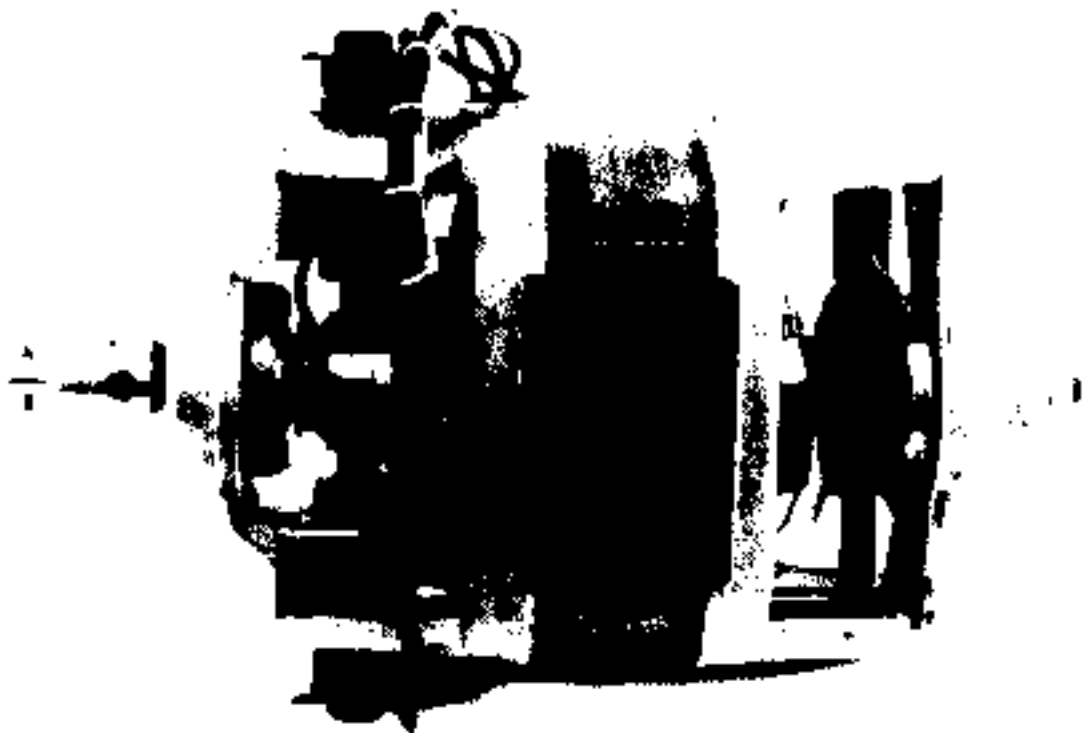


SENAI

Eletricista de manutenção

Preparação e bobinagem de rotor universal



Preparação e bobinagem de rotor universal

© SENAI-SP, 1986

Trabalho elaborado pela Divisão de Material Didático do Departamento Regional do SENAI-SP.

Equipe responsável

Coordenação geral	Marcos Antônio Gonçalves
Coordenação do projeto	Célia Regina Domingues Talavera
Elaboração	Antônio da Conceição Vieira Antônio Moreno Neto Francisco de Assis Costa e Silva Hernani Rossi Contrucci José Carlos de Souza
Revisão técnica	Antônio Moreno Neto Irandi Dutra
Texto final	Célia Regina Domingues Talavera
Revisão	Luiz Thomazi Filho
Planejamento gráfico	Marcos Luesch Reis
Composição	Cleide Aparecida da Silva Vanzelli
Produção gráfica	Silvia Regina de Oliveira Simões
Ilustração	José Antônio Datti Fernande
Fotografia	Regina Maria Galli
Coordenação da impressão	Victor Atamanov
Digitalização	UNICOM - Terceirização de Serviços Ltda.

Ficha catalográfica

Elaborada pela Unidade de Editoração - SENAI-SP

S47m SENAI - SP. DMD. **Preparação e bobinagem de rotor universal.** São Paulo, 1986. (Série Metódica Ocupacional de Eletricista de Manutenção)

1. Motor elétrico. 2. Motor I. t. II. S.

(CDU: 621.313.1)

SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Departamento Regional de São Paulo Av. Paulista, 1313 - Cerqueira Cesar São Paulo - SP CEP 01311-923
Telefone	(0XX11) 3146-7000
Telefax	(0XX11) 3146-7230
SENAI on-line	0800-55-1000
E-mail	senai@sp.senai.br
Home page	http://www.sp.senai.br

Sumário

Introdução	5
Motor universal	7
Enrolamentos	11
Desfazer bobinados de um rotor com coletor laminado	23
Preparar coletor laminado de um rotor bobinado com fio fino	27
Preparar coletor laminado de um rotor bobinado com fio grosso	31
Trocar coletor	33
Bobinar rotor de um motor universal com bobinas consecutivas	35
Bobinar rotor de um motor com bobina em V	39
Preparar cone de acabamento	45
Soldar saídas de bobinas ao coletor	53
Arrematar bobinado de rotor	57
Rebaixar mica de coletor laminado	61
Localizar falha provocada por contato à massa em um rotor com coletor	65
Localizar lâminas em curto-circuito	67
Localizar curto-circuito no bobinado de um rotor com coletor	69
Montar bobinas de campo	71
Ligar internamente bobinas de campo	75
Preparação e bobinagem do rotor do motor universal	79
Ensaiai motor universal em corrente alternada	83
Ensaiai motor universal em corrente contínua	85
Motor universal	87
Ensaiai motor universal	89

Introdução

O motor universal é de fácil regulagem e pode ser ligado tanto em corrente alternada quanto em corrente contínua. É muito utilizado na indústria e no lar. Os motores de liquidificador, batedeira, enceradeira, são motores universais.

Nesta unidade, você vai treinar mais uma vez o enrolamento de rotores, aprendendo a trabalhar com coletores laminados.

Bobinar o rotor do motor universal é enrolar condutores magnéticos nas ranhuras do rotor, espira por espira, por processo manual.

Estudando esta unidade, você terá informações sobre:

- Motor universal
- Enrolamentos

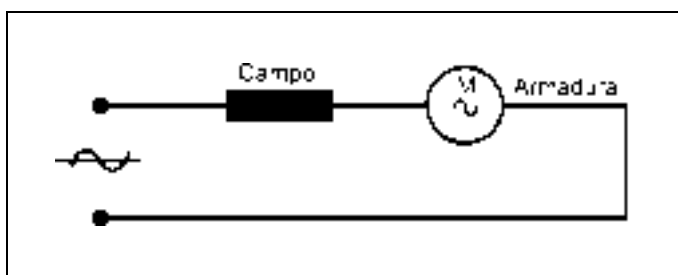
Para realizar a tarefa, você vai executar as seguintes operações:

- Desfazer bobinados de um rotor com coletor laminado.
- Preparar coletor laminado de um rotor bobinado com fio fino.
- Preparar coletor laminado com fio grosso.
- Trocar coletor.
- Bobinar rotor de um motor universal com bobinas consecutivas.
- Bobinar rotor de um motor universal com bobina em V.
- Preparar cone de acabamento.
- Soldar saídas de bobinas ao coletor.
- Arrematar bobinado de rotor.
- Rebaixar mica de coletor laminado.
- Localizar falha provocada por contato à massa em um rotor com coletor.
- Localizar lâminas em curto-circuito em rotor com coletor.
- Localizar curto-circuito no bobinado de um rotor com coletor.
- Ligar internamente bobinas de campo

Motor universal

É um motor de pequenas dimensões, projetado para ser utilizado em aparelhos portáteis ou de uso doméstico. Um motor com estas finalidades deve ter seu esquema elétrico adaptado para funcionar com qualquer tipo de tensão disponível.

Vamos analisar um exemplo. Um motor em série de pequena potência, com algumas modificações no seu circuito interno, funcionará bem tanto em **CC** quanto em **CA**. Observe o esquema abaixo.



O motor assim obtido é um motor universal. O bobinado da parte fixa chama-se bobinado de campo. O bobinado da parte giratória chama-se bobinado da armadura ou **induzido**.

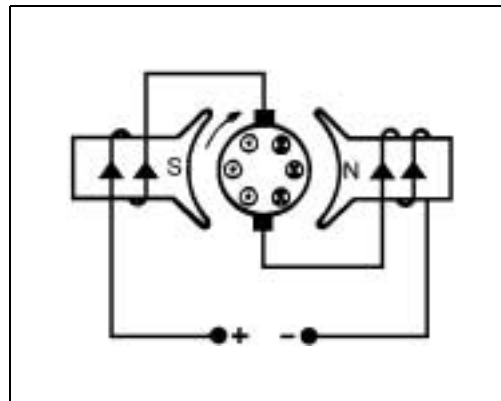
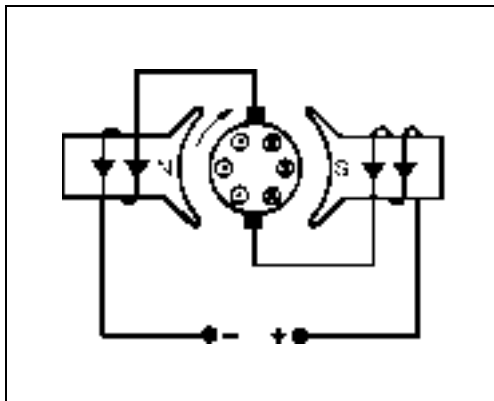
Alguns cuidados devem ser tomados na bobinagem. É necessário que o bobinado de campo seja executado sobre um núcleo formado por um pacote de placas de silício. Estas placas têm a finalidade de cortar o passo das correntes parasitas.

Veja a figura a seguir.



O bobinado de campo deve também ter um número menor de espiras para reduzir a queda de tensão reativa no campo em série.

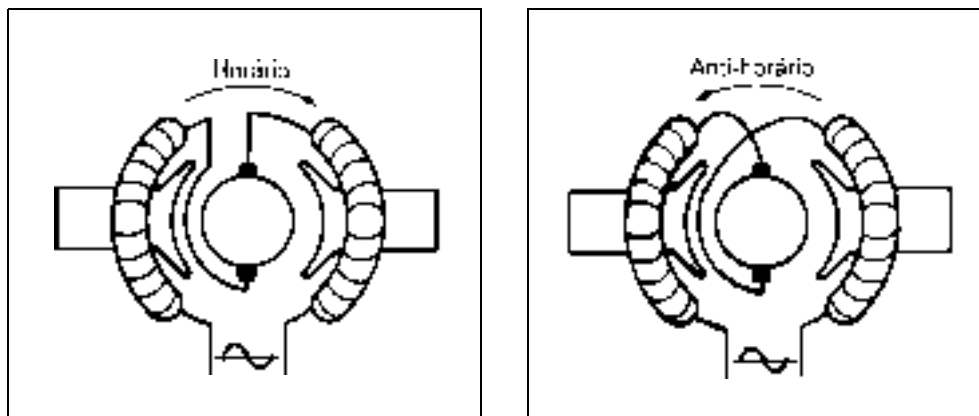
Pode-se também obter um motor universal de potência mais elevada. Neste caso, são necessárias modificações no projeto do motor para que ele tenha bom desempenho com **CC** e com **CA**. Veja abaixo duas figuras representando um projeto deste tipo.



Observe que quando se inverte a polaridade da fonte, invertem-se também a polaridade do campo e o sentido das correntes das armaduras. As figuras representam os dois meios ciclos da **CA** ou, ainda, a inversão de polaridade de uma fonte de **CC**. Em qualquer caso, o torque produzido terá sempre o mesmo sentido de rotação.

Mas há motores em que a reversão da rotação é necessária. Nestes casos, inverte-se o sentido da corrente do induzido.

Verifique este fato nas figuras a seguir.



Velocidade

Como todos os motores em série, o motor universal também está sujeito a uma velocidade a vazio excessivamente alta. Para evitar que esta velocidade seja atingida, monta-se dentro das carcaças um conjunto de engrenagens. O conjunto de engrenagens produz um torque resistente. Este torque evita a alta rotação em vazio e o alto valor do torque do motor em baixa velocidade.

Atualmente, controla-se a velocidade instalando-se um circuito eletrônico em série com o bobinado do motor. Utiliza-se também uma chave para a inversão do sentido de rotação.

Freqüência e tensão

O motor universal é projetado para funcionar com valores de tensões variando de 250V até 1,5V. Os valores das freqüências comerciais correspondentes variam de 60Hz até a freqüência zero. À freqüência zero corresponde uma corrente contínua.

Potência e aplicação

O motor universal comumente apresenta uma potência aproximada de 3/4HP. Este valor da potência pode ser aumentado introduzindo-se algumas mudanças no projeto do motor.

Motores universais com potências próximas a 3/4HP são utilizados em máquinas-ferramentas portáteis e eletrodomésticos. Incluem-se, neste caso, lixadeiras, furadeiras, aspiradores de pó, liquidificadores e enceradeiras.

Os motores universais com potência bem menores, na faixa de 1/20HP, são aplicados em barbeadores, secadores de cabelo ou máquinas de costura.

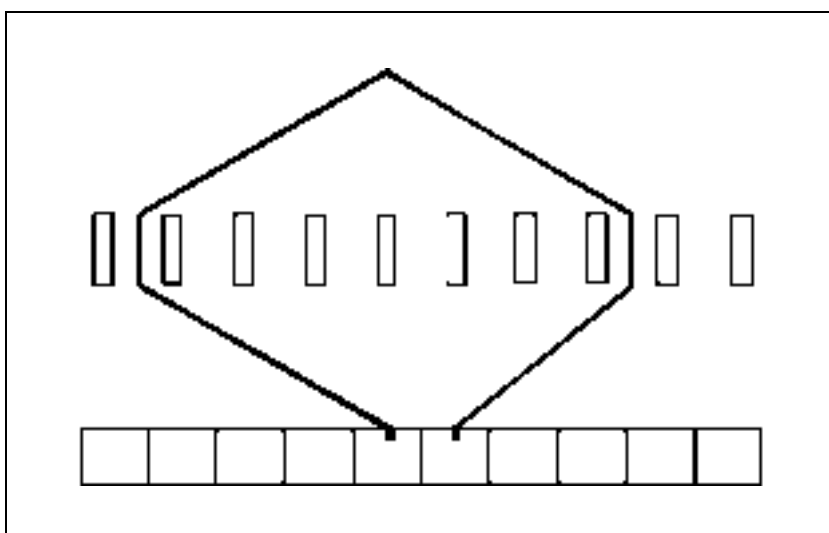
Estes motores, em plena carga, chegam a atingir mais de 10.000rpm. Porém, não há perigo de o motor disparar porque ele estará sempre ligado diretamente à carga.

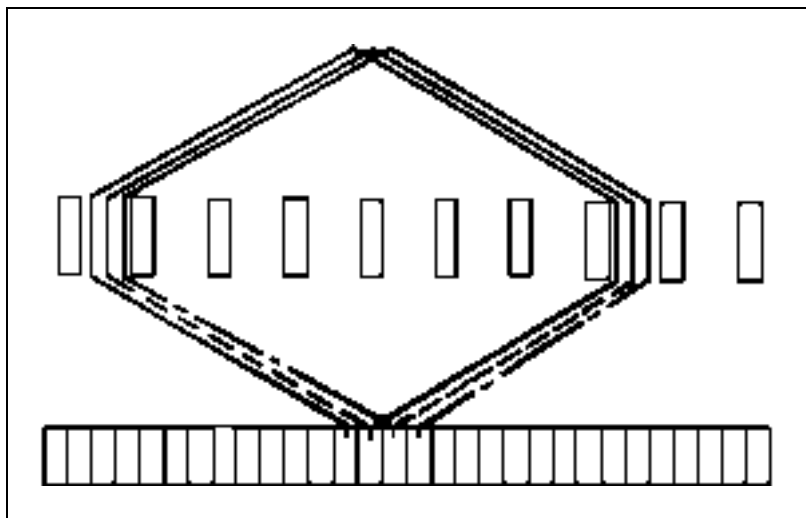
Enrolamentos

Como você já sabe, os rotores das máquinas elétricas possuem enrolamentos que se alojam nas ranhuras situadas na periferia do núcleo. O enrolamento de um motor universal pode ser do tipo **imbricado** ou do tipo **ondulado**. A seguir, iniciaremos o estudo de cada um destes enrolamentos, separadamente.

