. Así se sigue hasta casi terminar con todas. Se coloca una tira de material aislante encima de las ranuras, para separarlas de las bobinas que van a ir abajo.

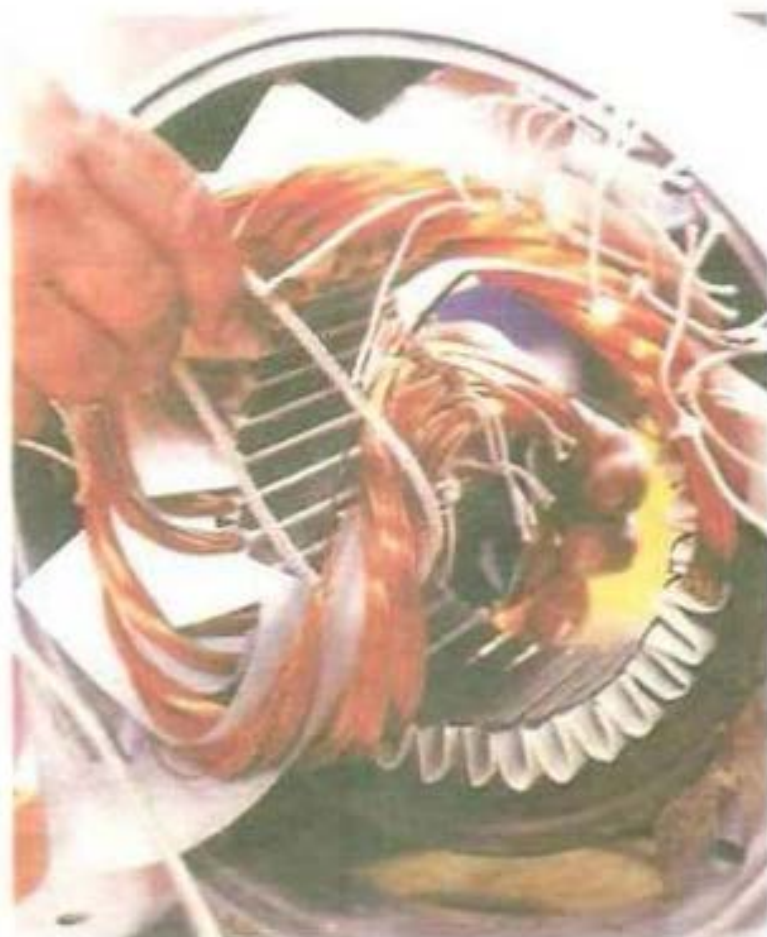




Cuando la segunda ranura en la que debe entrar una bobina ya tiene bobina abajo, entonces se puede meter el otro lado de cada bobina, quedando siempre en la parte superior de la ranura.

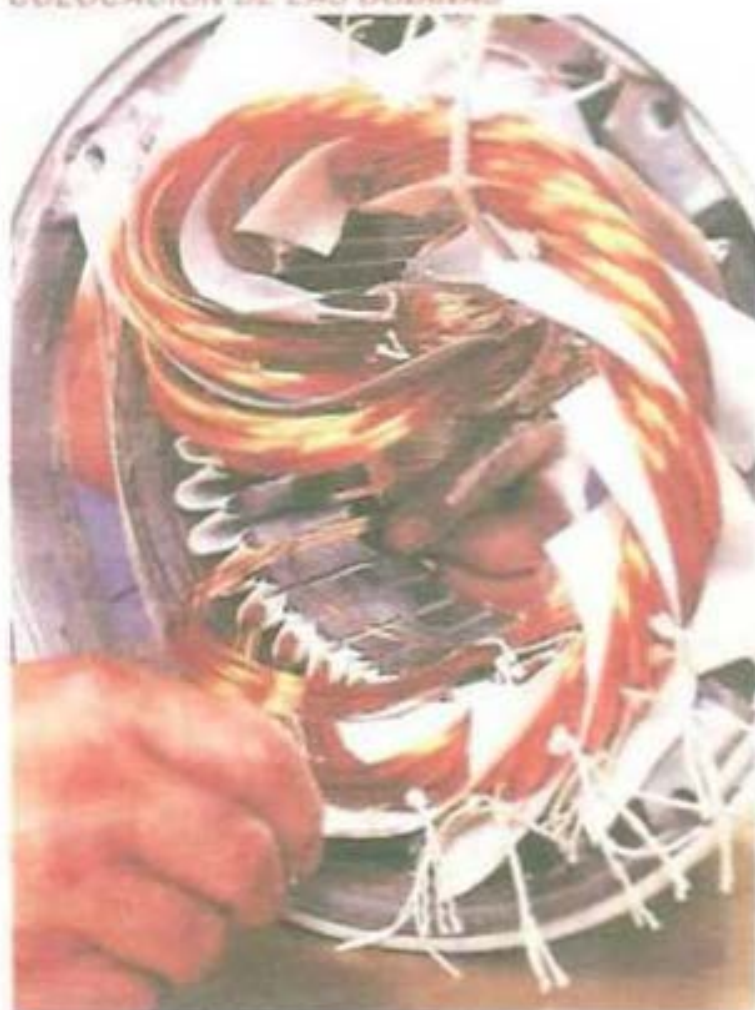


Algunos bobinadores colocan el segundo lado de las bobinas hasta que han terminado de colocar el primero de todas. La distancia entre el lado de la bobina que va abajo y el que va arriba es igual al paso de la bobina.



Al ir avanzando, llega un momento en que las ranuras vacías quedan cubiertas por el segundo lado de las bobinas. Para poder seguir trabajando es necesario amarrar las bobinas sueltas para levantarlas y dejar libres las ranuras vacías.





Ya con las bobinas sueltas levantadas, es posible colocar las bobinas faltantes.



Al ir colocando cada bobina en sus ranuras, se van poniendo caballetes de aislante.



Al terminar de colocar las bobinas se compactan las cabezas para evitar que rocen con el rotor o con las tapas,



Enseguida, se recortan los sobrantes de aislante que se colocaron para separar las bobinas de cada fase.





De ese modo el bobinado queda listo para el terminado, que consiste en afirmarlo como una masa compacta y hacer las pruebas necesarias para verificar su estado correcto.



Ya colocados dentro de las ranuras los dos lados de todas las bobinas, se inmoviliza todo el devanado colocando cuñas de madera o fibra prensada que sobresalgan unos tres milímetros por ambos extremos.



A continuación, se hacen las mismas pruebas de polaridad, interrupción, cortocircuito y tierra que se mostraron para los motores de condensador.



Finalmente, se barniza el embobinado y se deja secar, antes de volver a armar el motor.



Se llaman motores universales los que pueden funcionar con corriente tanto continua como alterna. Son motores pequeños, de no más de un tercio de caballo, que se emplean principalmente en herramientas de mano, aspiradoras, batidoras, etcétera.

Tienen una velocidad variable que sin carga puede ser peligrosa, por lo que siempre forman una sola unidad con el mecanismo que mueven.



# MOTORES UNIVERSALES

Características	112
Rebobinado del estator	114
Conexiones	117
Fallas del inducido	117
Escobillas	118
Colector	119
Bobinas	121
Limpieza del colector	129
Aislamiento del núcleo	131
Hechura de las bobinas	132
Conexión a las delgas	139
Soldado	142
Zunchado	142
Verificación eléctrica	143
Balance del rotor	144
Impregnación	144



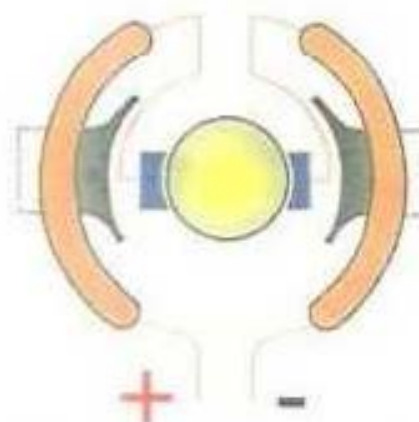
Las partes principales de un motor universal son la carcasa, el estator y el rotor o inducido.



El estator o inductor consiste en un paquete de láminas circulares prensadas, fijadas con remaches, que en su interior tienen unos polos salientes con la forma necesaria para recibir, generalmente, un solo par de bobinas inductoras.



La carcasa, generalmente de acero o de aluminio, tiene el tamaño necesario para mantener firmes las piezas del estator. Muchas veces no existe carcasa como tal, puesto que el lugar de la herramienta al que va fijo el estator hace las veces de carcasa.



El motor universal tiene ambas bobinas conectadas en serie a través del rotor o inducido.



El rotor, también llamado inducido en estos motores, consiste en un paquete de láminas de acero que forman el núcleo, con unas ranuras en las que se alojan varias bobinas, cuyos extremos van soldados a un colector.

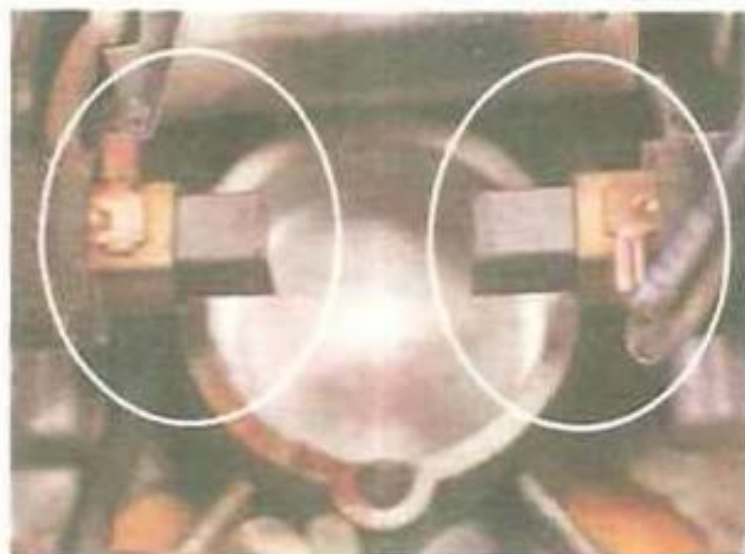


## MOTORES UNIVERSALES

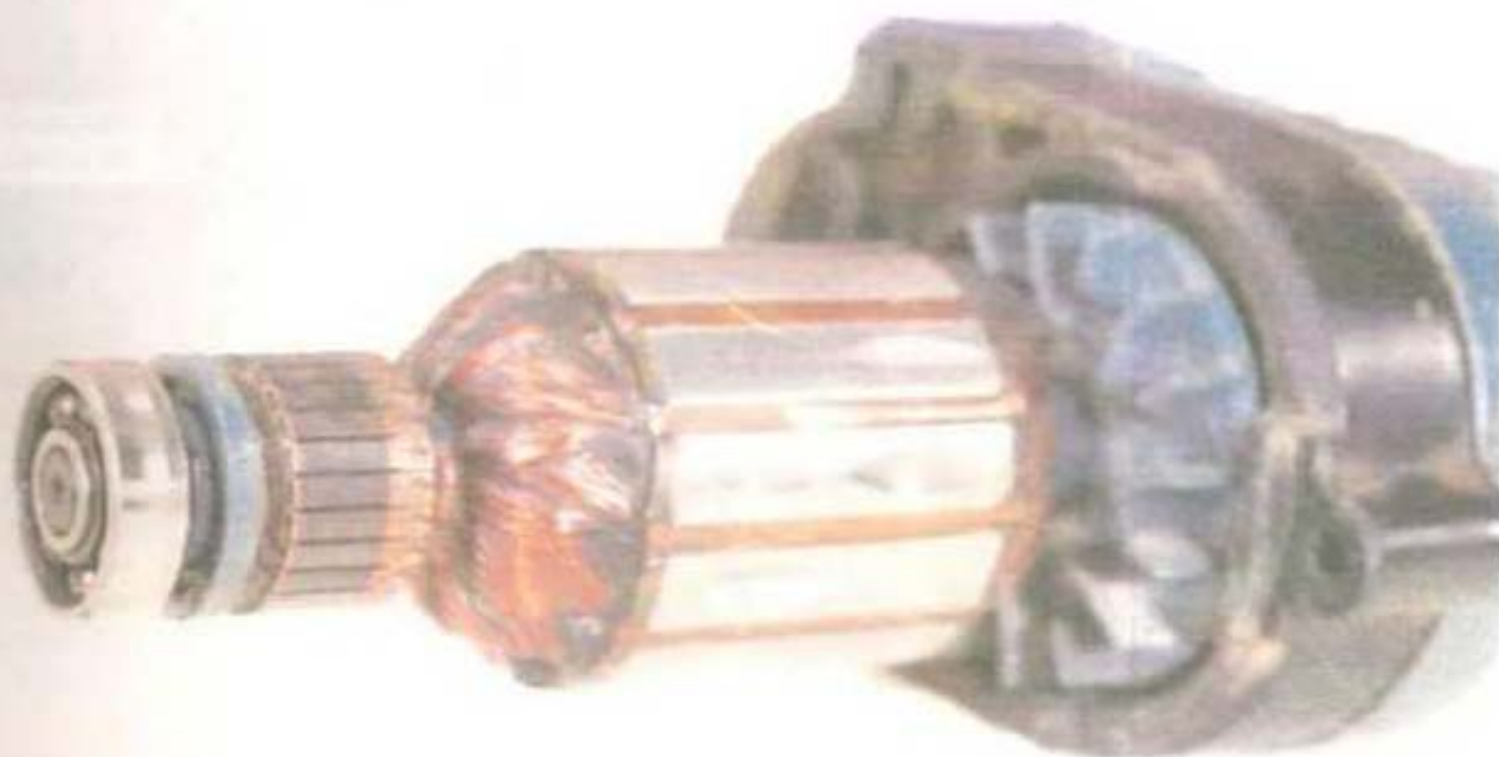


El colector es una pieza circular, montada en el eje, hecha con numerosas láminas de cobre, llamadas delgas, aisladas unas de otras con unas micas intermedias generalmente más bajas que las delgas y aisladas también del eje.

## CARACTERÍSTICAS



Sobre el colector, cuya superficie es completamente lisa, van unos portaescobillas con sus respectivas escobillas de carbón o carbones, que permiten la conexión eléctrica en serie con el rotor o inducido que gira.



El eje del rotor o inducido, como en todos los motores, va montado sobre los baleros o cojinetes, alojados en las tapas de la carcasa o su equivalente en el aparato de que se trate.





Para rebobinar el estator, primero se sacan las bobinas viejas de los polos, quitando los pasadores que las mantienen fijas. Algunas veces, en lugar de pasadores tienen unas tiras delgadas de metal o bien, unas cuñas de fibra.

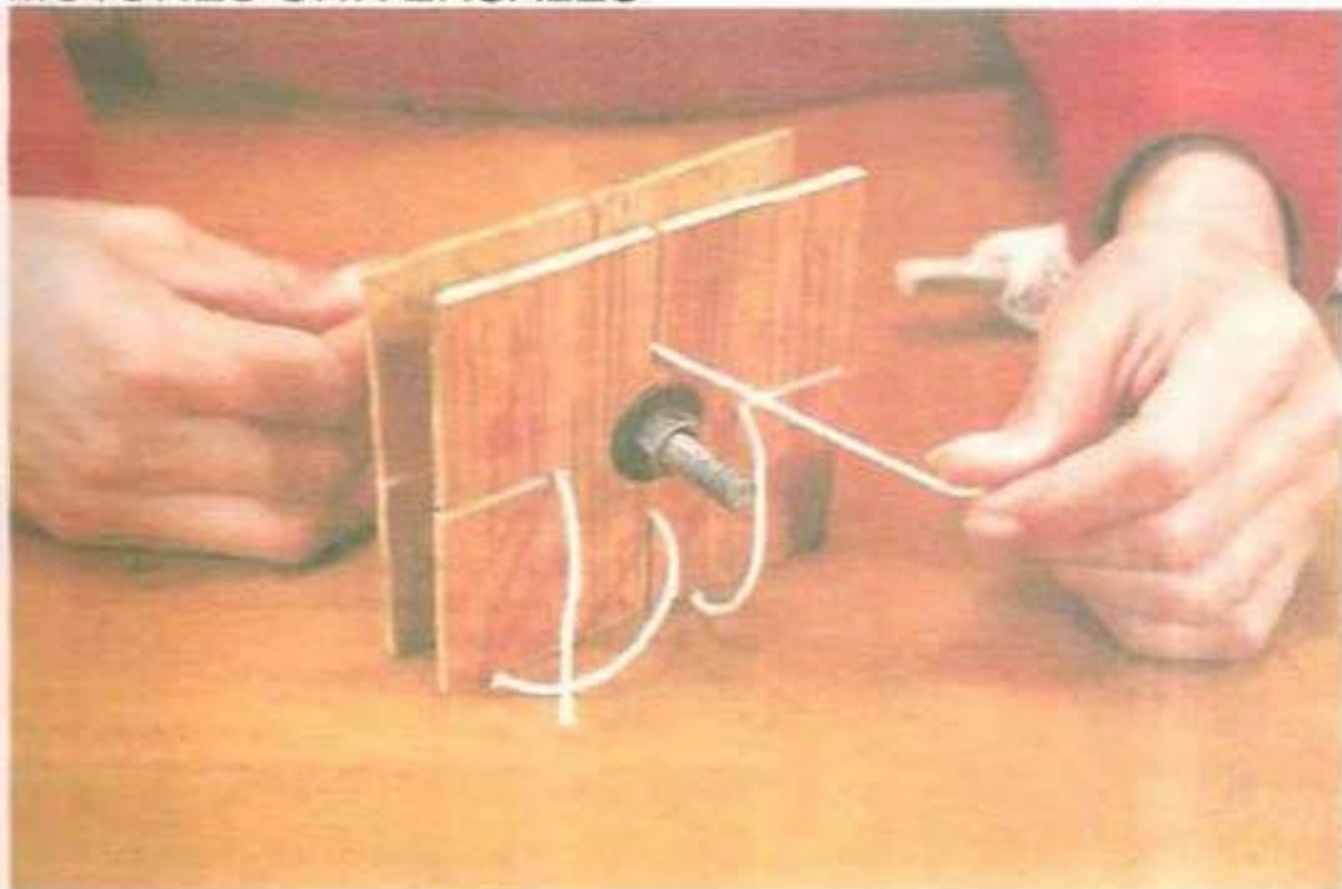
Enseguida, se retira la cinta aislante que envuelve las bobinas y se anota el número de vueltas que tiene el alambre, así como su calibre.



A continuación, sobre una superficie lisa, se da forma plana a la bobina, para determinar con precisión sus dimensiones y trazar una horma para hacer unas bobinas nuevas, idénticas a las originales.



La horma se hace cortando una pieza de madera, con el borde ligeramente cónico para poder quitar cómodamente la bobina devanada. A los lados de la horma se pone un par de tablas delgadas con unas muescas, que se sujetan por el centro con un tornillo y una mariposa.

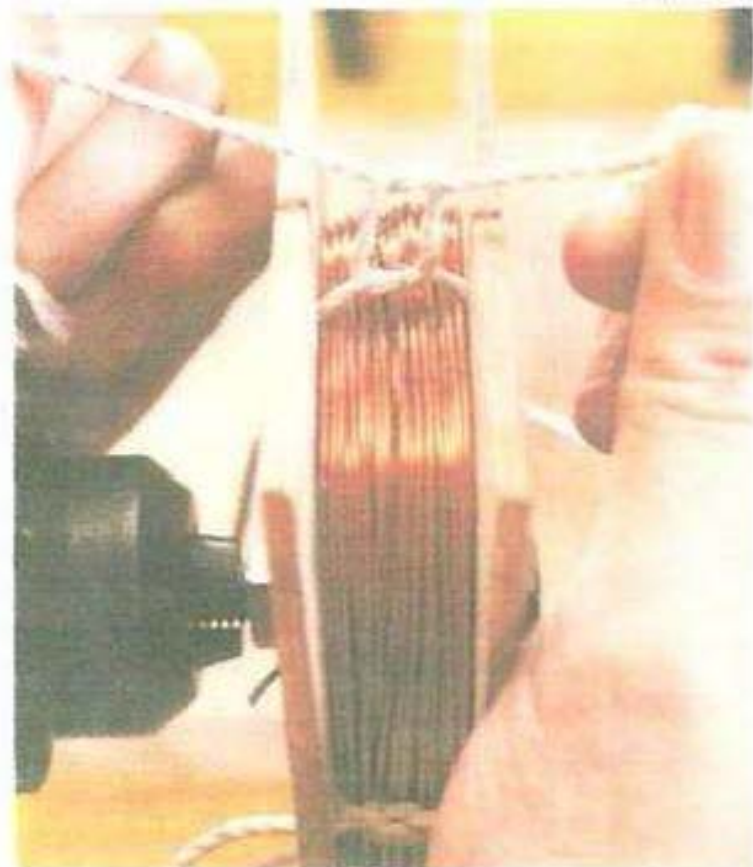


Luego se ponen unos cordeles en las muescas para atar firmemente las bobinas antes de retirarlas.

Después, la horma se monta en la devanadora y con alambre magneto, del mismo calibre que el original, se enrolla en la horma el mismo número de vueltas que la bobina vieja.



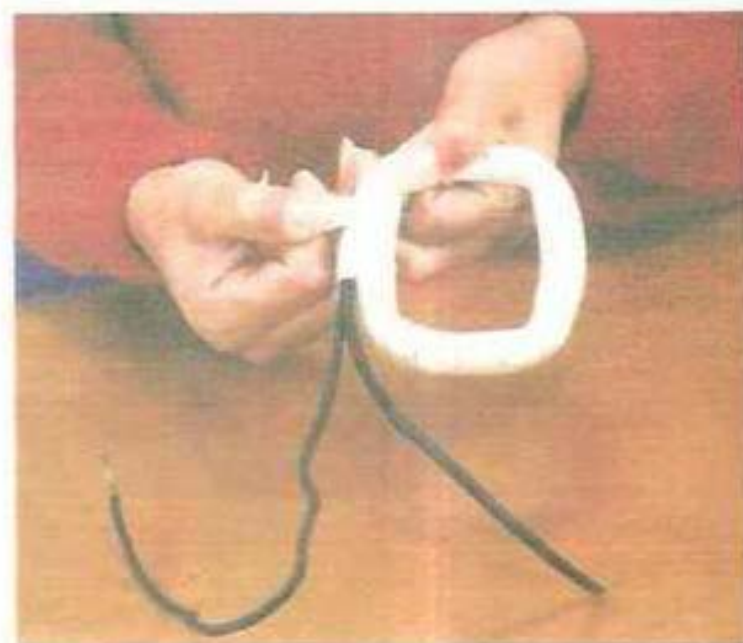




Antes de sacar la bobina nueva se amarra bien con los cordeles pasados por las muescas, para que los alambres se mantengan compactos y en forma.