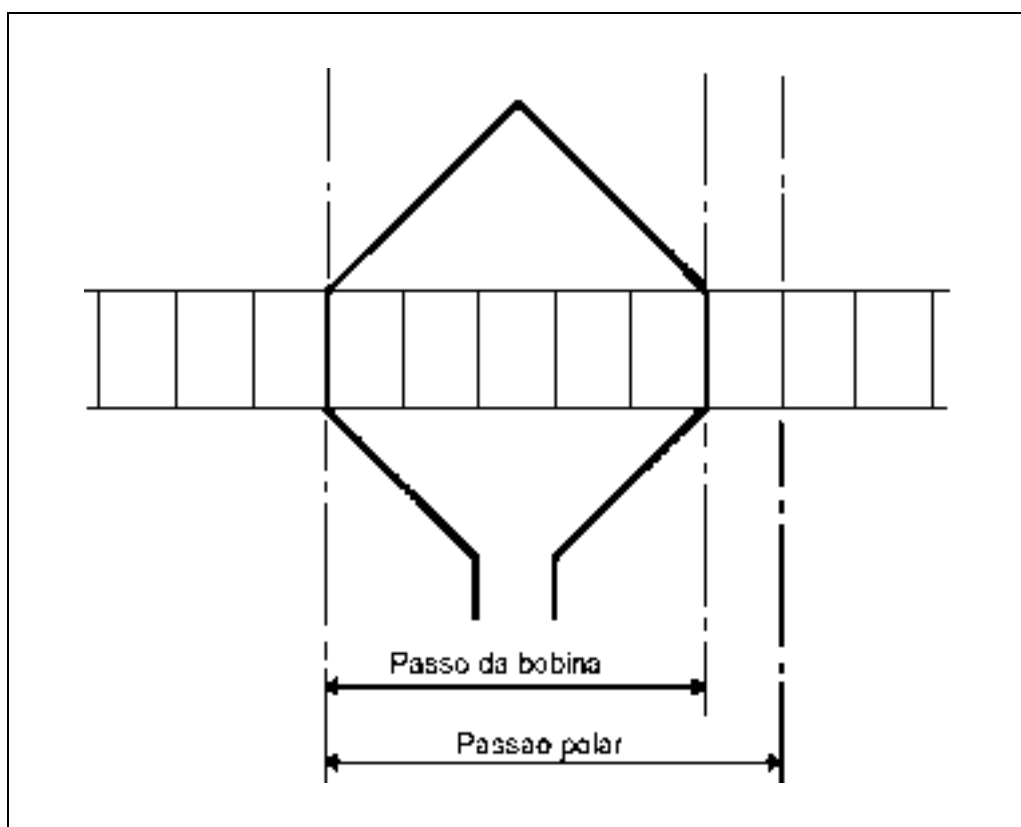
Enrolamento imbricado

É um enrolamento em que o começo e o fim do fio de uma bobina são ligados em lâminas adjacentes. São enroladas duas ou três bobinas no mesmo sentido e nas mesmas ranhuras. Portanto, o número de lâminas é duas ou três vezes o número de ranhuras. Veja as figuras a seguir.



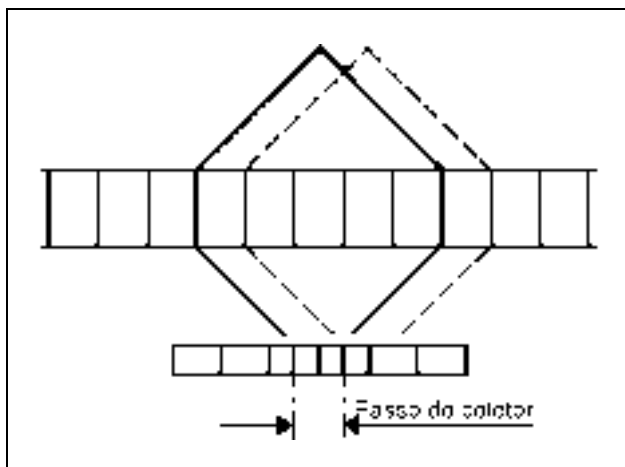


No enrolamento imbricado, o passo da bobina é sempre curto, ou seja, menor que o passo polar. Isto economiza fio e facilita a comunicação das escovas. Veja a figura a seguir.



Chama-se **passo do coletor** o número de lâminas entre as ligações do começo e do fim do fio de uma mesma bobina. Como os terminais de uma bobina são ligados em lâminas adjacentes, o passo do coletor do enrolamento imbricado é sempre igual a um.

Observe a seguir este fato.

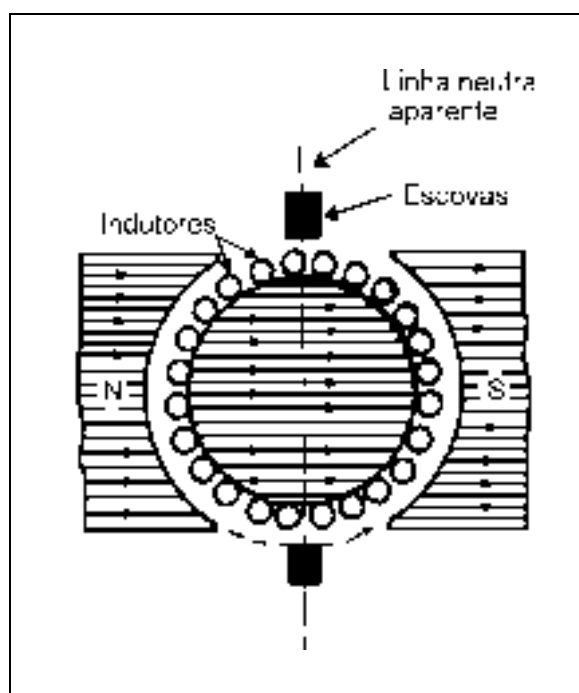


O enrolamento imbricado é utilizado em todo induzido de motor universal que possui 2 pólos de **CC**. Em induzido com mais de 2 pólos, este enrolamento só é usado em condições de tensão baixa e corrente alta.

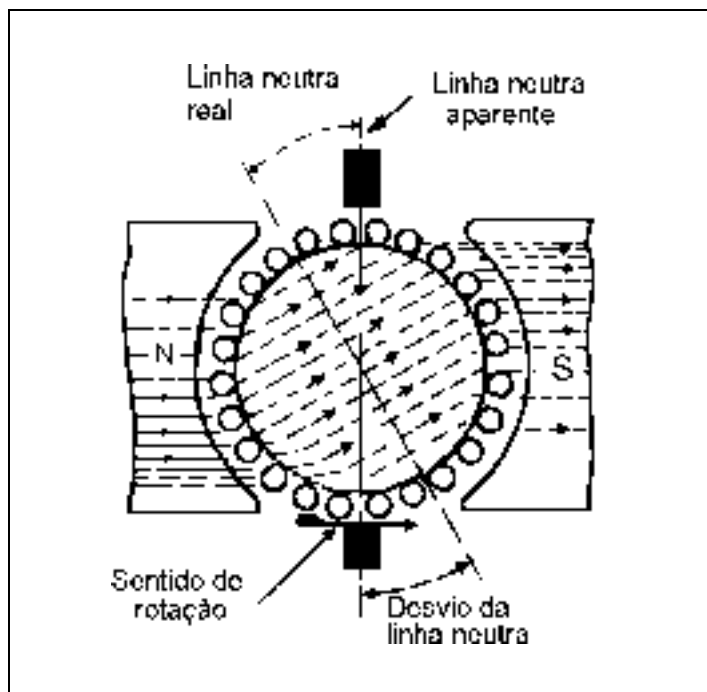
Ligação das bobinas

As pontas das bobinas não podem ser ligadas em quaisquer posições sobre o coletor. Estas ligações dependem das posições das escovas em relação à linha neutra do motor.

Se a máquina estiver parada, a linha neutra tem a posição vertical e está situada entre dois pólos adjacentes. Neste caso, chama-se linha neutra aparente. Veja a figura.



Quando a máquina é colocada em movimento, há a reação do induzido e a linha neutra se desloca. Neste caso, ela é chamada de linha neutra real. Veja a figura.



Ajuste das escovas

Nas máquinas de **CC** que possuem porta-escovas móveis, as escovas são ajustadas na posição da linha neutra real. Este ajuste chama-se calagem nas escovas e diminui o faiscamento ao mínimo.

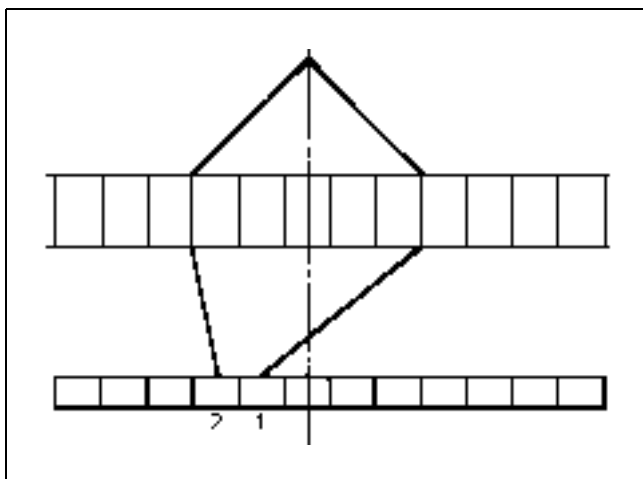
Há máquinas que não permitem o ajuste nas escovas. Nestes casos, a calagem é feita através de ligações das bobinas ao coletor. Essa calagem no coletor depende da posição das escovas em relação às bobinas de campo, bem como da rotação e da potência solicitada da máquina naquele instante.

Determinação da calagem no coletor

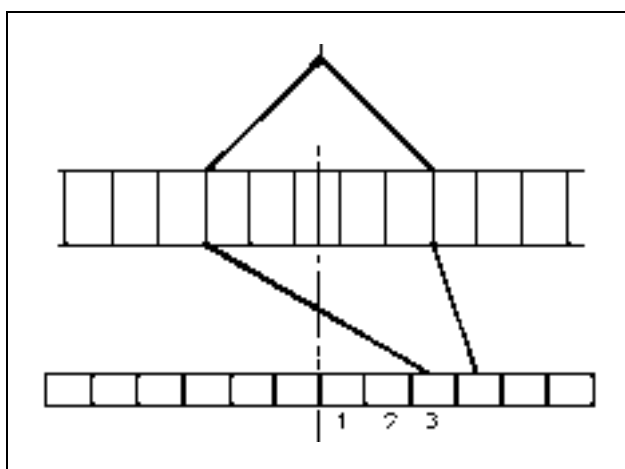
É uma operação que se faz necessária quando o enrolamento está danificado, devendo ser substituído. A determinação da calagem é complexa e requer muita perícia. Por isso, vamos examinar abaixo dois processos pelos quais ela pode ser executada.

1º Processo

- Localiza-se o centro de uma bobina qualquer.
- Usando-se um cordão, verifica-se em qual lâmina do coletor o centro está situado.
- Faz-se uma marcação nesta lâmina do coletor.



- Há casos em que a marcação recai entre duas lâminas, ou seja, sobre a mica de separação.

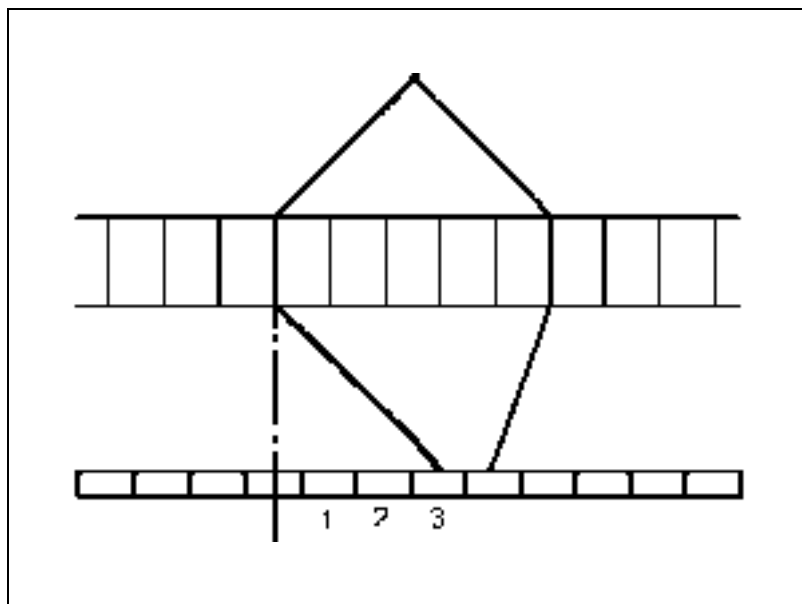


- Conta-se o número de lâminas existentes entre a marcação e o ponto inicial da bobina escolhida.
- O número de lâminas contadas chama-se calagem no coletor.

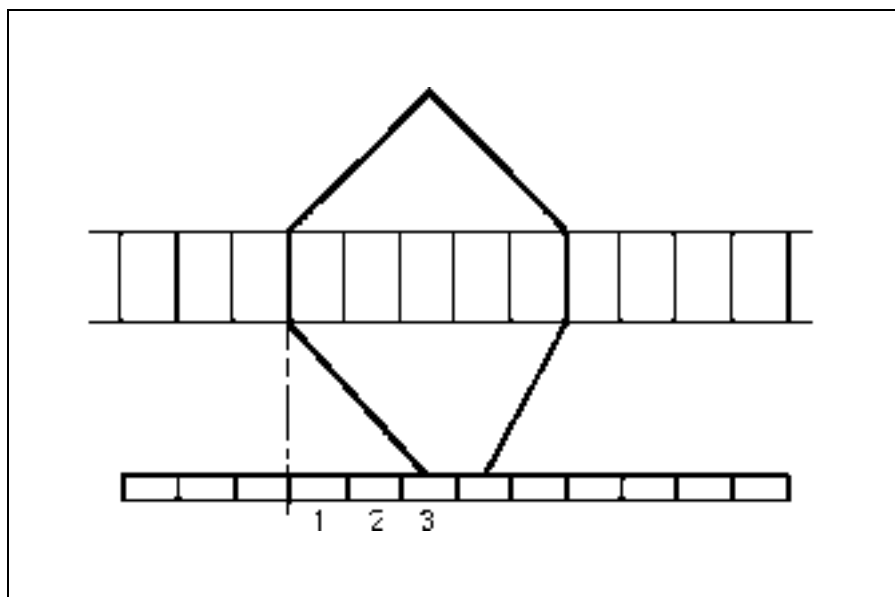
2º Processo

Com o auxílio de um cordão, localiza-se uma das ranhuras correspondentes ao coletor. Deve-se escolher a ranhura inicial ocupada pela bobina que estiver mais em evidência.

- Faz-se uma marcação da localização da ranhura sobre uma lâmina.



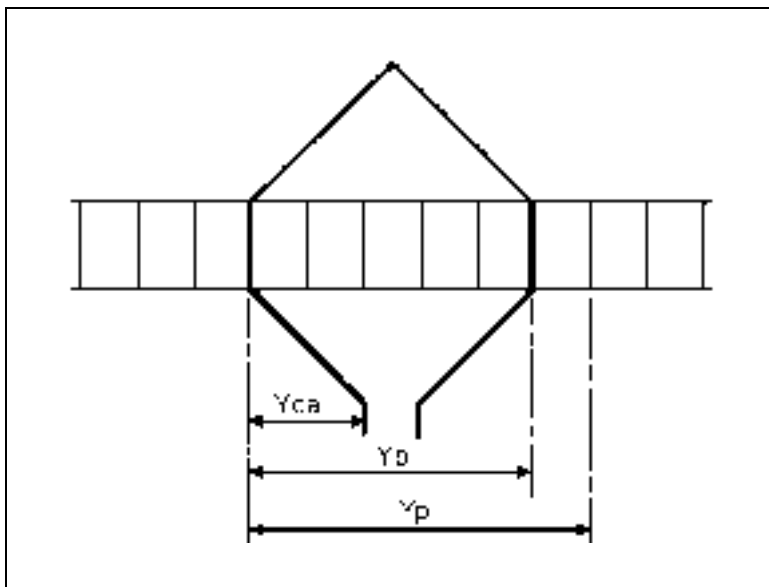
- A marcação pode também recair sobre o separado.



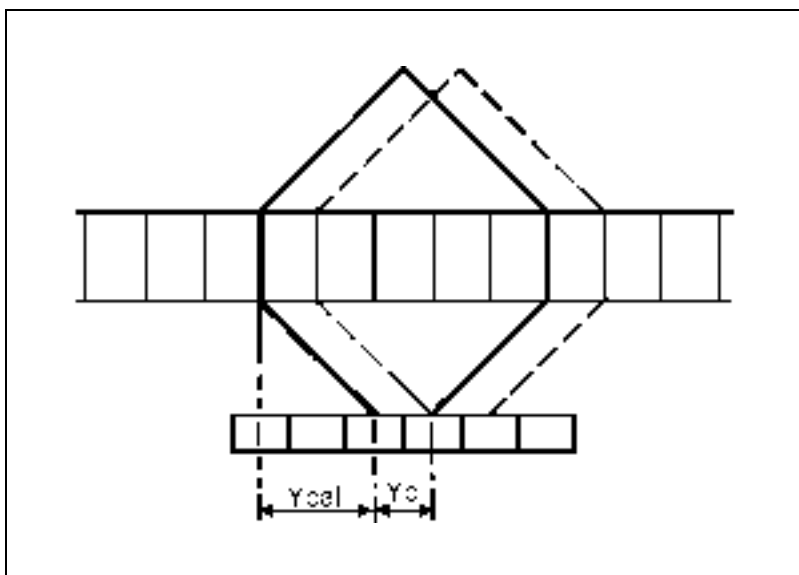
- Conta-se o número de lâminas existentes entre a marcação e o ponto inicial da bobina escolhida.
- O número de lâminas contadas é a calagem no coletor.

Passo da calagem

A calagem no coletor é também chamada de passo da calagem. O passo da calagem é representado pelo símbolo Y_{cal} . Veja, no esquema abaixo, as cotas correspondentes ao passo da calagem Y_{cal} , passo da bobinagem Y_b e passo polar Y_p .



Observe agora, na figura seguinte, a representação do passo da calagem Y_p e a do passo do coletor Y_c .



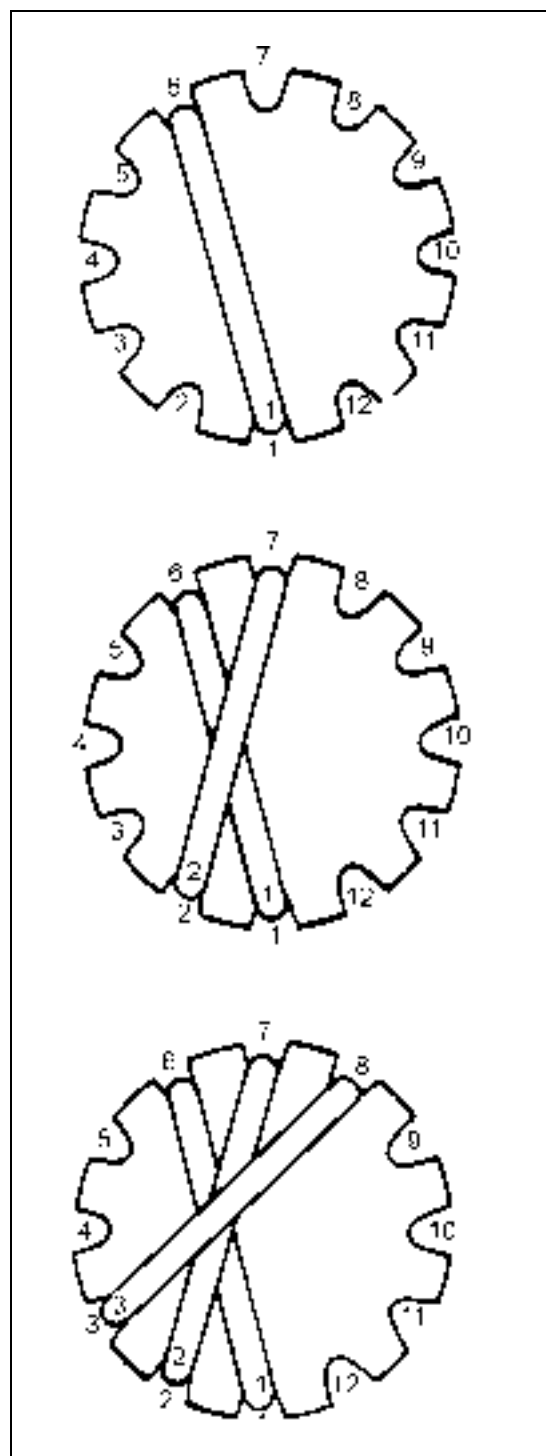
Tipos de enrolamento imbricados

Os enrolamentos imbricados podem ser com bobinas seguidas, com bobinas em V ou com bobinas em H, dependendo da maneira como são executados.

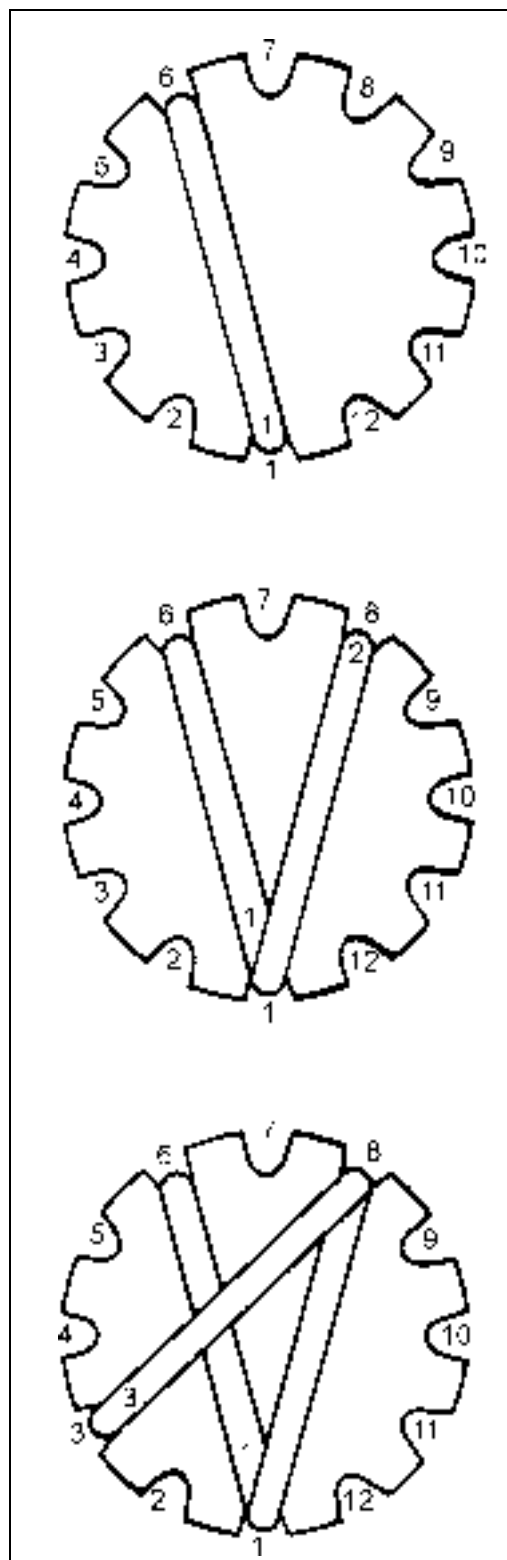
Enrolamento com **bobinas seguidas** é aquele em que as bobinas são enroladas uma após a outra, em canais sucessivos e sempre no mesmo sentido. O enrolamento assim obtido é de fácil compreensão e provoca menos enganos nas ligações e na colocação das bobinas. Veja a seqüência abaixo.

Observação

As últimas bobinas a serem enroladas são maiores porque são enroladas sobre as primeiras. Por isso, em induzidos sujeitos a altas rotações, o enrolamento com bobinas seguidas é desaconselhável. Nesses casos, recorre-se a um dos outros dois tipos de enrolamentos.

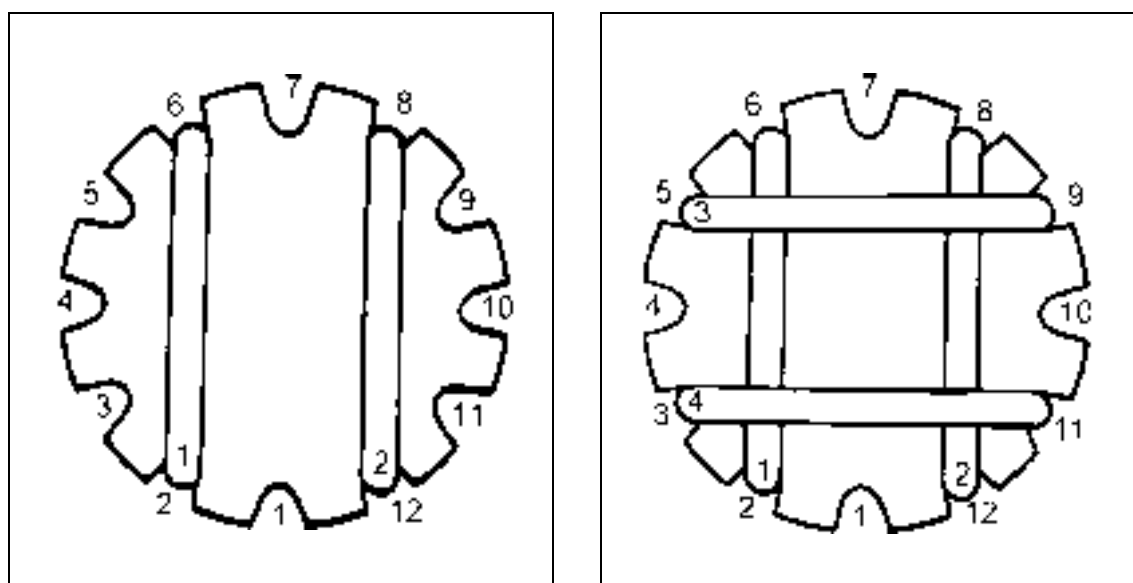


Enrolamento com **bobinas em V** é aquele em que as bobinas possuem um canal em comum, formando um **V**. Observe a figura.



Este tipo de enrolamento é usado nos casos em que se deseja um rotor bem equilibrado. O enrolamento pode ser feito com fio fino ou fio grosso. Quando for utilizado fio fino, o operador deve prestar atenção à ordem de colocação e aos sentidos contrários dos enrolamentos das bobinas. Se for usado fio grosso, deve-se tomar cuidado com a posição do início de cada bobina no coletor.

Enrolamento com **bobinas em H** é aquele em que as bobinas são enroladas em pares paralelos e cada par é perpendicular a outro já colocado. Veja as figuras abaixo.



Este tipo de enrolamento também deixa o rotor bem equilibrado. As bobinas só podem ser enroladas com fio grosso. O operador deve prestar atenção na ligação do início de cada bobina ao coletor.

Enrolamento ondulado

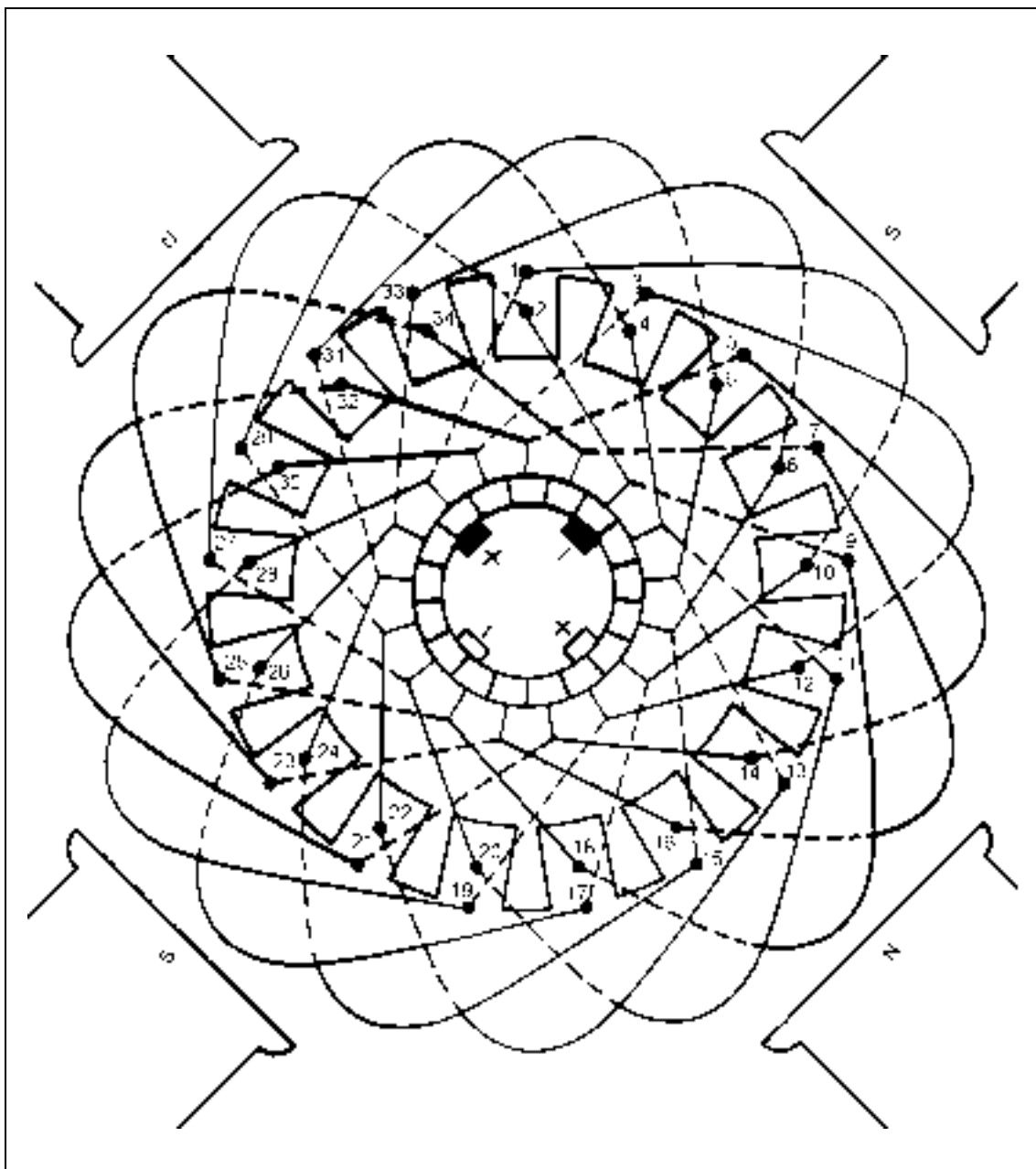
É um enrolamento em que o começo e o fim do fio de uma bobina são ligados em lâminas muito distantes umas das outras.

Esta distância depende do número de pólos da máquina e do número de lâminas do coletor.