Las terminales de las bobinas se empalman a cables flexibles.



Enseguida, las bobinas se cubren con cinta de lino.



A continuación se da a la bobina la forma conveniente para que ajuste sobre el polo.



Después, se impregna con barniz.



# MOTORES UNIVERSALES

## REBOBINADO DEL ESTATOR

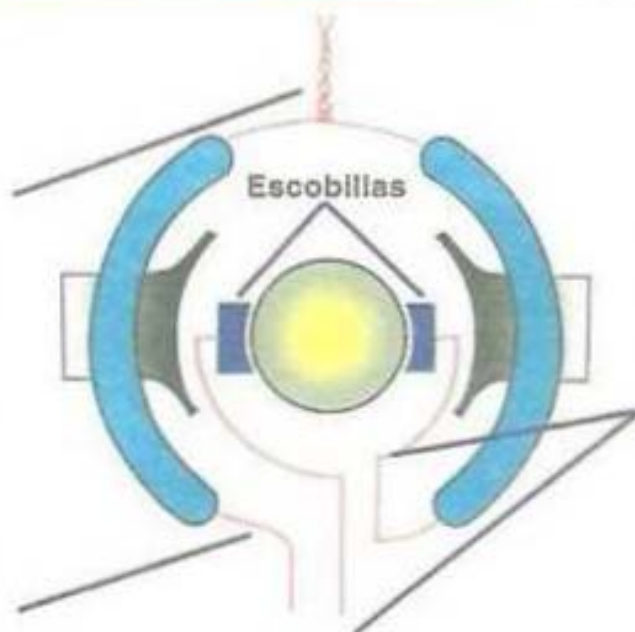
Y ya seca la bobina, se ponen los aislantes y se monta en el polo. Se fija con los pasadores, las tiras de metal o las cuñas.



## CONEXIONES

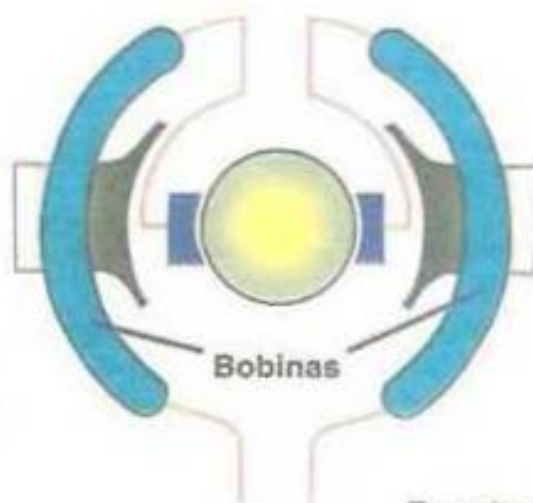
Las bobinas inductoras de un motor universal van conectadas en serie a través del inductor o rotor. Para ello, una de las terminales de la primera bobina se conecta con una de las terminales de la segunda bobina.

La otra terminal de la primera bobina se conecta a un cable que la lleve a la alimentación.



En tanto que el otro cable de la segunda bobina se conecta a una de las escobillas, mientras que de la otra escobilla se saca un cable a la alimentación.

El cambio de sentido de la rotación en un motor universal se logra invirtiendo la polaridad de las escobillas. Esto es algo que raramente es necesario, pues la mayoría de los motores universales se construyen para girar solamente en un sentido.



Otra manera de conectar es llevar el final de la primera bobina a una escobilla, y la otra escobilla, al principio de la segunda bobina inductora. Si al conectar el motor no arranca, se debe a que está mal la polaridad. Basta con invertir las terminales de una de las bobinas.



## FALLAS DEL INDUCIDO

En esta sección revisaremos las principales fallas del rotor o inducido y son válidas tanto en un motor universal como para el inducido de un motor de corriente directa o un generador.

Un motor universal puede fallar por diversos defectos, tanto en el estator como en el inducido. Anteriormente hemos tratado de las diversas fallas en el estator, su diagnóstico y reparación para motores de condensador y trifásicos. En estos motores el diagnóstico y la reparación son semejantes.





La fallas del inducido más simples y algunas de las más frecuentes ocurren en las escobillas. Así, las escobillas sucias o atascadas pueden impedir que el motor arranque, o producir un contacto a tierra de alguna de ellas.

Uno de los alambres que llevan corriente al portaescobillas roto interrumpe todo el circuito del motor, impidiendo su marcha.

Una escobilla mal colocada puede hacer que el motor no funcione o marche demasiado despacio, y un mal contacto puede producir un exceso de chispas en el colector.



Las escobillas de carbón mantienen un contacto eléctrico permanente sobre el colector que gira, gracias a la presión ligera que ejerce un resorte que hay en el portaescobillas.



Hay veces en que el resorte pierde su tensión con el uso, y la presión que ejerce es insuficiente para hacer un buen contacto. Entonces es necesario estirar o cambiar el resorte.



Otras veces, el carbón está demasiado gastado y muy corto, con lo que disminuye la presión del resorte. En este caso hay que cambiar el carbón por uno nuevo.



Para que el contacto sea efectivo es indispensable que el carbón pueda moverse libremente dentro del portaescobillas. Si el carbón tiene demasiado juego, vibrará, y si queda muy apretado, anulará la acción del resorte.





Un colector sucio puede hacer que se produzcan chispas. La suciedad puede provenir de grasa o polvo acumulados en su superficie. Se limpia con un trapo con un poco de solvente.



Entre las delgas, sobre las micas, también se acumula polvo y residuos del carbón de las escobillas, lo que produce chispas en exceso. Las ranuras de las delgas se deben raspar con un limpiador para colector, hecho con una hoja de sequeta.

Asimismo, puede suceder que el colector pierda el centro o se vuelva áspero, lo que se comprueba al pasar el dedo por su superficie. Algunas veces la irregularidad de la superficie del colector se debe a delgas salientes, que producen muchas chispas cada vez que la escobilla les pasa por encima.



Otras veces, sin embargo, los defectos en la superficie del colector se deben a micas salientes, debido al mayor desgaste de las tiras de cobre. Estos defectos en la superficie del colector se eliminan tomeando el colector o en casos ligeros, al repasarlo con papel de lija de grano muy fino.

También puede ocurrir que una o varias de las delgas del colector se encuentren en cortocircuito o en contacto a tierra. Cuando una o más delgas tienen contacto directo con el núcleo se produce un contacto a tierra. Para detectarlo, una punta de la lámpara de prueba se conecta al eje del inducido, y la otra, a una delga cualquiera del colector.



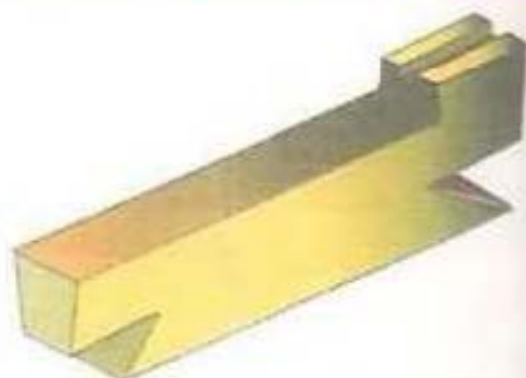


Si esa delga está perfectamente aislada, la lámpara permanecerá apagada. Pero si se enciende, indicará que la delga está a tierra. El contacto a tierra de la delga generalmente ocurre contra el núcleo, debido a una arandela defectuosa que hay que cambiar.

Un cortocircuito en el colector se debe a que se ha deteriorado una de las micas que hay entre las delgas. Con una de las terminales de la lámpara de prueba se toca una delga cualquiera y con la otra se toca la delga de junto. Si la lámpara permanece apagada, ese par está bien. Así se prueba el siguiente par de delgas. Se continúa igual con todos los pares de delgas y si en alguno de ellos se enciende la lámpara, indica que existe un cortocircuito y hay que sustituir la mica.



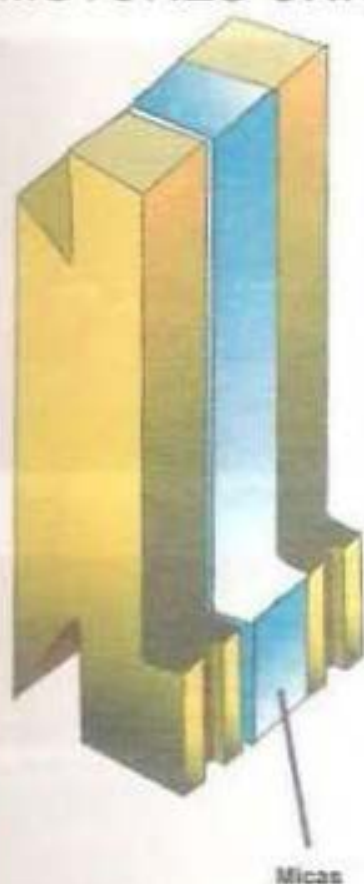
Para corregir el cortocircuito es necesario desbaratar el colector desenroscando la tuerca que lo mantiene apretado. Luego las delgas se golpean suavemente con un martillo, para que salte el anillo y las delgas queden libres.



Las láminas de mica que quedan pegadas a las delgas se separan con una navaja. Se debe conservar por lo menos una lámina de mica intacta, así como las dos arandelas, para poder hacer las nuevas idénticas.



# MOTORES UNIVERSALES



El espesor de la mica se mide con el micrómetro y se cortan tiras ligeramente más grandes con unas tijeras.

Enseguida se empalman seis hojas entre dos delgas y se prensa todo en un tornillo de banco, y con una sierra fina se van cortando las micas al tamaño exacto, sin lastimar las delgas de cobre.

Después se lijan los bordes de las micas para que queden lisos y ligeramente menores que las delgas.

Micas

## COLECTOR



Con la plantilla de la arandela vieja se cortan las nuevas arandelas.

Al volver a armar es necesario meter una mica entre cada par de delgas y que las arandelas no se muevan de su lugar. Luego se monta el anillo frontal. El colector debe quedar compacto, con todas las delgas bien alineadas.

## BOBINAS

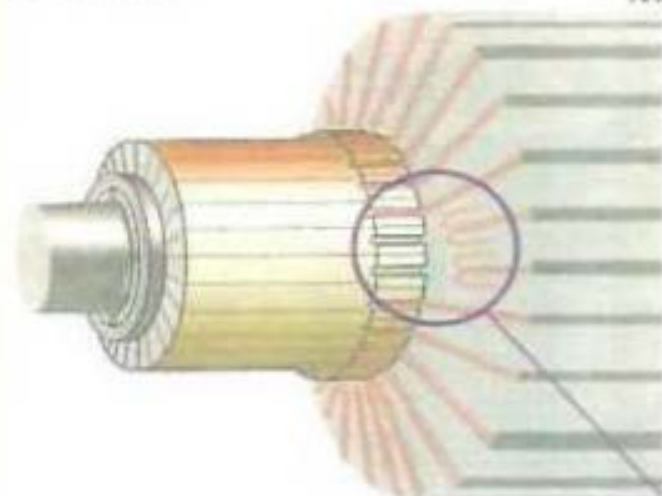


Las bobinas del inducido pueden fallar debido a interrupciones, cortocircuitos y contactos a tierra. Un contacto a tierra se detecta con la lámpara de prueba dejando una de las puntas conectada al eje, mientras que con la otra se toca, una a una, cada delga. Si la lámpara se enciende es que hay contacto a tierra y hay que repararla.

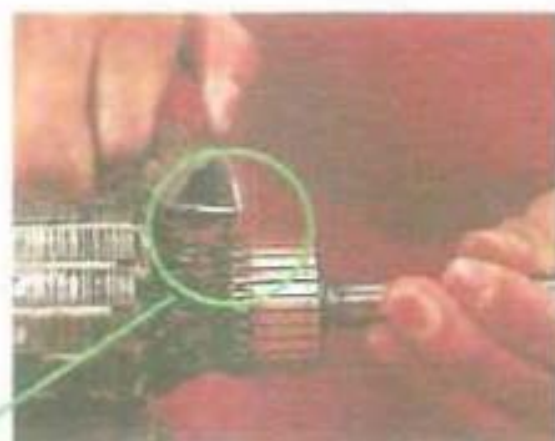


Un cortocircuito se detecta con la bobina de prueba o grauler. Se coloca el inducido sobre la bobina de prueba y se conecta la corriente. Luego, se pone una hoja de segueta a lo largo de la ranura de la parte de arriba del inducido. Si la hoja de segueta vibra rápidamente y zumba, es que hay un corto circuito. Si la hoja permanece quieta indica que las bobinas de esa ranura están bien. Se repite la prueba con todas las ranuras girando el inducido sobre el grauler.

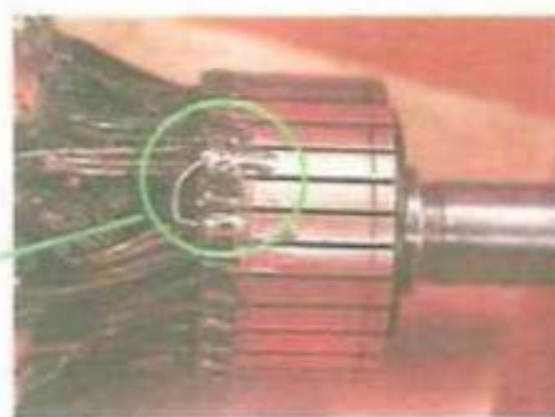
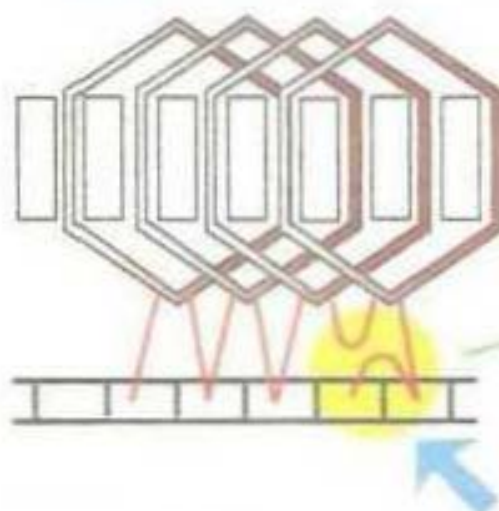




Las bobinas en cortocircuito se pueden reparar rebobinando todo el inducido o se pueden dejar provisionalmente fuera de servicio, cortando los alambres de la cabeza opuesta al colector.

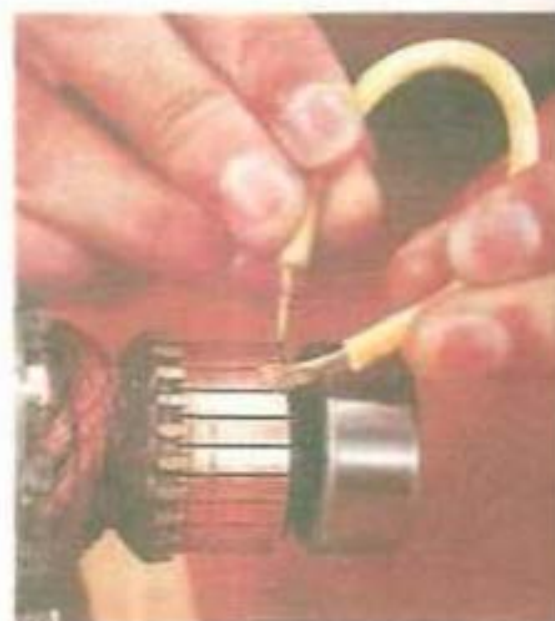


Como al cortar una bobina defectuosa se deja el circuito interrumpido, hay necesidad de establecer un puente que una las dos delgas correspondientes.



Para detectar una interrupción se coloca el inducido en el grauler o bobina de prueba y con un voltímetro de corriente alterna se tocan las dos delgas contiguas de la parte de arriba. La aguja del voltímetro deberá marcar el paso de alguna corriente.

Así se continúa con las dos delgas siguientes. Si en algún momento la aguja del voltímetro no marca el paso de corriente es que la bobina conectada está interrumpida.



Esta prueba puede hacerse sin voltímetro, con un trozo de cable cuyas puntas se colocan sobre el par de delgas de la parte superior. Si están conectadas se notarán pequeñas chispas en las puntas de contacto. La falta de chispas indica una interrupción.



# MOTORES UNIVERSALES

## BOBINAS REBOBINADO

El rebobinado de los inducidos o rotores de los motores universales es igual al rebobinado del inducido de un motor de corriente continua, de tal manera que lo que enseguida se expone es válido para ambos inducidos.



El rebobinado de inducidos comprende las tareas siguientes: toma de datos; limpieza del colector; aislamiento del núcleo; confección y colocación de las bobinas nuevas; conexión de las terminales de las bobinas a las delgas del colector; verificación eléctrica; balanceado del colector, e impregnación de barniz.

Antes de quitar las bobinas viejas deben tomarse todos los datos necesarios para poder hacer el rebobinado correctamente. Se cuentan las ranuras del inducido y las delgas del colector.



Luego, con un punzón se marcan las dos ranuras en que esté alojada una bobina cualquiera.



Posteriormente se marcarán las delgas del colector a las que esas terminales van conectadas. Las marcas indican el paso del bobinado y las conexiones al colector.





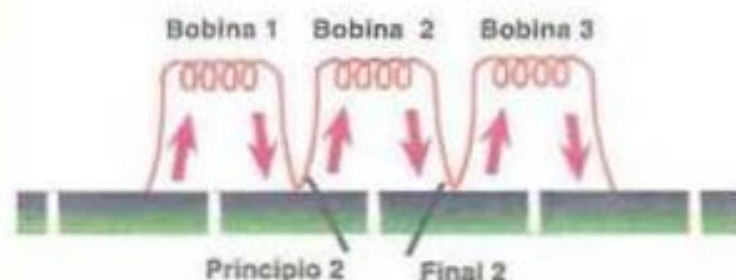
La conexión de las terminales de las bobinas a las delgas del colector puede ser de tres maneras distintas: cada terminal puede ir alineada con la delga de enfrente de la ranura.



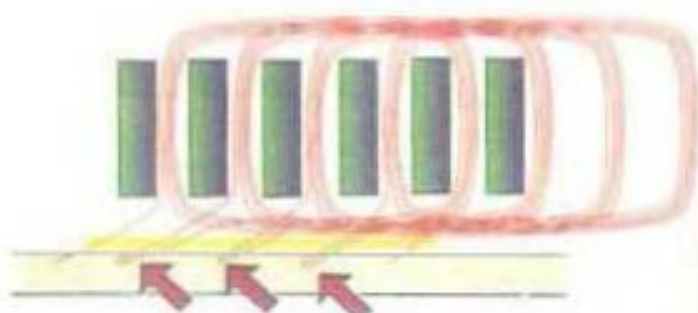
También puede ir en delgas a la derecha de la ranura, vista desde el colector.



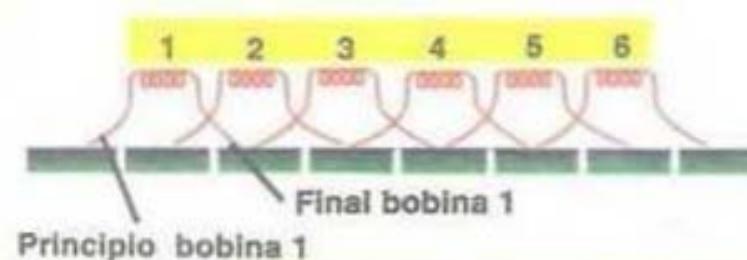
O conectarse a delgas a la izquierda de la ranura. Así, se tendrá que esa conexión va al frente, o dos, tres, cuatro delgas a la derecha o a la izquierda.



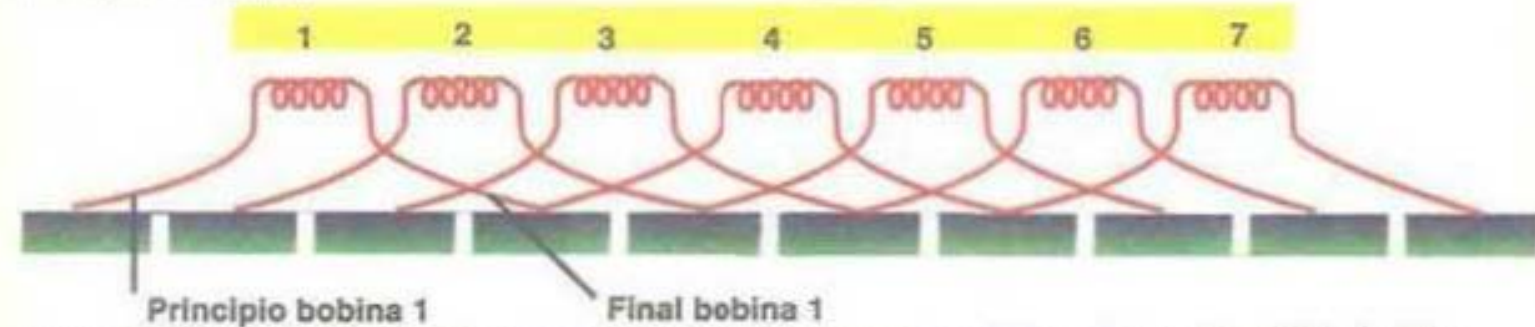
Los embobinados del rotor pueden ser ondulados o imbricados. El más común es el embobinado imbricado sencillo, donde las terminales iniciales y finales van a dos delgas contiguas del colector. Es decir, el final de la primera bobina va unido a la misma delga que el principio de la segunda bobina.



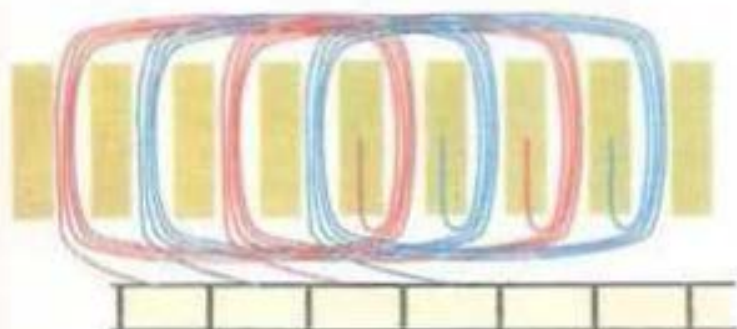
Las conexiones entre una bobina y otra se pueden hacer con bucles o sin bucles. En la conexión con bucles al final de una bobina el alambre no se corta, sino que simplemente se hace un bucle y con ese mismo alambre se inicia la segunda bobina. Cada bucle está formado por el final de una bobina y el principio de otro.