A principal característica de um enrolamento ondulado é a forma como são feitas as ligações das bobinas. Nestas ligações, a entrada fica distante da saída metade das lâminas se a máquina tiver 4 pólos, um terço das lâminas se a máquina tiver 6 pólos e um quarto das lâminas se a máquina tiver 8 pólos.

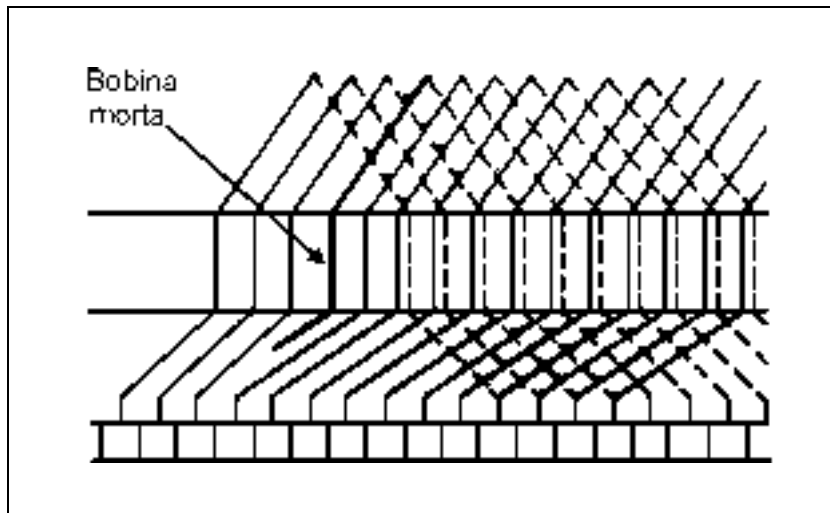
As armaduras das máquinas que possuem enrolamento ondulado necessitam apenas de duas escovas. As escovas dividem o enrolamento do induzido em dois circuitos distintos, independentemente do número de pólos. Há máquinas, entretanto, que possuem quantidade de escovas igual ao número de pólos. Esta quantidade de escovas permite uma melhor distribuição da corrente nas escovas.

O enrolamento ondulado é também chamado de **enrolamento em série**. Isto porque cada um dos dois circuitos internos é formado por metade dos condutores ligados **em série**. Cada circuito está sob a ação de dois campos magnéticos de polaridades diferentes. Observe a figura a seguir.



O enrolamento ondulado pode ter 2,4 ou 6 lados de bobina em cada ranhura. Se um enrolamento possui um número par de bobinas, há uma bobina que não se liga ao coletor. Esta bobina recebe o nome de bobina morta e sua função é, apenas, a de equilibrar o peso na periferia do tambor.

Veja uma bobina morta no esquema a seguir.



O número de bobinas é sempre determinado para que permita a diminuição da tensão entre as lâminas. Isto reduz o faiscamento no coletor.

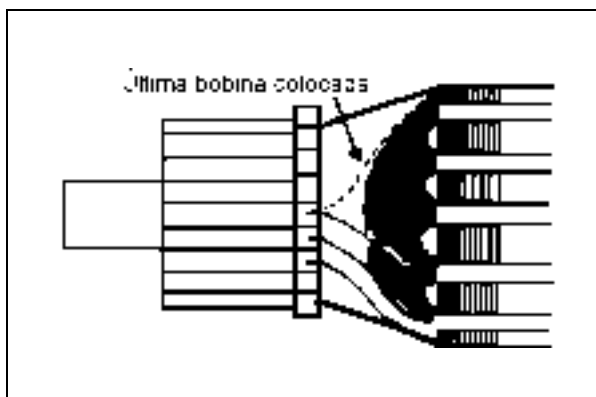
Para se rebobinar um induzido, é importante tomar muito cuidado ao se reconstruírem os passos da bobina e do coletor. Havendo algum erro nessas operações, a máquina não funcionará ou, então, ficará em péssimas condições de funcionamento. Neste caso, haverá faiscamento no coletor e pouca força. Se for um gerador, haverá tensão baixa.

Os enrolamentos ondulados são do tipo **seguido**. Não se utilizam na prática os tipos **H** ou **V** vistos nos enrolamentos imbricados.

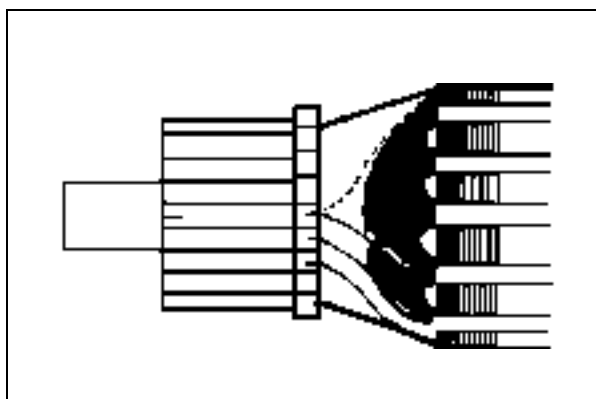
A utilização dos enrolamentos ondulados, geralmente, é verificada em máquinas multipolares de potência média. Esses enrolamentos são apropriados para os casos em que a tensão é alta e a corrente é baixa.

Desfazer bobinados de um rotor com coletor laminado

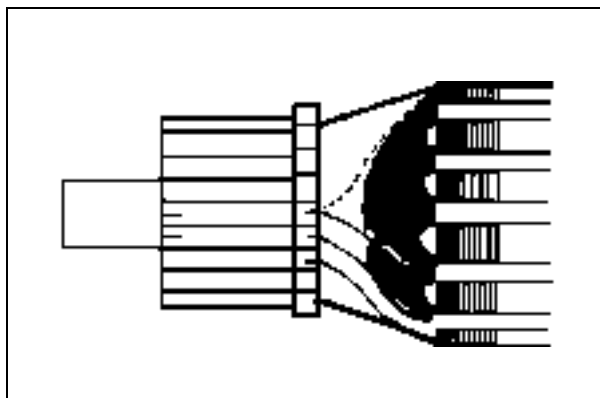
1. Retire a bandagem.
2. Retire as cunhas.
3. Localize a última bobina colocada.



4. Faça um risco, com uma lima triangular, numa das ranhuras ocupadas pela última bobina.



5. Faça um risco, com uma lima triangular, na outra ranhura ocupada pela última bobina.

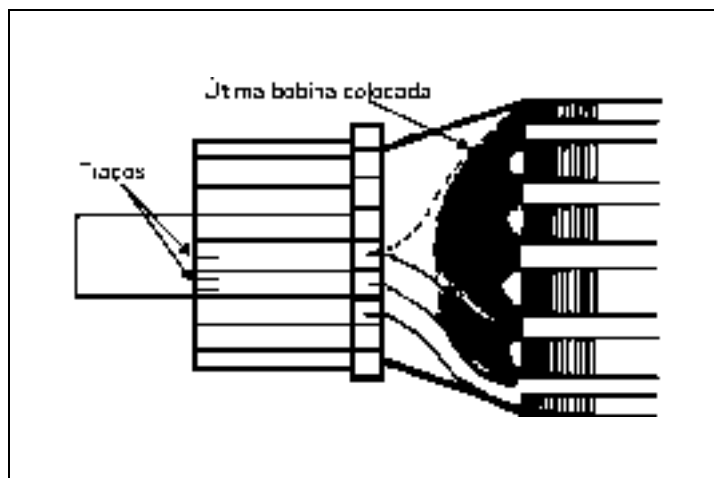


6. Localize a ponta final da última bobina.

Observação

Esta ponta final sai de uma das ranhuras marcadas.

7. Faça dois riscos na lâmina que recebe a ponta final da última bobina.



8. Corte todas as saídas das bobinas com um alicate.
9. Desfaça a última bobina, volta por volta.

Observação

Conte o número de espiras desta bobina e anote o valor encontrado.

10. Localize a lâmina onde está ligada a ponta inicial da última bobina.

11. Faça um risco na lâmina localizada no item anterior.
12. Meça o diâmetro do condutor.
13. Anote o valor do diâmetro.
14. Verifique qual é o tipo de isolamento do condutor.

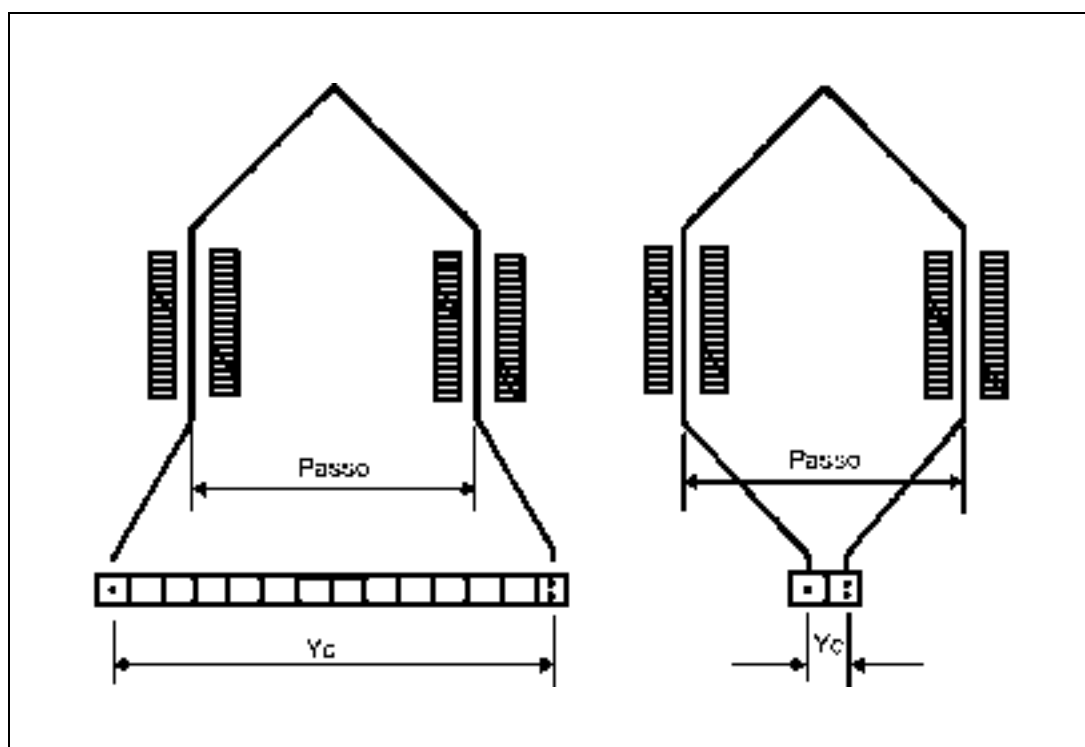
Observação

Anote todos os dados obtidos.

15. Retire a bobina seguinte.
16. Confirme os dados obtidos.
17. Retire as bobinas restantes.
18. Pese todo o condutor.
19. Anote os dados.
20. Conte o número de ranhuras do induzido.
21. Anote o número de ranhuras.
22. Conte o número de lâminas do induzido.
23. Anote o número de lâminas.
24. Faça um esquema simplificado do bobinado desfeito.
25. Desenhe, no esquema simplificado, o passo da bobina e a descida do coletor.

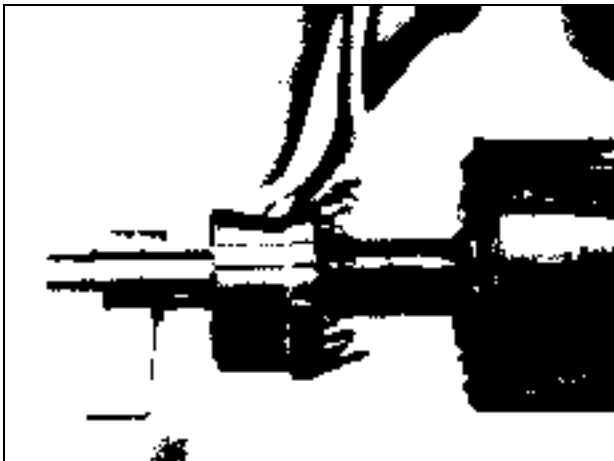
Observação

Observe o exemplo do esquema na figura abaixo.



Preparar coletor laminado de um rotor bobinado com fio fino

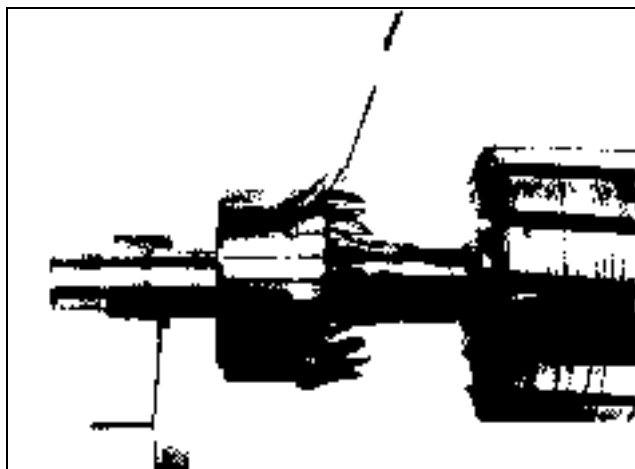
1. Limpe o coletor utilizando um pano limpo embebido em solvente.



2. Aqueça os canais entre as lâminas onde estão alojadas as pontas dos condutores, com o ferro de soldar.



3. Remova os excessos de solda das pontas dos fios, com um pincel, como mostra a figura a seguir.



Observação

Conserve estanhados os canais entre as lâminas para facilitar a soldagem dos fios do novo enrolamento.

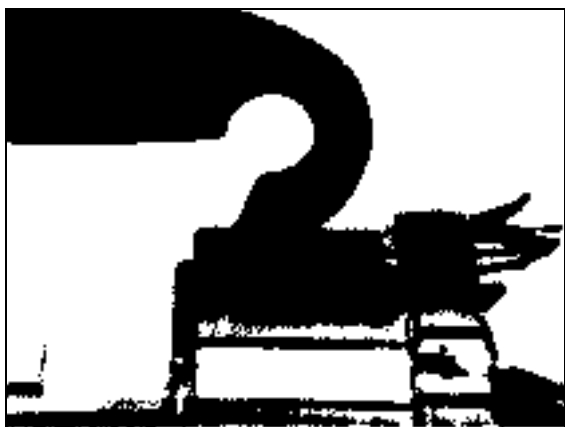
4. Marque uma lâmina qualquer com giz.
5. Teste o isolamento da lâmina marcada com a lâmina adjacente, utilizando para isso uma lâmpada em série.



6. Repita o teste de isolamento, efetuado no item 5, em toda as lâminas seguintes até completar toda a volta.

Observação

Se alguma lâmina apresentar faiscamento durante a aplicação dos testes, levante imediatamente as ponteiros de prova. Em seguida, elimine as matérias que causam o problema com um rebaixador de mica.



Preparar coletor laminado de um rotor bobinado com fio grosso

1. Limpe o coletor utilizando um pano limpo embebido em solvente.
2. Retire as pontas do fio.
3. Retire os excessos de solda utilizando um bedame e um martelo adequados ao coletor.



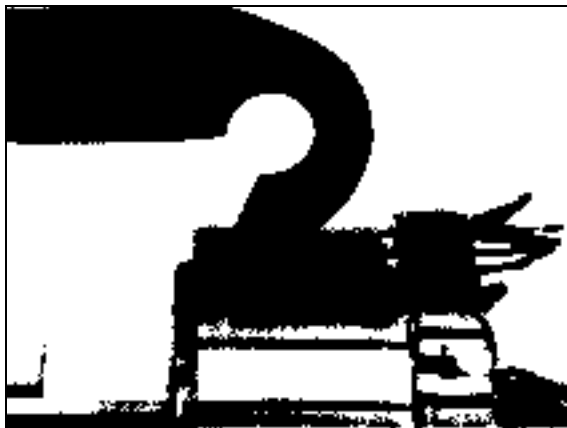
4. Limpe completamente os entalhes das lâminas com uma lixa.
5. Estanhe cuidadosamente os interiores dos entalhes.
6. Retire os excessos de solda.