En el embobinado imbricado doble, el final de cada bobina va unido dos delgas más allá de donde va conectado el principio; así, el final de la primera bobina va conectado en la misma delga que el principio de la tercera, mientras que el final de la tercera va en la misma delga que el principio de la quinta.



En el embobinado imbricado triple, el final de cada bobina va conectado tres delgas más allá de la delga donde va el inicio de la misma. Por tanto, el final de la primera bobina va conectado a la misma delga que el principio de la séptima. El número de delgas entre las terminales de una misma bobina se conoce como *paso del colector*.

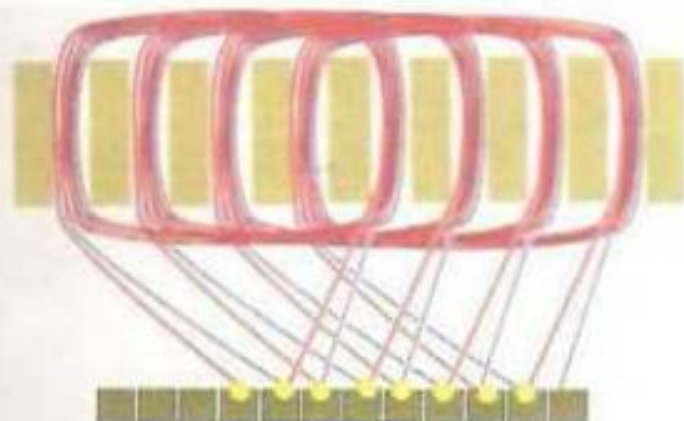


En unos casos el número de ranuras es igual al número de delgas, pero en otros el número de delgas es mayor que el de las ranuras. Es decir, que en cada ranura va más de una bobina. Pueden ser dos o tres bobinas por ranura, en cuyo caso el número de delgas es el doble o el triple que el de ranuras. O sea que de cada ranura salen dos o tres finales y principios de bobinas, conectados a delgas consecutivas. En las bobinas imbricadas de una sola bobina por ranura los principios de cada bobina se conectan a las delgas a medida que se devana cada bobina, mientras que los finales se dejan levantados hasta que se termina todo el bobinado.

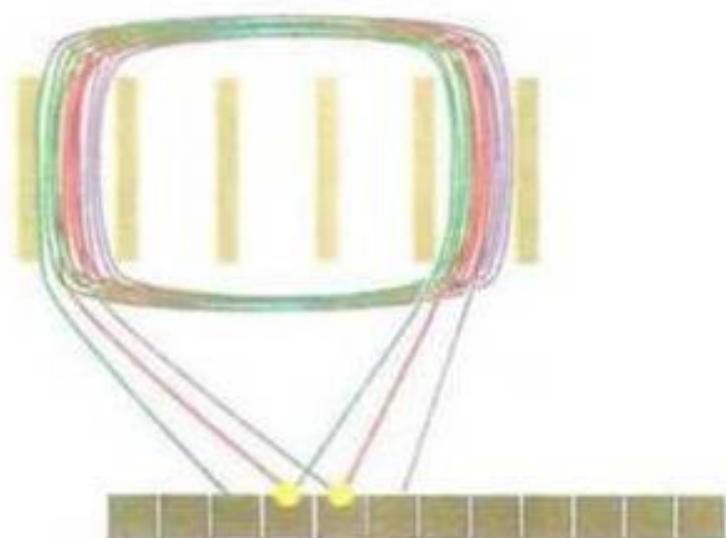
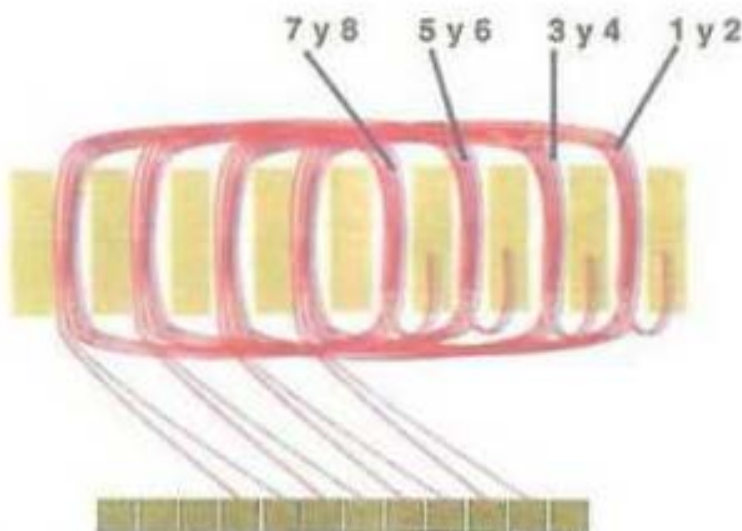


Ya que se termina el bobinado, los finales de las delgas se conectan a la delga donde está el inicio de la bobina siguiente.

En el embobinado a base de dos bobinas por ranura, los principios de cada par de bobinas ejecutadas al mismo tiempo se conectan a dos delgas contiguas del colector. Los finales se dejan provisionalmente libres.



Al terminar el trabajo a base de dos bobinas por ranura, las conexiones de los finales quedan de esta manera.



Cuando se trata de un embobinado a base de tres bobinas por ranura, los principios y finales de las bobinas quedan como aquí se muestra.





En los embobinados ondulados el principio y el fin de cada bobina van conectados a delgas muy separadas.



Además de tomar los datos de la forma en que están conectadas las bobinas, hay que medir y anotar cuánto sobresalen las cabezas por uno y otro lado de las ranuras.



Enseguida, se quita el zunchado, que es un cordel enrollado alrededor de las bajadas de las bobinas de un rotor para evitar que se desprendan cuando giran.



Hay motores que además del cordel traen un zunchado de alambre en un extremo del núcleo.

Posteriormente, se quitan las cuñas con la ayuda de una segueta, cuyos dientes se entierran en la cuña, para luego, desde un lado, golpearla para que se deslicen.



Otra manera de hacer que las cuñas se deslicen hacia un lado es golpearlas, desde el otro, con una pieza delgada de metal, ligeramente más angosta que la abertura de las ranuras.



Luego, se separan los alambres finales que salen de la última bobina que se colocó en el bobinado viejo.



Con un marcador de golpe se marcan las delgas a las cuales llegan los alambres finales de esa primera bobina. De esa manera se conoce el paso de los alambres finales de la bobina. Posteriormente, cuando se termine de sacar el alambre de esa bobina, se conocerá el paso de los alambres iniciales.



Ahora, con un alicate se cortan todas las puntas finales de bobinas que entran en el colector.



Una vez cortadas y levantadas las terminales finales del bobinado, se pueden marcar las delgas a las cuales llegan las terminales iniciales.

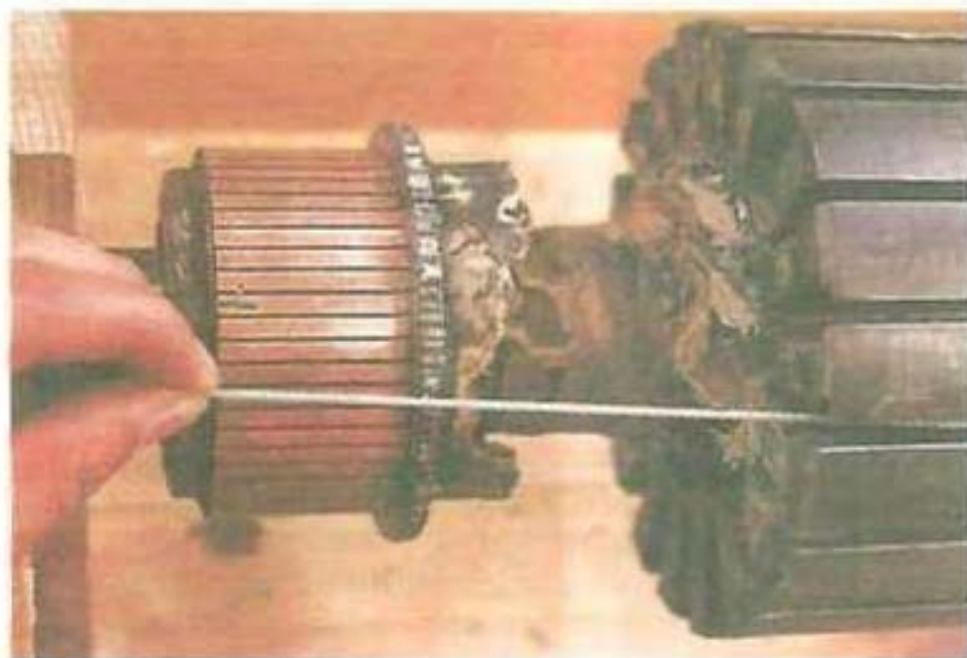




Deshaga vuelta a vuelta la última bobina vieja que se colocó y cuente el número de espiras.



Enseguida, mida el diámetro del alambre y anote la clase de aislamiento que tiene, así como el espesor y clase de aislamiento que llevan las ranuras



Mida la distancia entre el borde de las ranuras y el colector, así como entre el borde del colector y el extremo del eje, y marque la alineación de las delgas respecto a las ranuras.



Finalmente, retire todas las bobinas cortándolas y quite el aislamiento viejo de las ranuras.



# MOTORES UNIVERSALES



Limpie el colector con un trapo humedecido en solvente para quitar los restos de polvo, grasa y carbón que tenga.



Con un cautín, caliente la muesca de la cabeza de cada delga, para quitar con un alicate los restos de soldadura y alambre que tienen en su interior.



Si después de esto todavía quedan puntas de alambre y restos de soldadura, use una hoja de segueta, con el espesor adecuado en sus dientes, para aserrar la muesca y darle la profundidad necesaria.



Con un rebajador de micas limpie las anuras entre delgas.



Enseguida, con una lámpara de pruebas verifique el aislamiento entre las delgas.

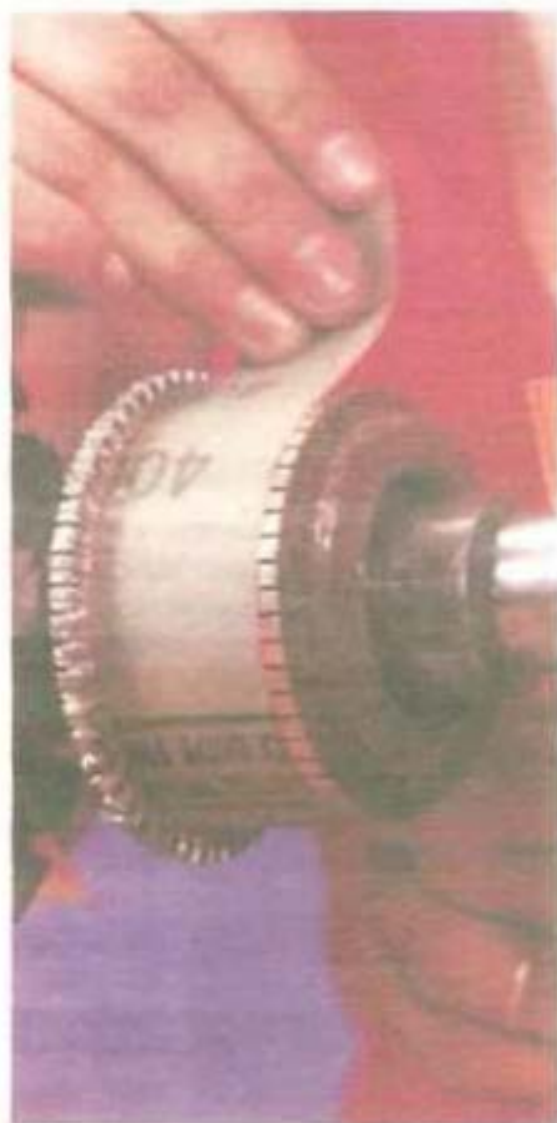




Si al probar cualquier par de delgas con la lámpara salta un ligero chisporroteo, es que todavía hay suciedad entre las mismas.



Retire las puntas de prueba y con un poco de solvente y el limpiador de micas, elimine la suciedad que haya entre delgas. Verifique de nuevo.



Ahora, con un trozo de lija muy fina, ligeramente más angosta que el colector, lije con un vaivén suave toda la superficie del colector, hasta que quede brillante.



Arroje un chorro de aire sobre el colector para quitar el polvo de cobre y lija que haya quedado. De ese modo el colector queda listo para el rebobinado.

# MOTORES UNIVERSALES

## AISLAMIENTO DEL NÚCLEO

Antes de hacer el bobinado es necesario aislar las ranuras con materiales iguales y del mismo espesor que los originales que se quitaron. El aislante se corta de modo que sobresalga 3 a 4 mm a cada lado de las ranuras y unos 6 mm hacia arriba.



También se necesita aislar el eje dando a su alrededor dos o tres vueltas de tira de papel aislante fino o tela de fibra de vidrio.



La tela se fija con un cordel o con cinta de lino.

El otro extremo del eje se aísla de la misma manera.

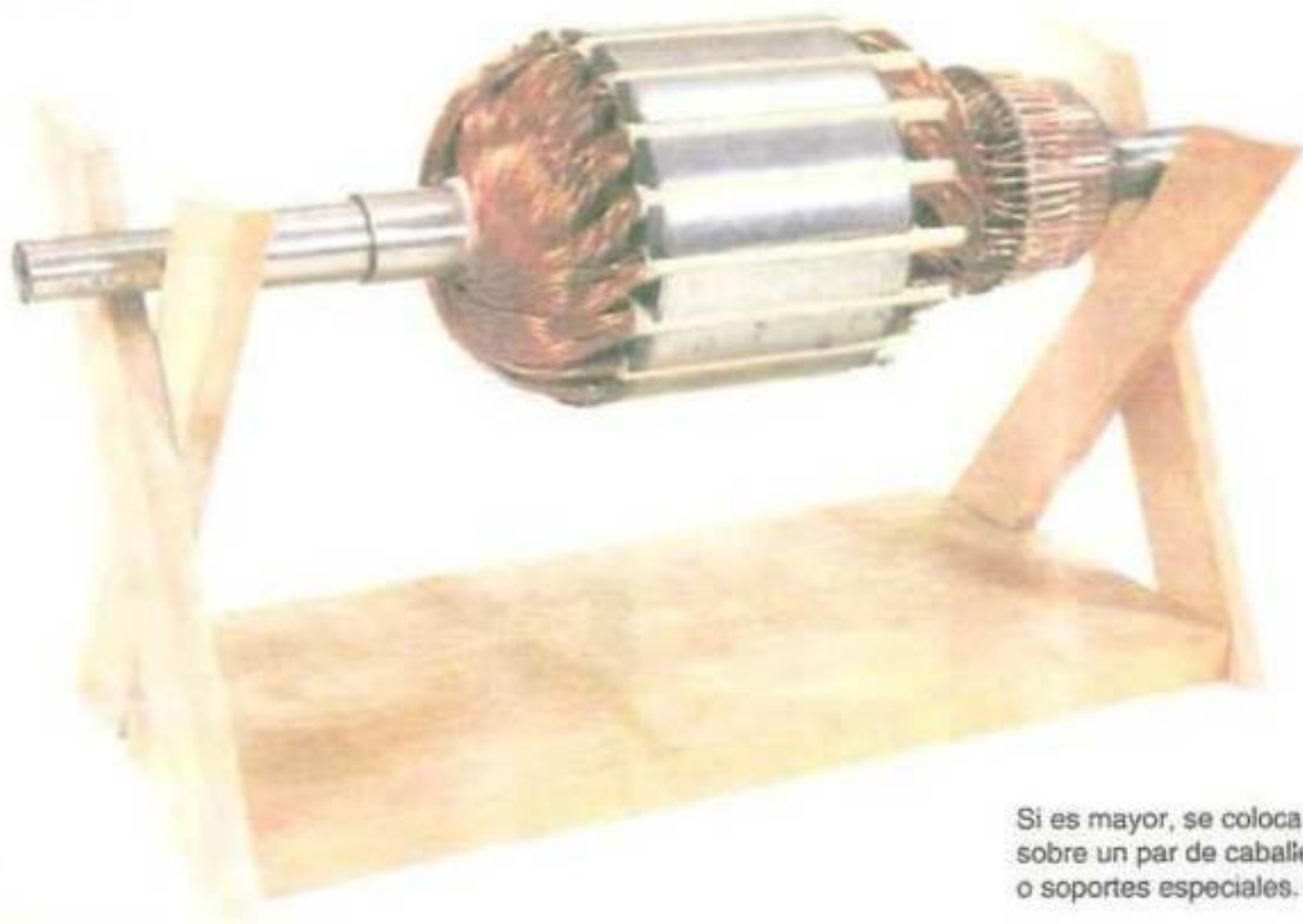


Igualmente, se deben aislar las dos caras frontales del núcleo con un disco de fibra o papel aislante, cuyo diámetro coincida con el fondo de las ranuras.





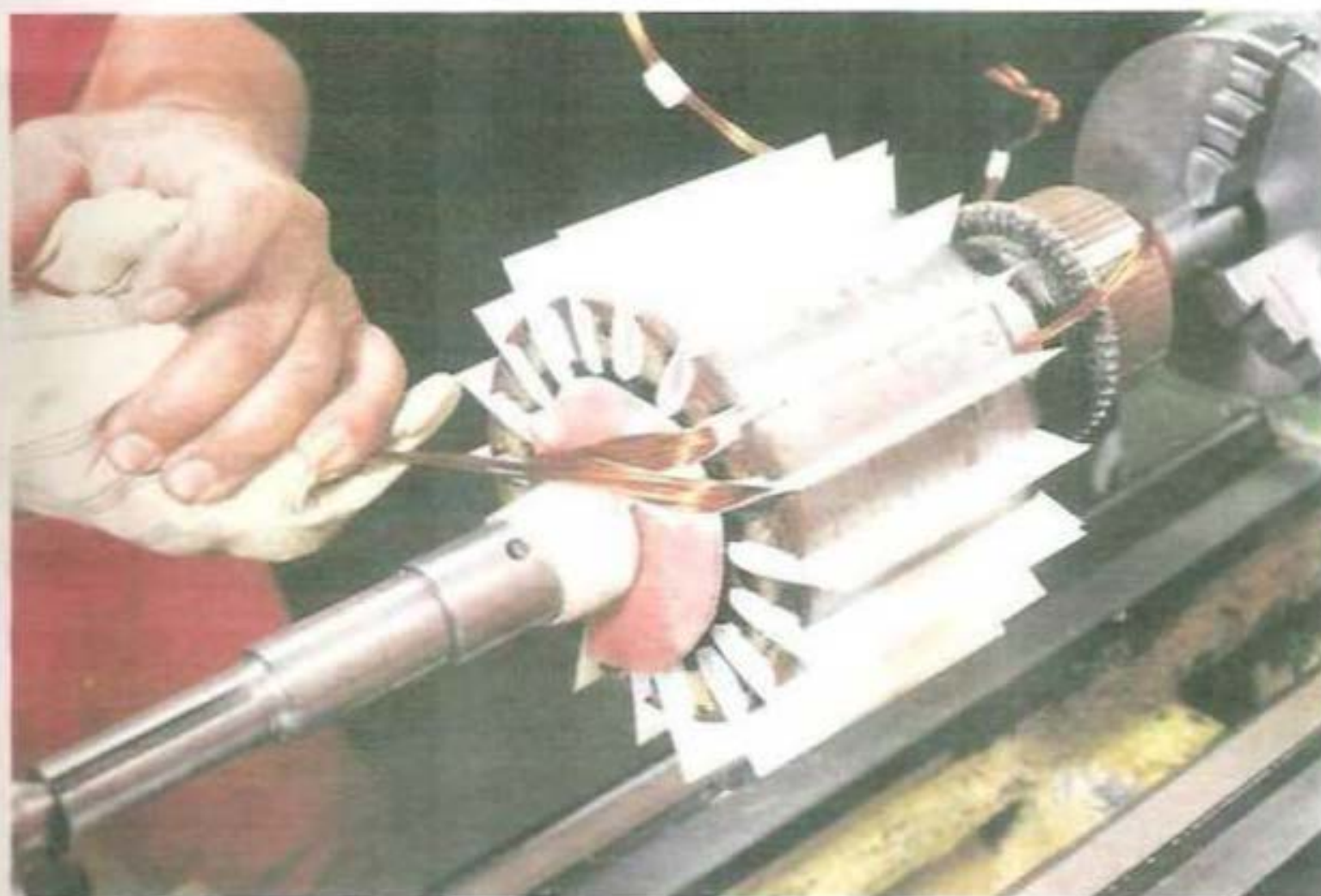
Si el inducido es pequeño se puede sostener con la mano mientras se embobina.



Si es mayor, se coloca sobre un par de cabalietes o soportes especiales.