7. Teste o isolamento entre as lâminas utilizando uma lâmpada em série, como mostra a figura a seguir.



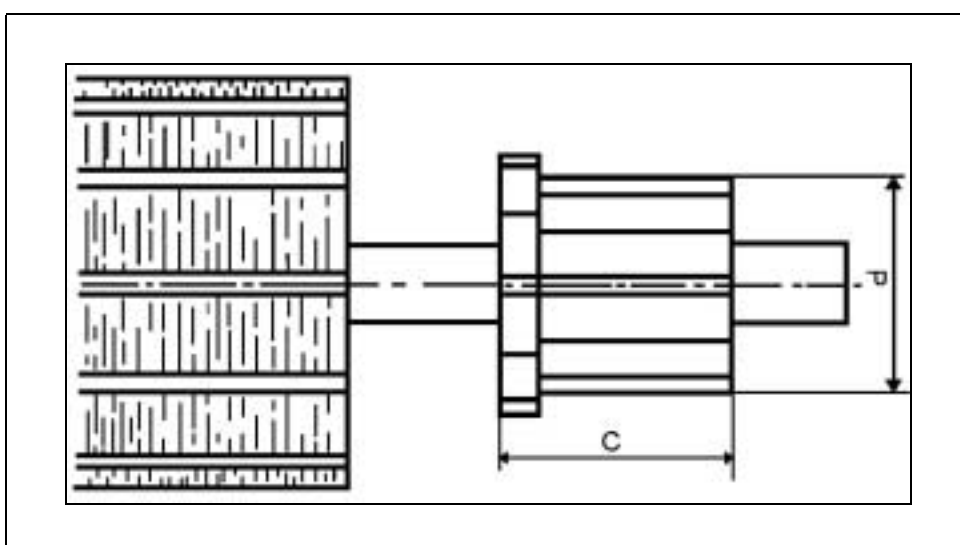
Observação

Se houver algum contato entre lâminas, remova as impurezas com o rebaixador de mica.

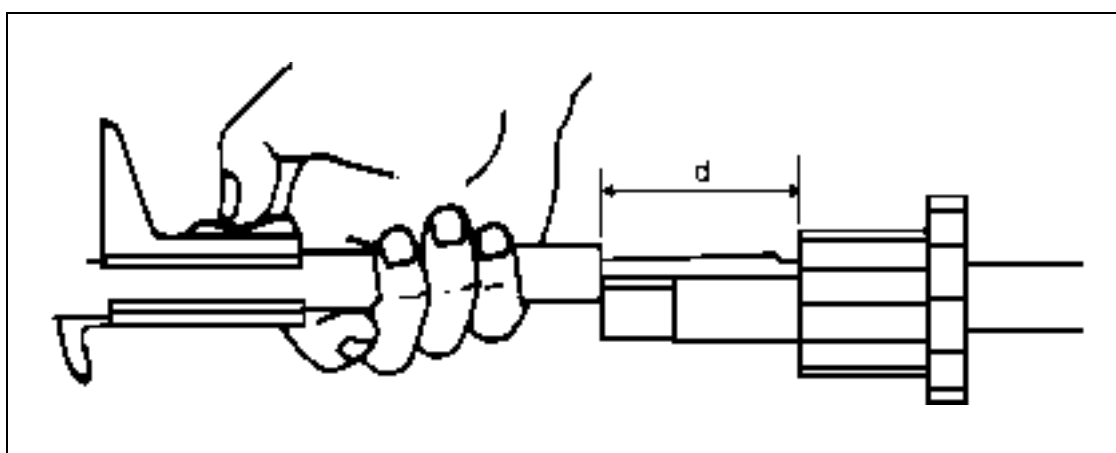


Trocar coletor

1. Anote as medidas do diâmetro, do comprimento e do número de lâminas do coletor.



2. Anote o tipo de isolamento das lâminas.
3. Meça a distância do coletor à parte do eixo.



4. Anote a medida obtida no item anterior.
5. Retire o coletor com o auxílio de um extrator de polias ou um extrator de coletor próprio, como mostra a figura abaixo.

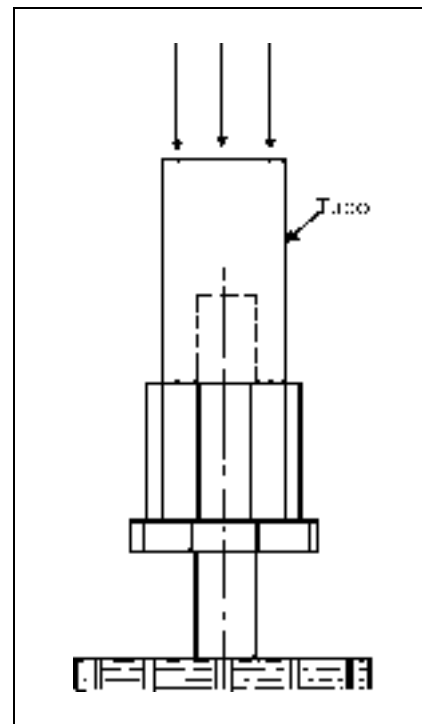


6. Escolha um coletor novo com as mesmas características do coletor retirado

Observação

Se houver rebarbas de material no novo coletor, remova-as com uma escova.

7. Faça a limpeza do novo coletor.
8. Aplique uma camada de graxa do eixo do rotor.
9. Introduza o novo coletor no eixo até a medida de referência, com o auxílio de um tubo.



10. Complete a instalação do novo coletor aplicando batidas firmes ou utilizando um balancim.

Observação

Esta **operação** só deverá ser realizada se o coletor não estiver em condições de funcionamento.

Bobinar rotor de um motor universal com bobinas consecutivas

1. Isole o rotor seguindo os mesmos passos encontrados na Operação - Desfazer bobinados de transformador.
2. Posicione o rotor com o coletor voltado para você.
3. Coloque no extremo do condutor um pedaço de tubo isolante do tipo espaguete.
4. Amarre a ponta do condutor no eixo.
5. Passe o condutor ao longo da ranhura.

Observação

O tubo isolante deve chegar até a metade da ranhura.

6. Retorne pela ranhura que completa o passo

Observação

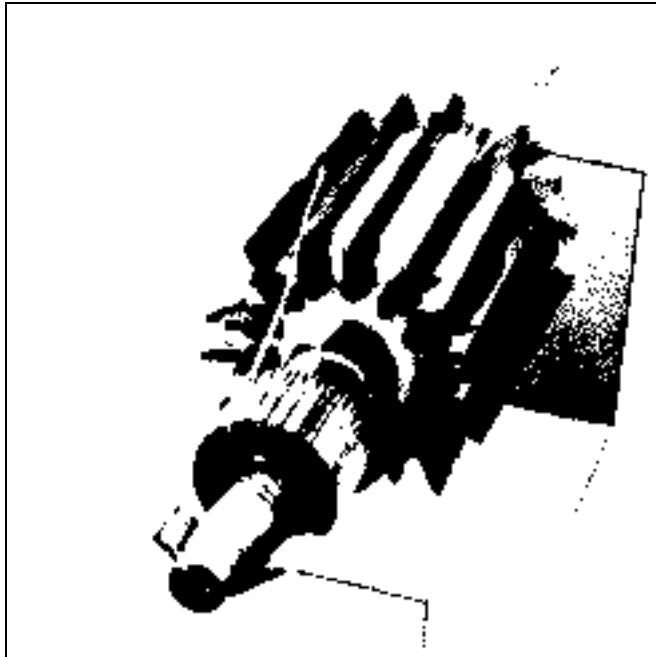
Ao efetuar as primeiras voltas, verifique se a isolação está colocada corretamente em toda a extensão da ranhura.

7. Continue enrolando o condutor sempre nas mesmas ranhuras até completar o número de espiras previstas.

Observação

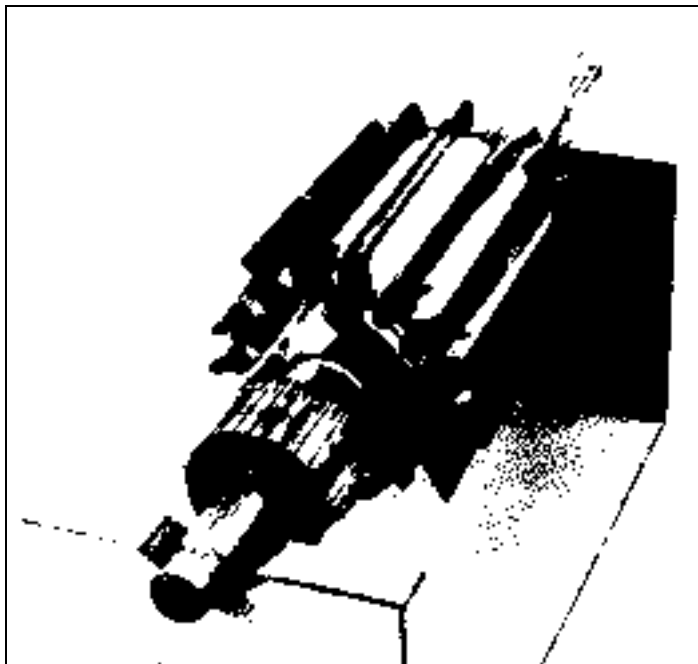
- Instale as espiras sob pressão.
- Faça os fios percorrerem, nas cabeceiras, a menor distância entre uma ranhura e outra.

8. Instale o condutor até a metade da ranhura inicial.



9. Faça um laço na ponta do condutor de tal forma que seu comprimento ultrapasse o comprimento do coletor.

10. Torça o condutor.



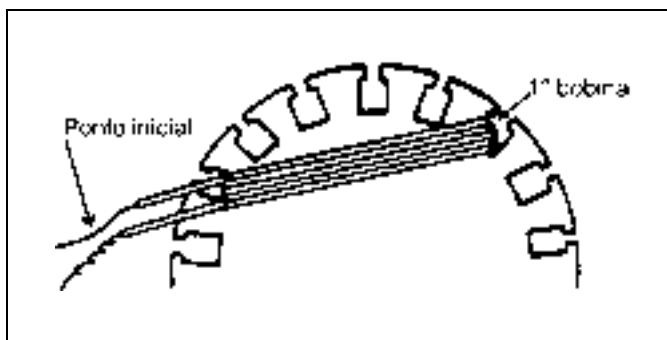
11. Isole a derivação com um espaguete.

Observação

Se houver mais de uma derivação por ranhura, utilize espaguetes de cores diferentes para melhor identificá-los.

12. Alojje a derivação na ranhura.

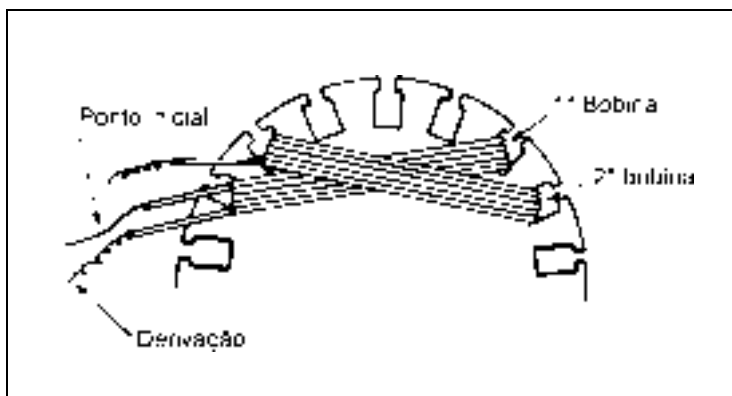
13. Repita o passo anterior para o número total de espiras nas mesmas ranhuras, como mostra a figura a seguir.



14. Leve o condutor até a metade da ranhura seguinte.

Observação

A ranhura seguinte localiza-se à direita da primeira ranhura.



15. Repita os passos 9,10 e 11.

16. Enrole o número de espiras correspondentes.

17. Faça a derivação central.

18. Repita os passos **12** e **13** com as demais bobinas.

Observações

- Ao colocar dois lados de bobina numa mesma ranhura, isole um do outro com papel isolante.
- A ponta final da última bobina deve ser juntada à ponta inicial da primeira bobina para formar a derivação inicial.

19. Arremate o enrolamento seguindo os mesmos passos encontrados na Operação - Desmontar máquinas giratórias.

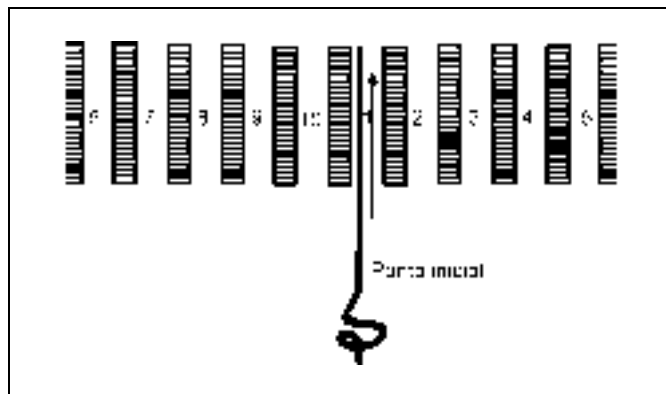
Bobinar rotor de um motor universal com bobina em V

1. Isole o rotor seguindo os mesmos passos encontrados na Operação - Isolar rotor e estator.

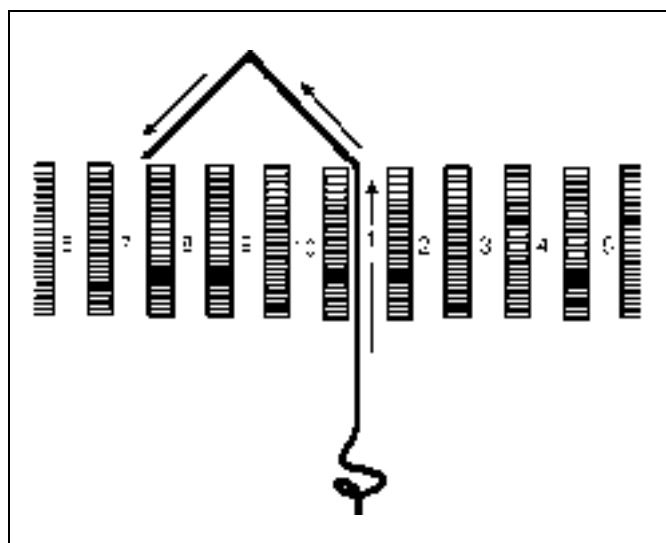
Observação

Nestes passos utilizamos como exemplo um rotor de 10 ranhuras, 10 bobinas de 2 seções e 20 lâminas no coletor.

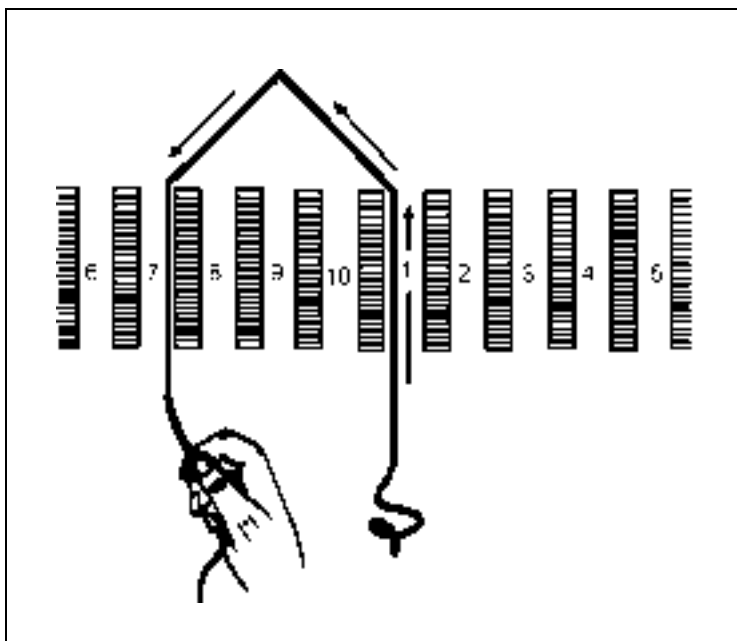
2. Inicie o enrolamento pela ranhura de número 1.