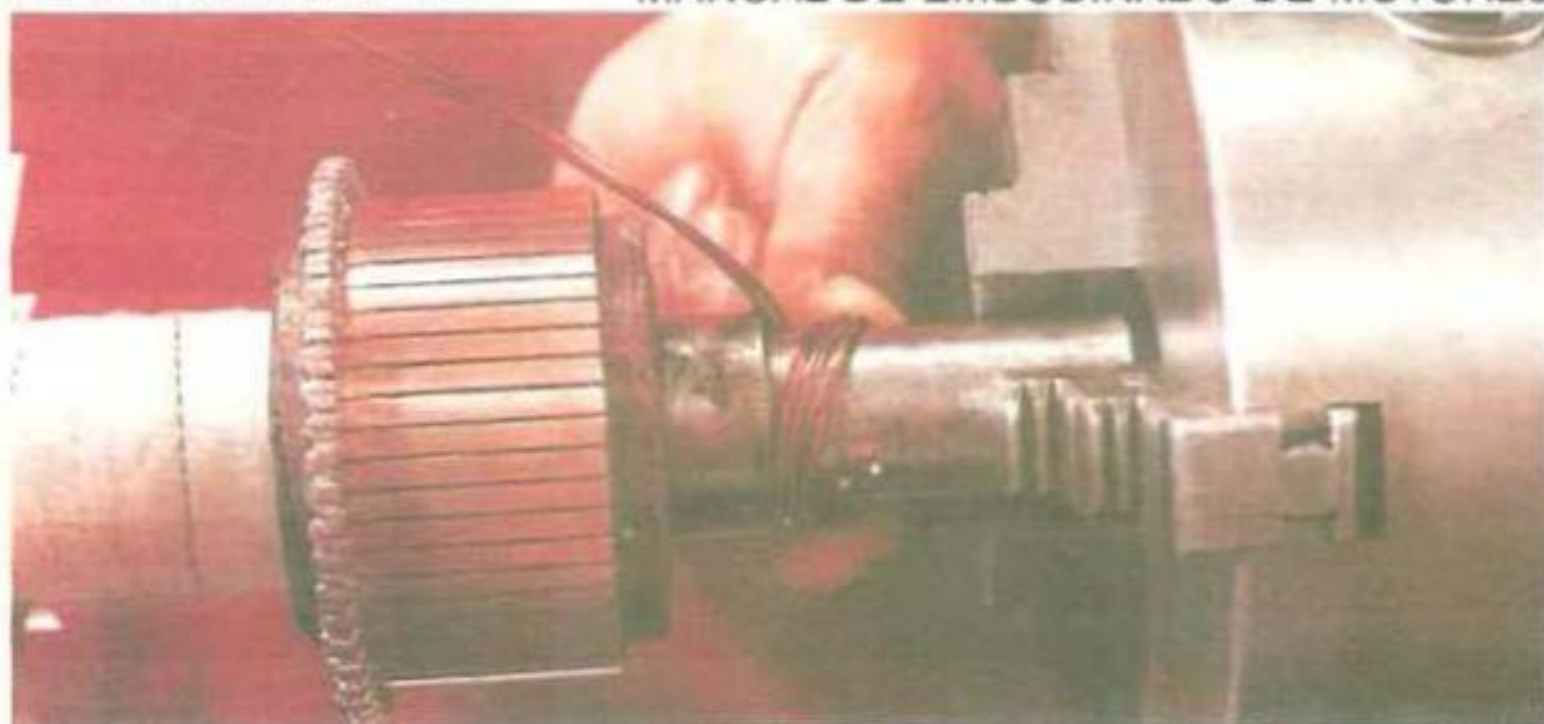


Aunque, para mayor firmeza, es mejor montarlo en un torno.



El embobinado consiste en colocar el alambre con la mano, vuelta a vuelta, en las ranuras del rotor, tomando en cuenta todos los datos obtenidos al deshacer las bobinas.

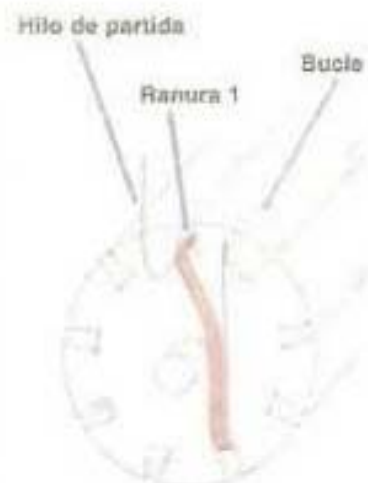




Anude la punta del alambre en el extremo del eje.



Pase el alambre a lo largo de la ranura que marcó al empezar a anotar los datos.



Regrese el alambre por la otra ranura que completa el paso.

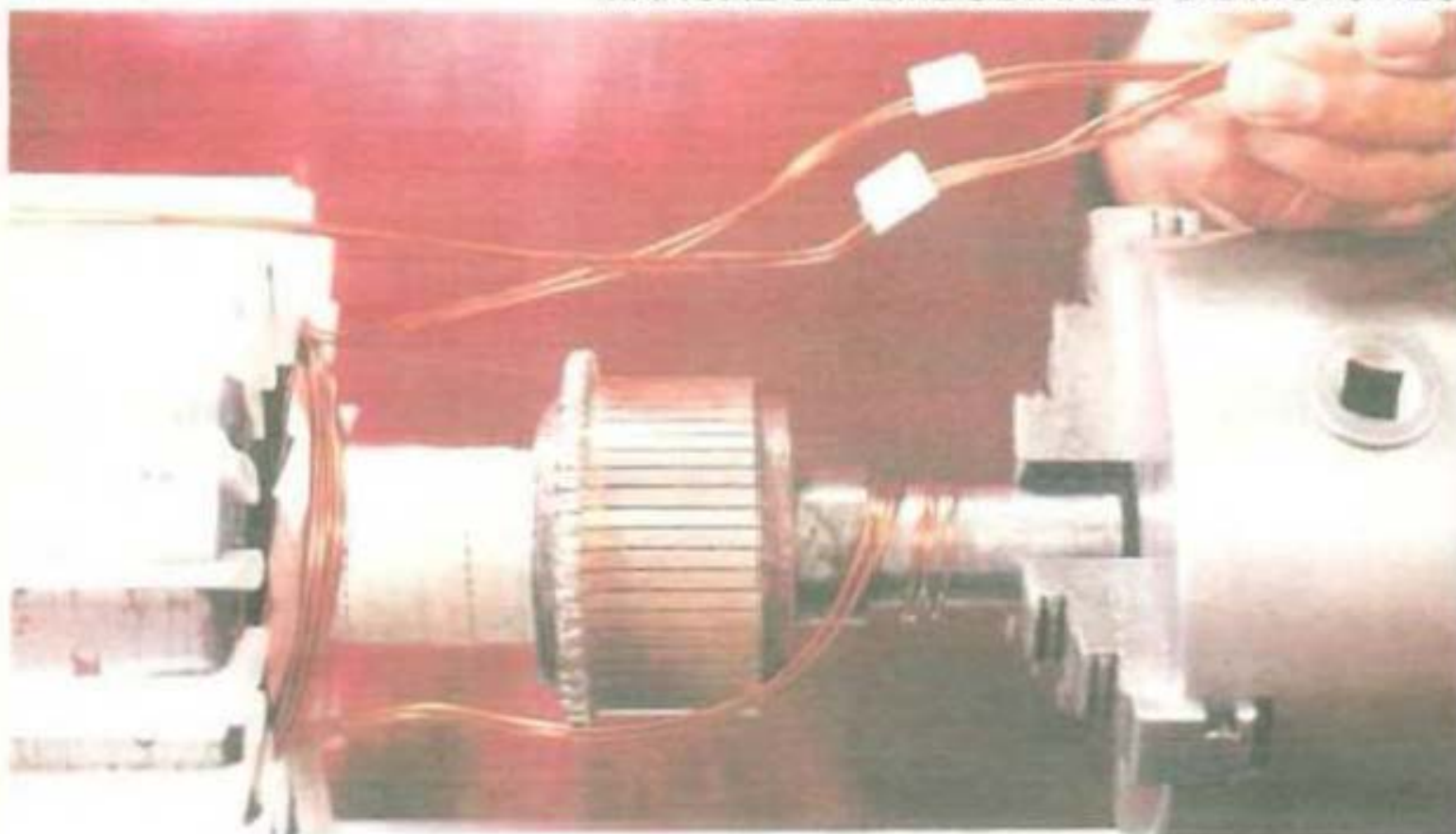


Siga enrollando el alambre en esas ranuras, tirando fuerte, para tener espiras bien apretadas, hasta completar las vueltas deseadas.



Después de las primeras vueltas verifique que el aislante de la ranura esté en la posición correcta.

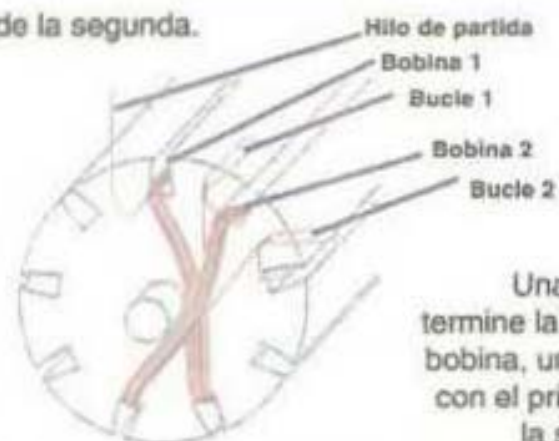




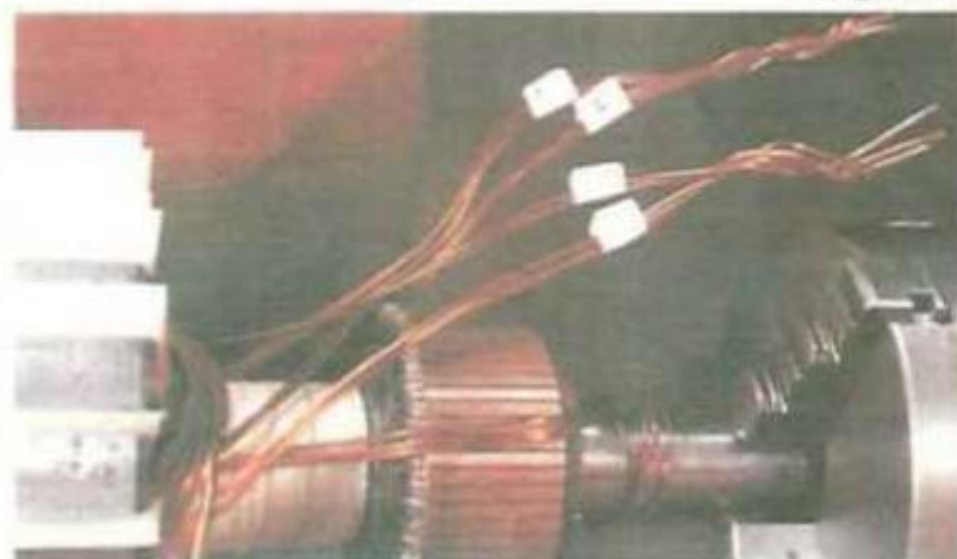
Empalme luego el final de la primera bobina con el principio de la segunda.



Forme ahora la segunda bobina, empezando en la ranura de junto, con el mismo paso y número de vueltas que la anterior.



Una vez que termine la segunda bobina, una el final con el principio de la siguiente.



## MOTORES UNIVERSALES



### HECHURA DE LAS BOBINAS



Continúe hasta la última bobina, cuyo final se empalma con el inicio de la primera.



En los motores universales se emplean dos bobinas por ranura, de modo que una vez hecha la primera bobina, encima se devana la segunda.

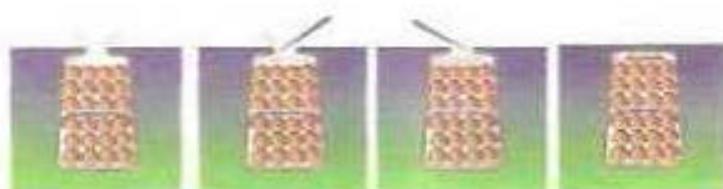


Este proceso se repite, devanando dos bobinas consecutivas en las mismas ranuras. Para poder distinguir los bucles formados entre cada par, se acostumbra hacer el primer bucle más corto que el segundo, en cada par de bobinas.





Para que las bobinas no se salgan de su lugar por efecto de la fuerza centrífuga, es necesario cerrar las ranuras con una cuña. Para ello se comienza por cortar el aislamiento que sale de cada ranura, a fin de que sólo sobresalga 5 mm.



Enseguida, con una punta de fibra o de madera, se mete hacia adentro de la ranura cada lado del aislante que sobresale en cada ranura, presionándolo contra el bobinado.



Después, se mete la cuña.

## CONEXION A LAS DELGAS



Coloque un relleno de aislante entre la cabeza del bobinado y el colector.



Ubique la primera bobina que colocó en las ranuras marcadas. Lleve la terminal inicial de esa bobina a la primera delga marcada. Pele el tramo pequeño de la punta del alambre que penetrará en la muesca de la delga.



Coloque ese extremo pelado del alambre dentro de la muesca y golpee suavemente con un bunil plano.





De esa manera lleve todas las puntas de la terminal inicial de la primera bobina e inicial de la segunda a muescas sucesivas a partir de la delga marcada. Como en el ejemplo de la ilustración se trata de un embobinado de tres bobinas por ranura, los alambres iniciales son tres, de modo que al colocar el inicio de las dos primeras bobinas hay seis alambres en las muescas de las delgas.



De igual manera continúe con todos los demás bucles.



En algunos casos se acostumbra colocar una cinta aislante trenzada con los alambres que van a las delgas.



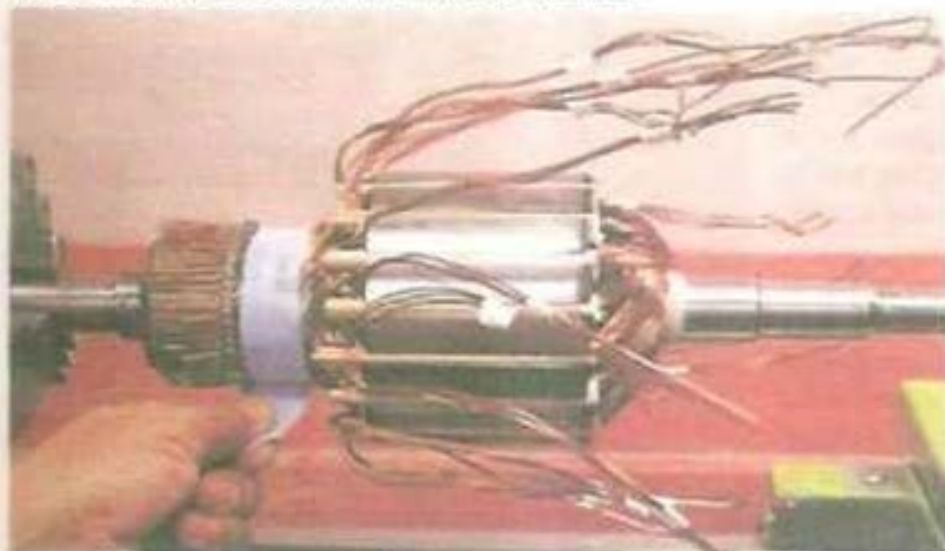
Cada vez que se coloca un alambre dentro de una muesca, se mete bien en ella golpeando con un buril plano.



De ese modo se terminan de colocar todos los inicios de bobina.



## MOTORES UNIVERSALES



Al terminar de colocar los inicios de las bobinas en las muescas de las delgas, se pone un aislamiento más.



### CONEXION A LAS DELGAS



Enseguida, se procede a conectar los finales de las bobinas en las delgas. Si es necesario, para identificar las terminales se utiliza la lámpara de prueba.

Por último se colocan los finales de las bobinas dentro de las muescas correspondientes de las delgas, siguiendo el mismo patrón que tenía el bobinado original, empalmando un final con el inicio de la delga siguiente, para formar la serie.



De esa manera se termina el bobinado.



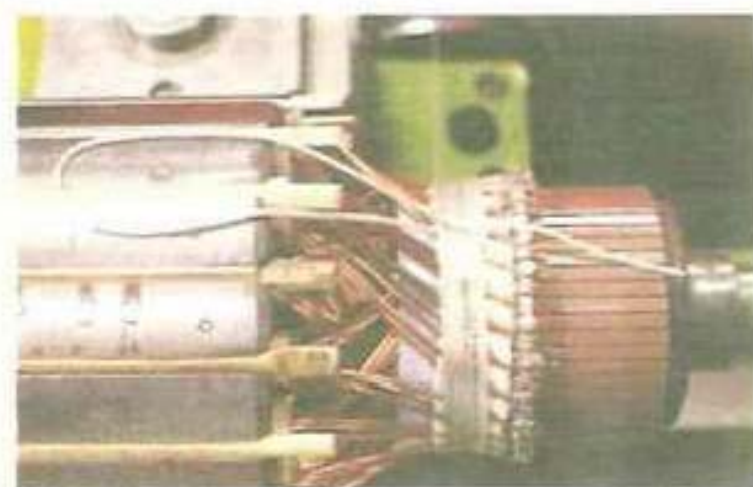


Con unos alicates se cortan las puntas sobrantes de las muescas de las delgas.

## ZUNCHADO



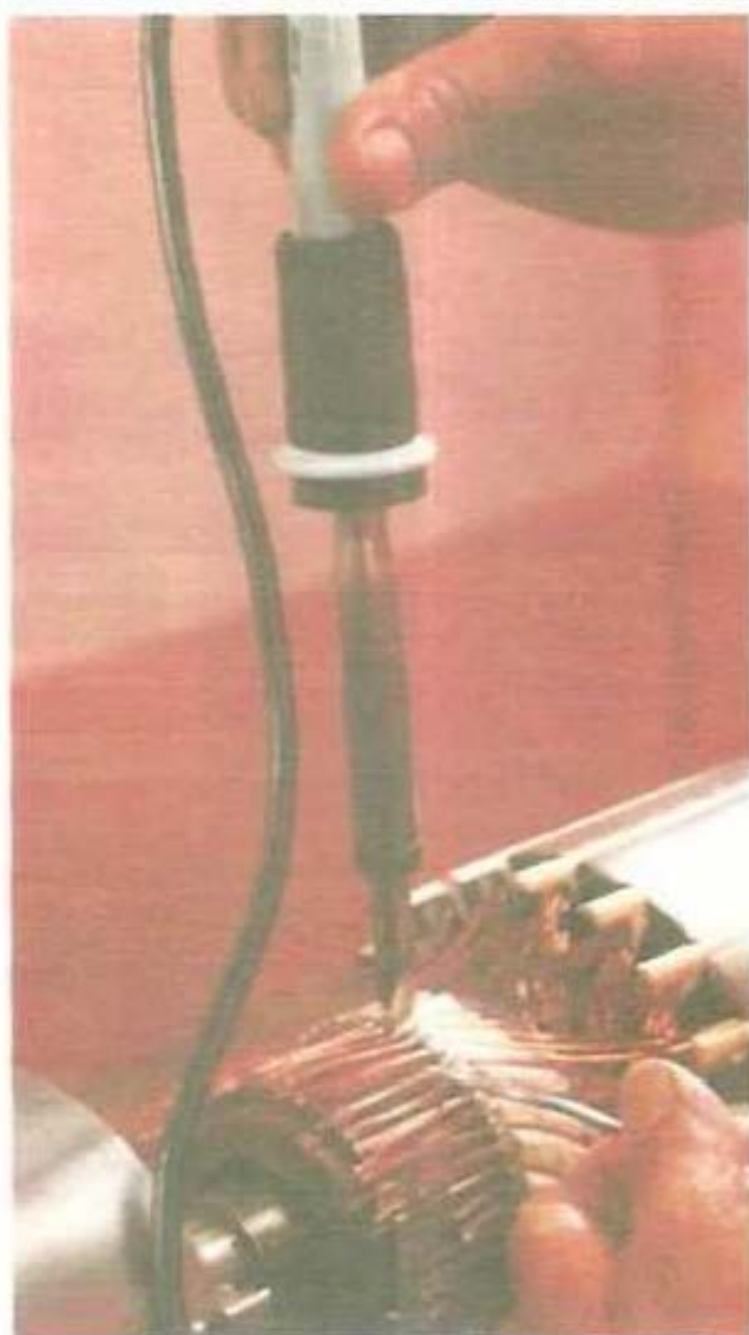
El zunchado consiste en enredar con un cordel las conexiones que van hacia el colector, para que no se salgan mientras el rotor gira. Se empieza por el extremo más cercano al colector, dejando libre un tramo de cuerda de unos 15 cm.



Enseguida, se sueldan las terminales. Se aplica fundente sobre la terminal de cada delga, para luego colocar sobre ella la punta caliente del cautín.

Se espera a que el fundente empiece a burbujear y entonces se aplica el alambre de soldadura de estaño, hasta que bañe la terminal y se rellene la muesca.

Manteniendo el cautín vertical se evita que el estaño líquido pueda escurrirse a las delgas vecinas.



Entonces se dan varias vueltas, una al lado de la otra, manteniendo el cordel tenso hasta sentir que está firme.



Como a la mitad del zunchado forme un bucle con el tramo libre.



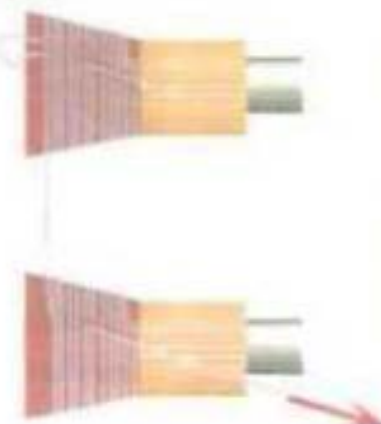


# MOTORES UNIVERSALES

## ZUNCHADO



Siga enrollando sobre el bucle, hasta cubrir dos tercios de la distancia entre el colector y el núcleo.



Corte el cordel y pase la punta por el bucle. Luego, jale la punta del tramo libre, para que la otra punta quede abajo del zunchado.



Finalmente, las puntas de alambre salientes de las muescas del colector se rectifican en el torno.

## VERIFICACIÓN ELÉCTRICA



Una vez terminado el zunchado, lo que procede es la verificación eléctrica para detectar contactos a tierra, interrupciones y cortocircuitos. La manera de llevar a cabo estas pruebas se describe en las páginas 119 a 122.

En los inducidos recién embobinados puede ocurrir que haya conexiones invertidas o equivocadas. Se coloca el inducido sobre la bobina de prueba o grauler, y al tocar con el voltímetro de corriente alterna un par de delgas contiguas la aguja se desviará en el sentido normal.



Cuando haya alguna conexión invertida, la aguja del voltímetro se desviará en sentido contrario de lo normal. Las lecturas de las delgas inmediatamente anterior y posterior tendrán doble valor que en un par de delgas normales.





Para probar si el inducido está equilibrado se coloca sobre dos apoyos con baleros y se hace girar suavemente.

La compensación se hace colocando pequeños trozos de plomo debajo de las cuñas o ranuras marcadas.



Para que el bobinado del rotor no se deteriore por la humedad ni por la vibración, se impregna con barniz.



Cuando se detiene, se marca la ranura que quedó en la parte superior. Se repite esta prueba varias veces y se marca, cada vez, la ranura que quedó arriba. Si en cada ocasión las ranuras marcadas quedan en posición distinta, es muy probable que el rotor esté balanceado. Pero si siempre se detiene en la misma posición o en posiciones inmediatas, será necesario compensar el desequilibrio.

### IMPREGNACIÓN