3. Passe o fio por trás da armadura.

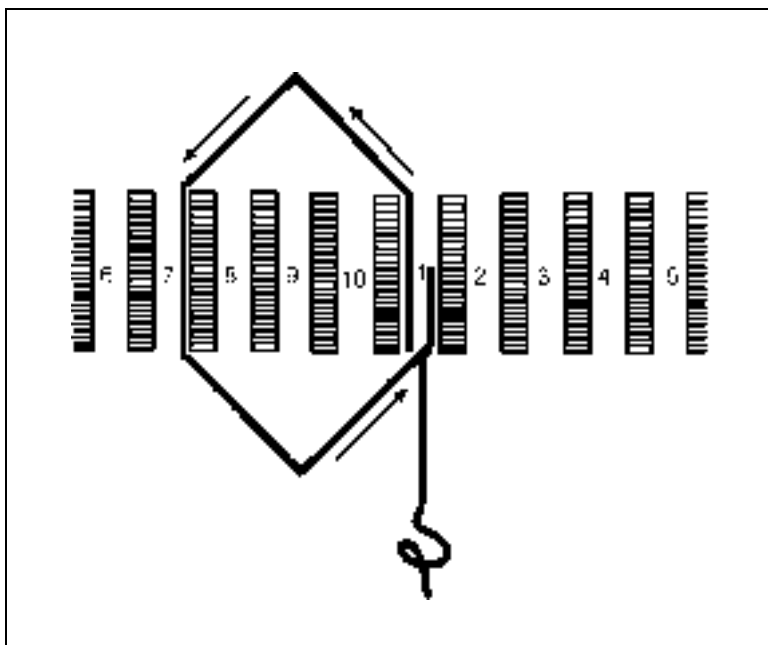


4. Retorne pela ranhura de número 7.

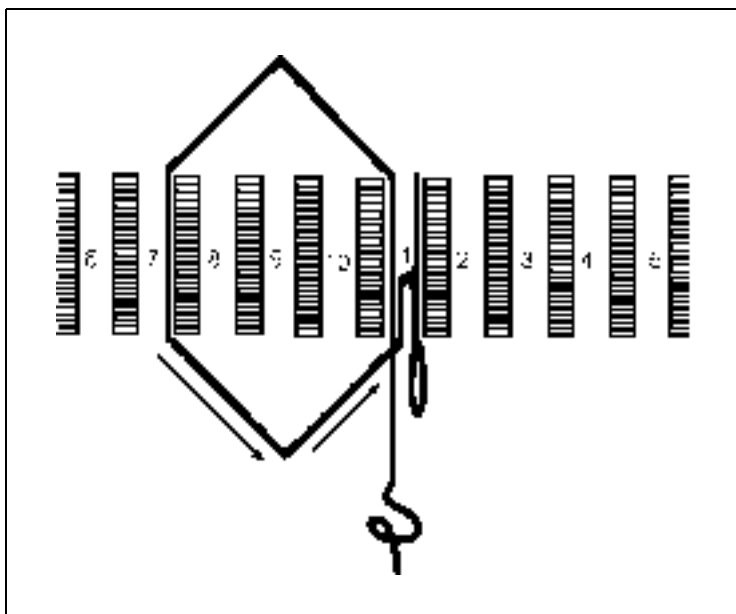


5. Enrole espiras até completar a 1ª bobina.

6. Aplique o fio que sai da ranhura de número 7 até a metade da ranhura de número 1.



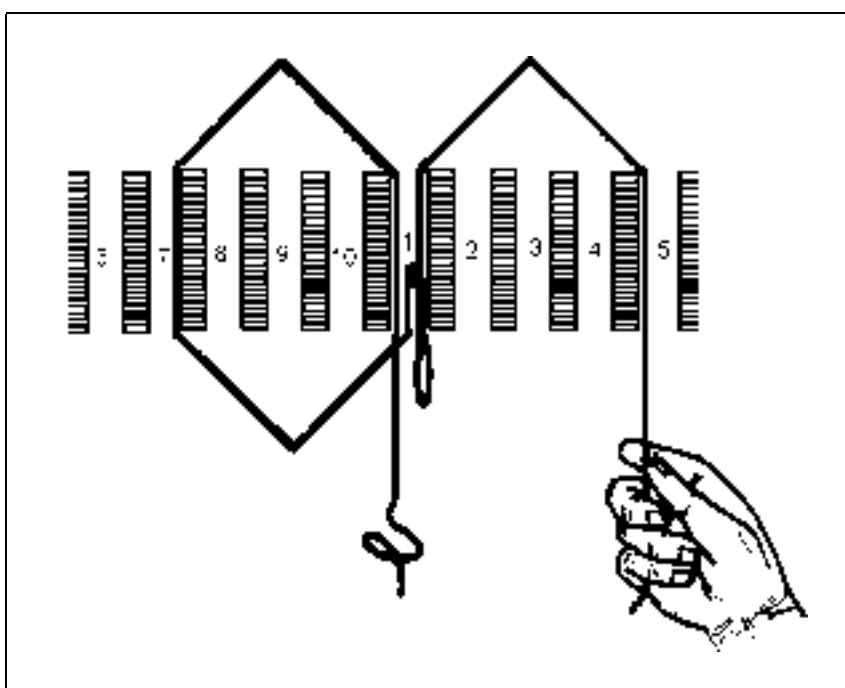
7. Faça o laço da derivação.



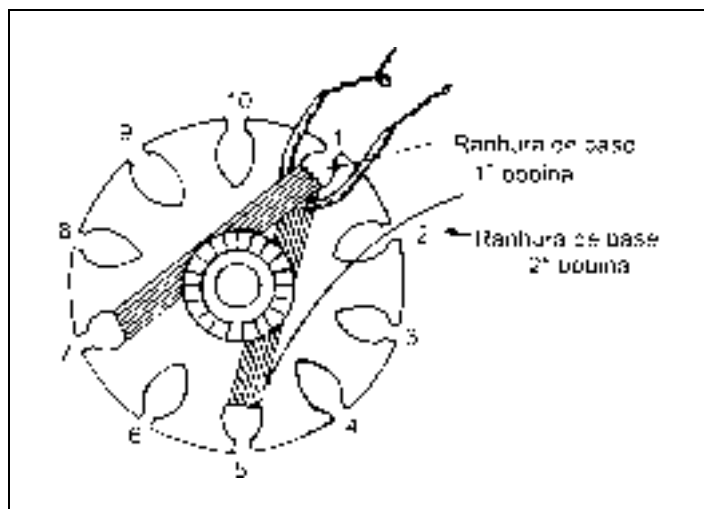
8. Enrole a 2ª seção no lado direito.

Observação

O fio deve entrar pela ranhura de número 1 e voltar pela ranhura de número 5.



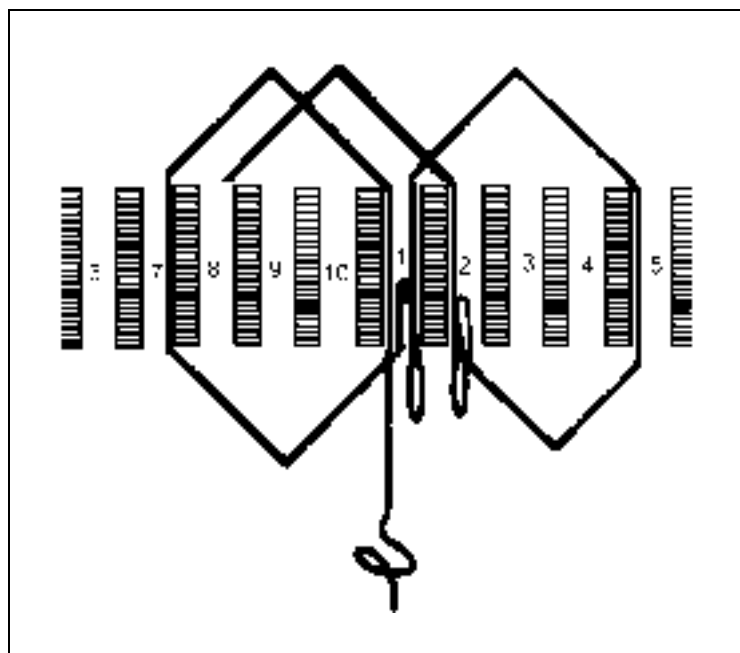
9. Inicie o enrolamento da 2ª bobina pela ranhura de número 2, como mostra a figura a seguir.



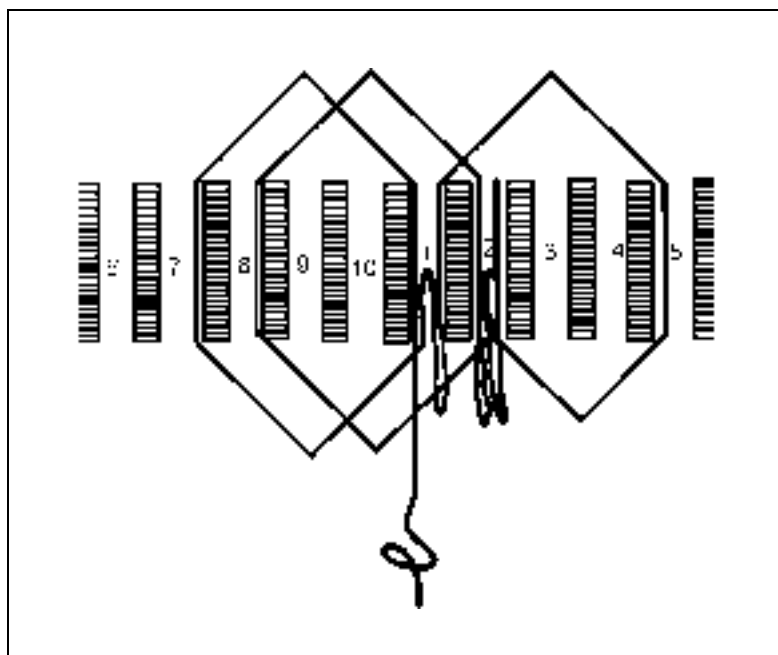
10. Aplique a ponta de saída da 2ª seção da 1ª bobina até o meio da ranhura número 2.
11. Faça o laço da derivação.
12. Enrole a 1ª seção a 2ª bobina.

Observação

O fio deve entrar pela ranhura de número 2 e voltar pela ranhura de número 8.



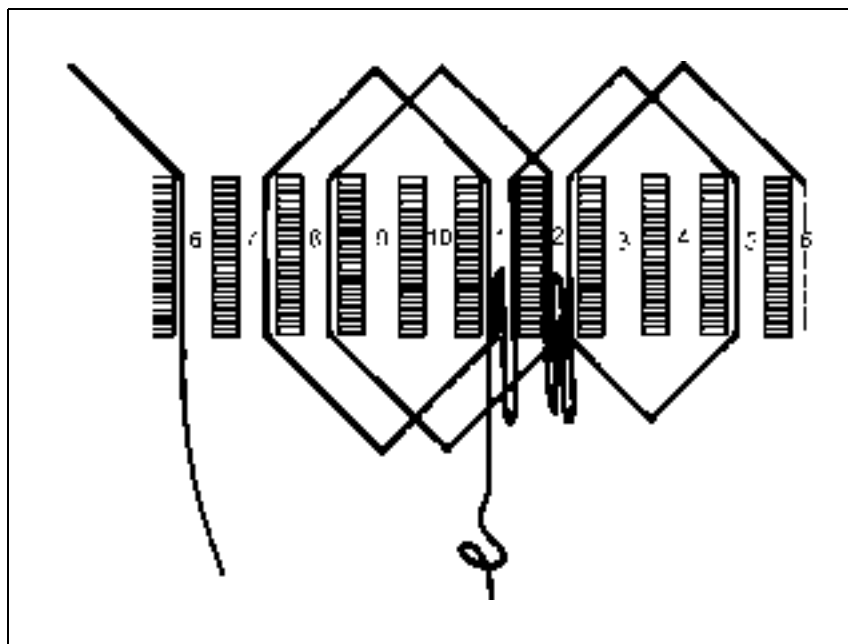
13. Faça a derivação central na ranhura de número 2.



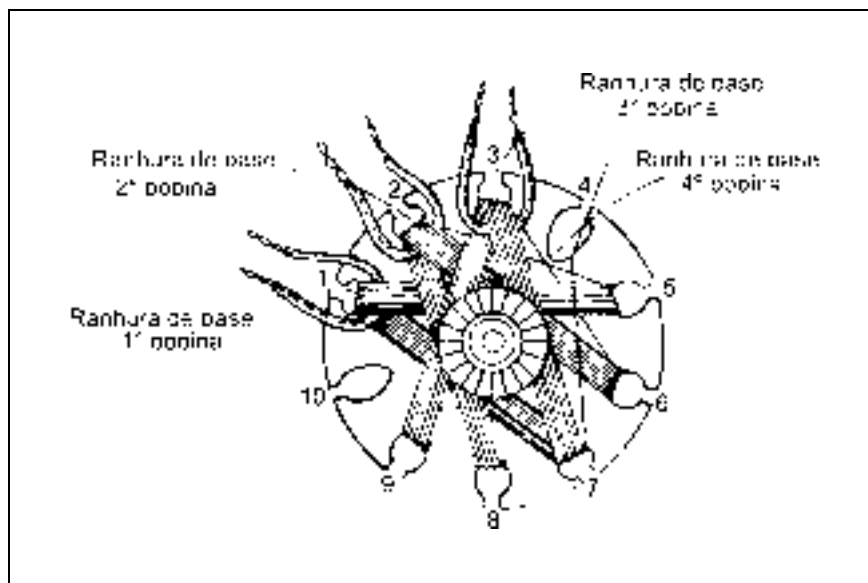
14. Enrole a 2ª seção da 2ª bobina.

Observação

O fio deve entrar pela ranhura de número 2 e voltar pela ranhura de número 6.



15. Enrole todas as bobinas restantes, como mostra a figura a seguir.



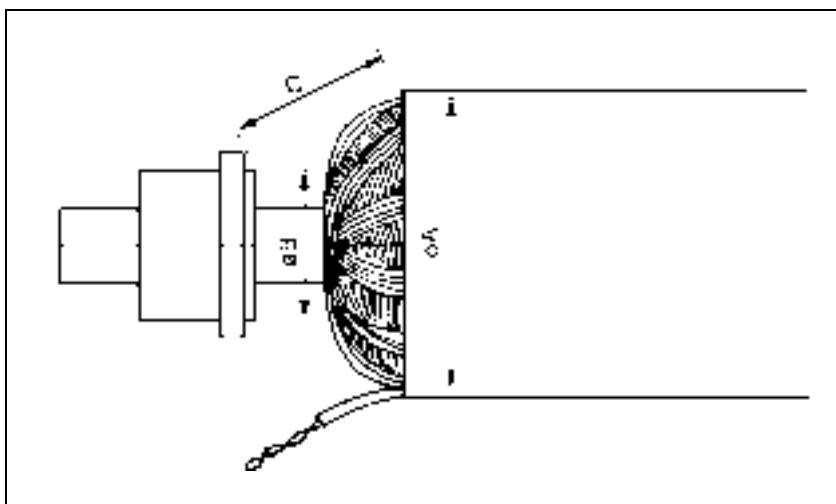
Observações

- Ao colocar dois lados de bobina numa mesma ranhura, isole um do outro com papel isolante.
- A ponta final da última bobina deve ser juntada à ponta inicial da primeira bobina, formando com ela a derivação inicial.

16. Arremate o enrolamento seguindo os mesmos passos encontrados na Lição – Arrematar bobinados.

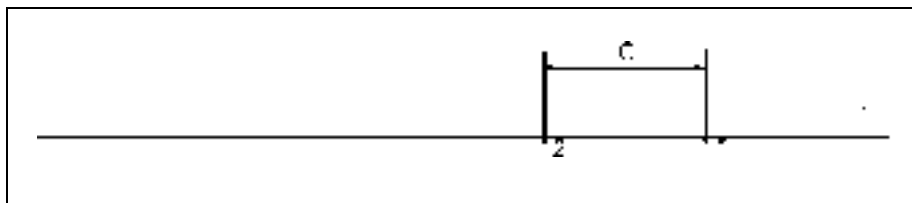
Preparar cone de acabamento

1. Meça o diâmetro maior **A** da cabeceira das bobinas.
2. Anote o valor encontrado no item anterior.
3. Meça o diâmetro **B** do rebaixo atrás do coletor.
4. Anote o valor encontrado no item anterior.
5. Meça a distância **C** entre os pontos extremos dos diâmetros **A** e **B**.



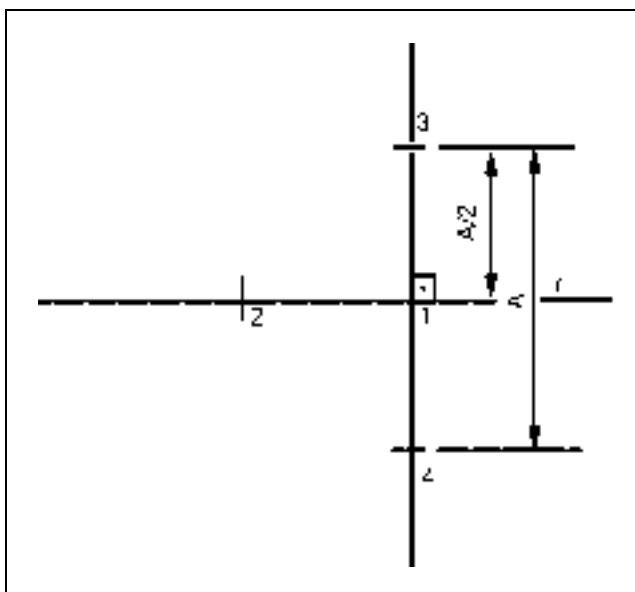
6. Anote o valor encontrado no item anterior.
7. Trace, numa folha de papel, uma reta **r**.

8. Marque, sobre esta reta, os pontos **1** e **2** separados por uma distância igual à **C**, como mostra a figura a seguir.



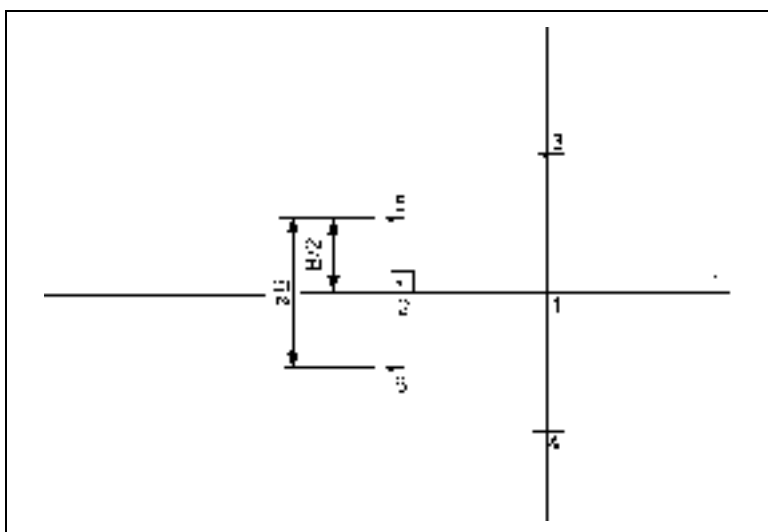
9. Trace uma reta perpendicular à reta **r** pelo ponto **1**.

10. Marque, nesta reta, os pontos **3** e **4** a uma mesma distância **A** do ponto **1**.

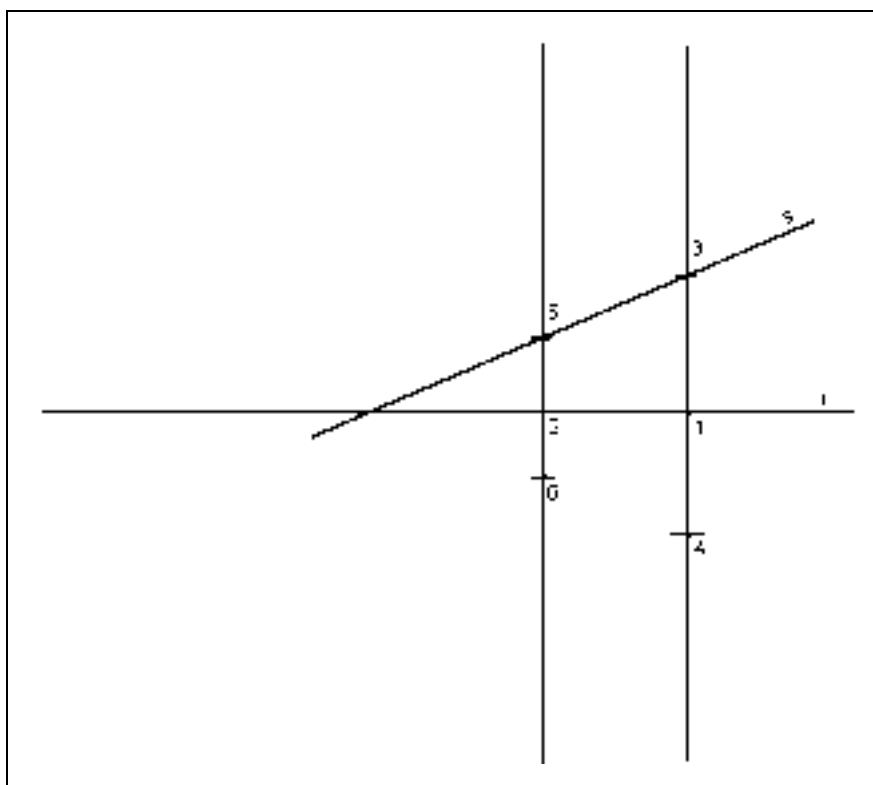


11. Trace uma reta perpendicular à reta pelo ponto **2**.

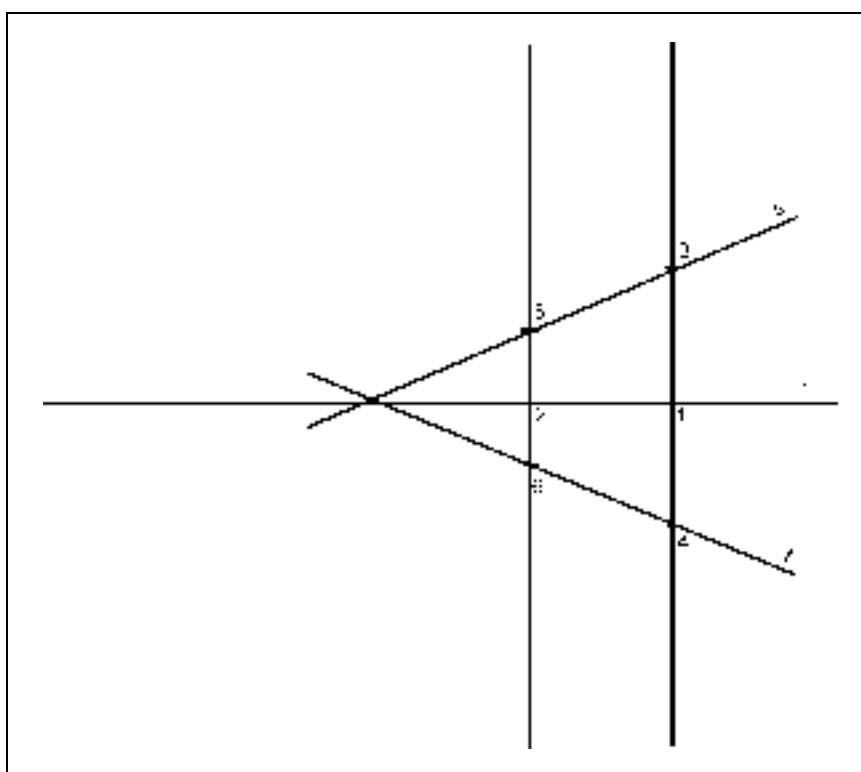
12. Marque, nesta reta, os pontos **5** e **6** a uma mesma distância **B** do ponto **2**.



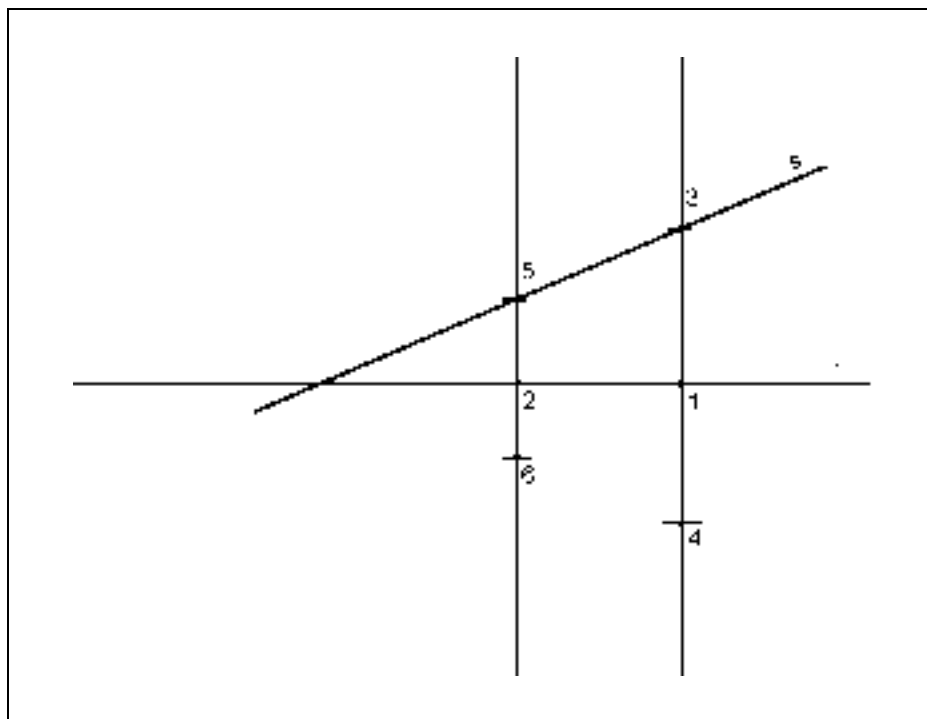
13. Trace a reta s que passa pelos pontos 3 e 5.



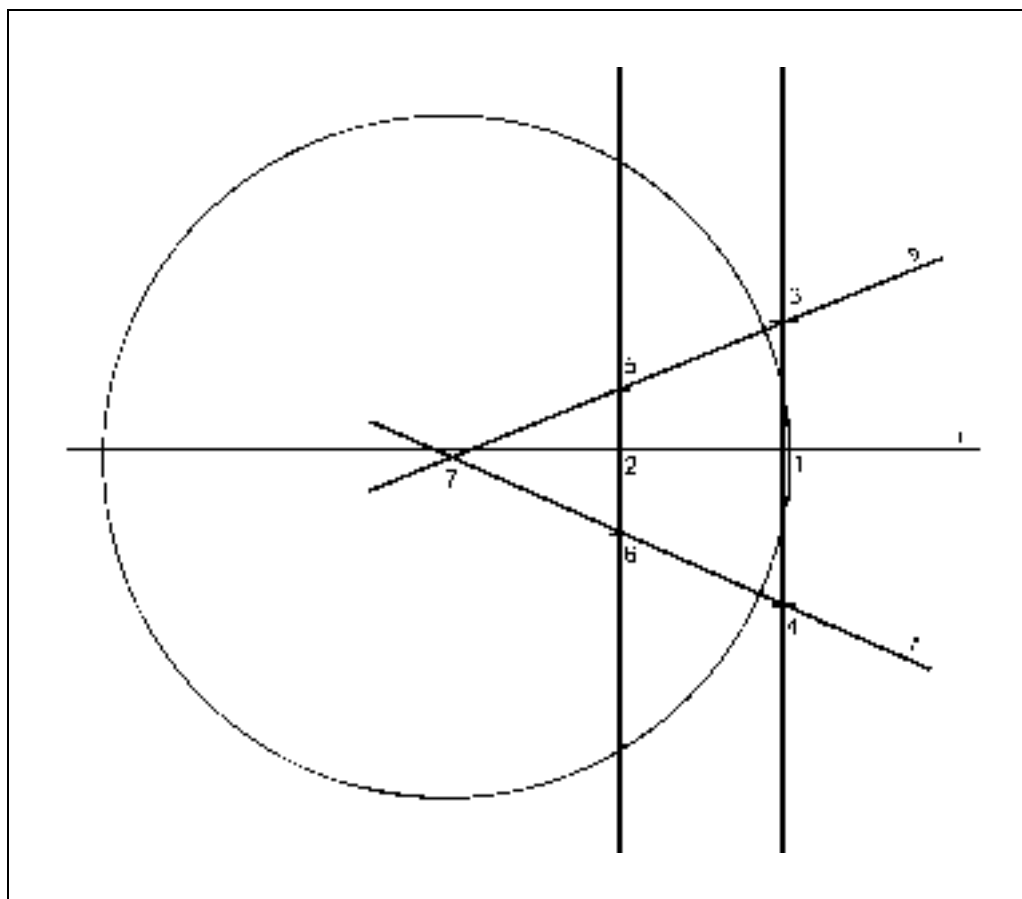
14. Trace a reta t que passa pelos pontos 4 e 6.



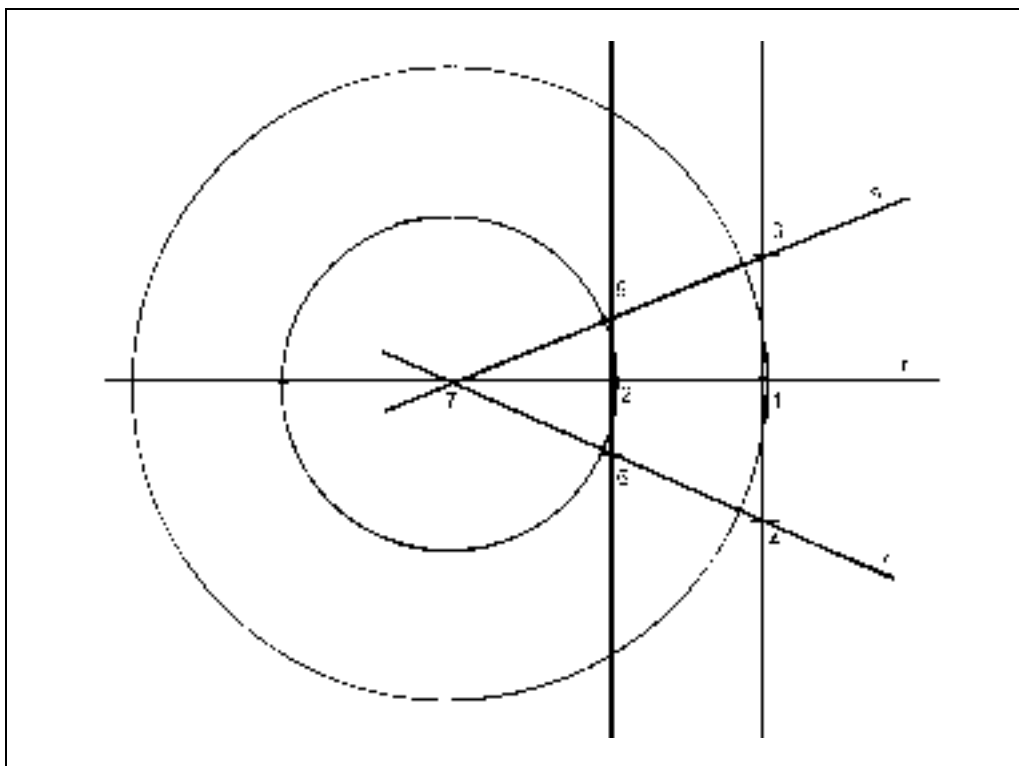
15. Marque o ponto de encontro **F** entre as retas **s** e **t**.



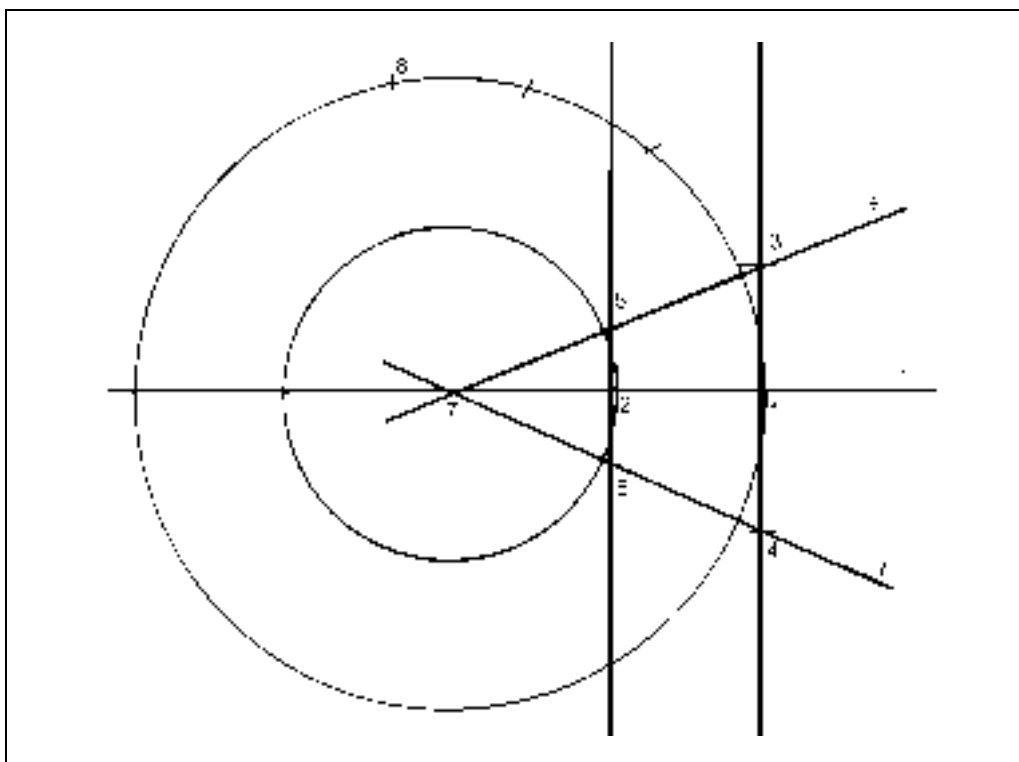
16. Trace o arco de circunferência com centro em **7** e raio igual à distância entre **7** e **1**.



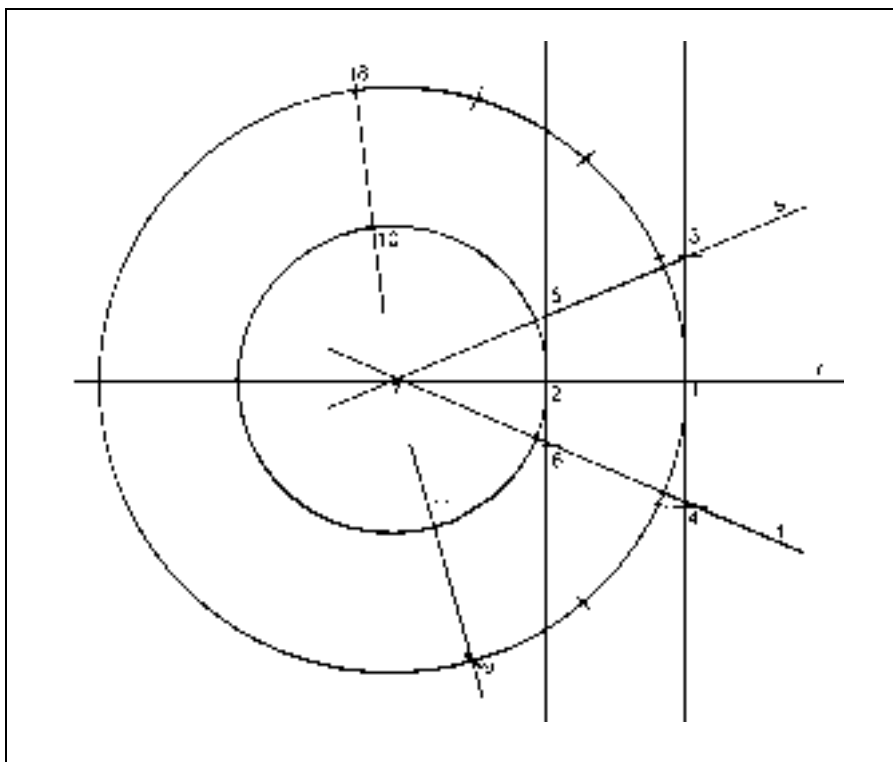
17. Trace o arco de circunferência com centro em **7** e raio igual à distância entre **7** e **2**.



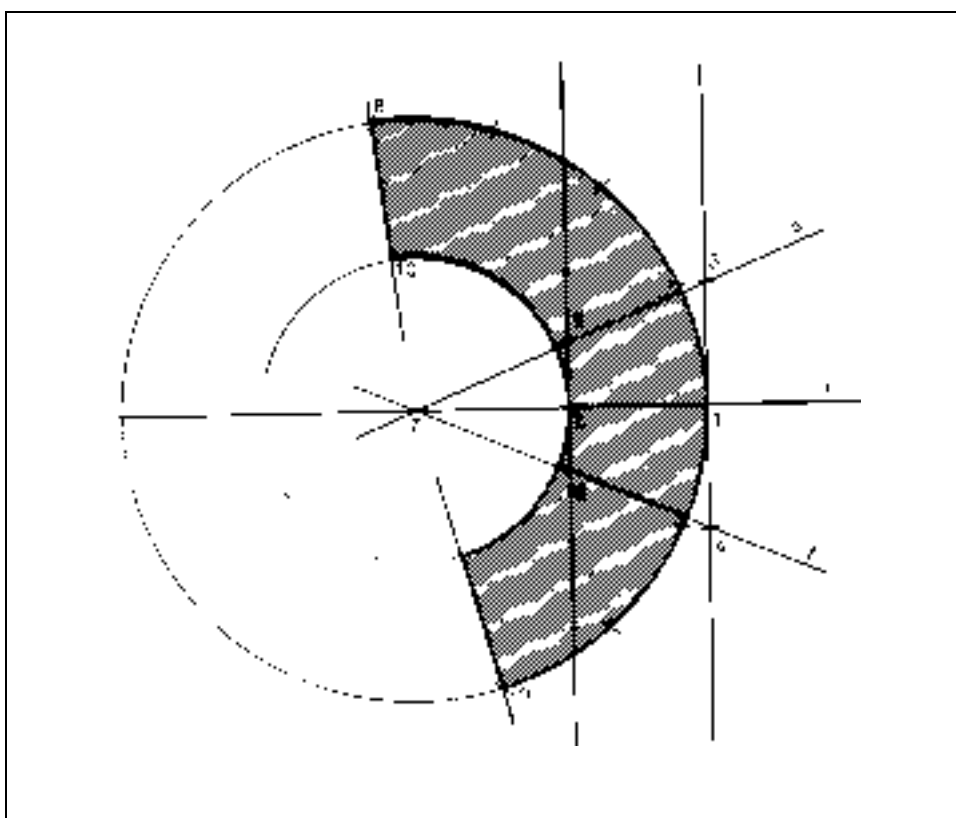
18. Marque, a partir do ponto 1, sobre a circunferência, quatro vezes a distância **A**, obtendo o ponto **B**.



21. Trace a reta que passa pelos pontos 9 e 7 obtendo o ponto 11.



22. Corte, com uma tesoura, o contorno da figura hachurada na folha de papel.

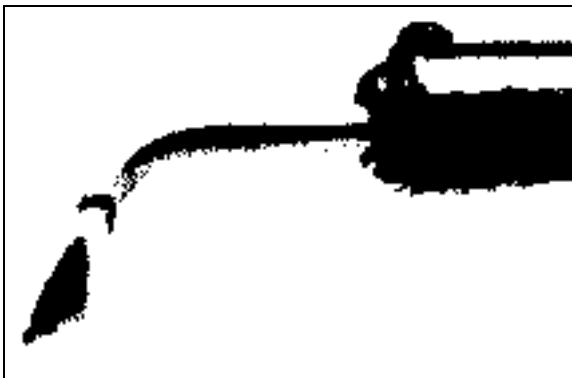


Soldar saídas de bobinas ao coletor

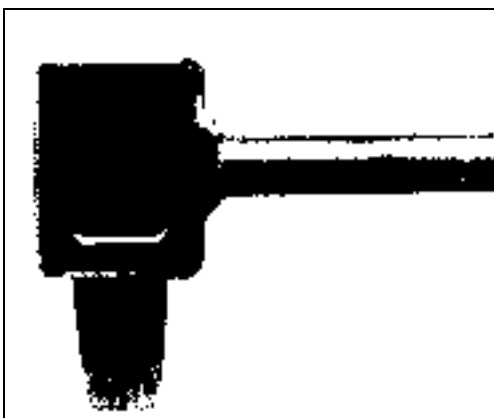
1. Escolha um ferro de soldar proporcional ao tamanho da lâmina.

Observações

Em coletores pequenos, utilize ferros de soldar de 110W.



Em coletores grandes, utilize ferro de soldar de 300W.



Se a ponta do ferro de soldar estiver queimada ou deformada, lime-a para corrigir esses defeitos.

2. Ligue o ferro de soldar à fonte de alimentação.
3. Espere que o ferro de soldar se aqueça.

Observações

- O ferro de soldar está na temperatura ideal quando o estanho colocado na ponta de cobre se espalha facilmente.
 - Se a temperatura é excessiva, formam-se gotículas de solda que não aderem à ponta do ferro de soldar.
4. Coloque a ponta do ferro de soldar em contato firme com a lâmina.
 5. Coloque breu sobre o entalhe.
 6. Espere que o breu derretido escorra através de toda a superfície a ser soldada.
 7. Coloque estanho sobre o entalhe da lâmina.



8. Espere que o estanho derretido escorra através do entalhe.
9. Certifique-se de que o estanho penetrou até o fundo do entalhe.
10. Preencha com estanho todo o entalhe até que ele escorra um pouco sobre a superfície de ressalto da lâmina.
11. Retire o ferro de soldar.

12. Coloque a ponta do ferro de soldar em contato firme com a lâmina seguinte.

13. Repita os passos de números **5 a 12** até terminar de soldar todas as lâminas.

Observação

Não interrompa a soldagem das lâminas, a fim de manter o coletor na temperatura de fusão da solda.

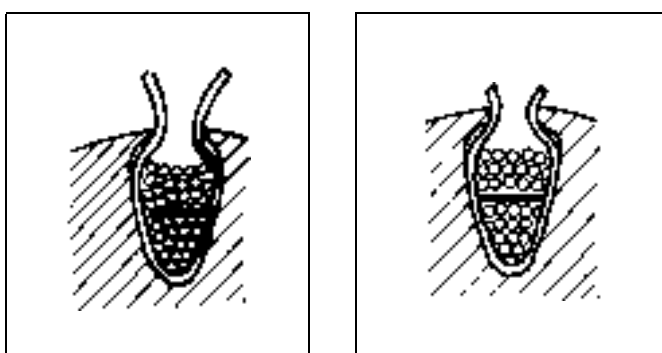
14. Corte os fios rente aos entalhes, com auxílio de uma ferramenta adequada.

Observação

Tome cuidado para não atingir as lâminas do coletor com a ferramenta de corte.

Arrematar bobinado de rotor

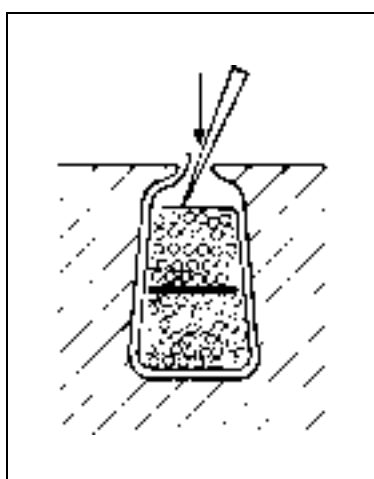
1. Corte o excesso de papel isolante.



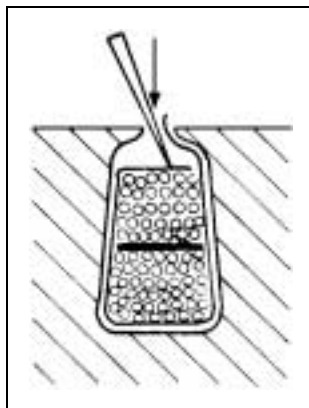
Observação

Deixe as bordas do papel com 2 a 3mm acima da ranhura.

2. Dobre um lado do isolante sobre as bobinas, com a ajuda de uma espátula de fibra.

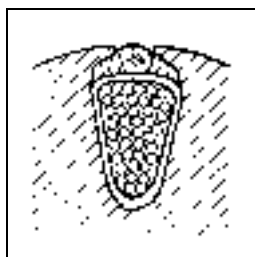


3. Dobre o outro lado da isolante, como mostra a figura a seguir.



4. Preparar as cunhas seguindo os mesmos passos encontrados na Operação - Enrolar bobinas sobre fôrmas isolantes.

5. Instale as cunhas no coletor.



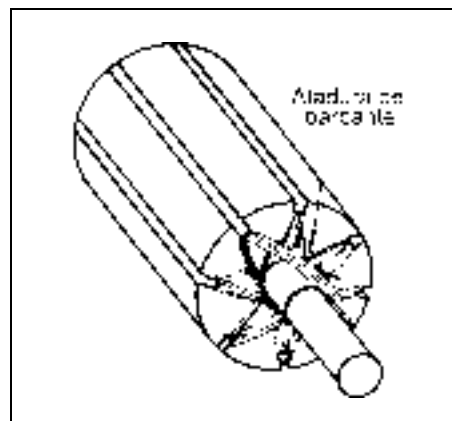
Observação

As cunhas devem entrar bem justas, mas sem serem forçadas. Este procedimento evita danificar o isolante da ranhura e dos condutores.

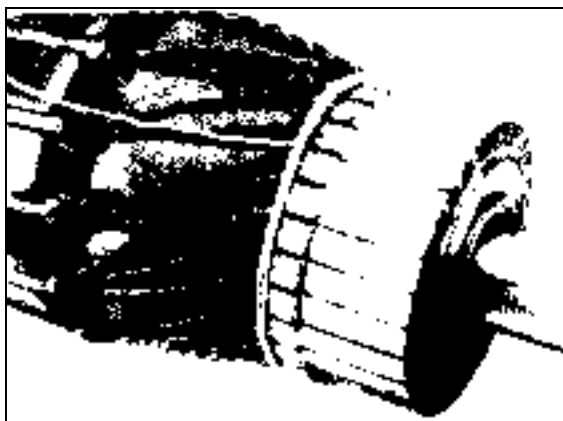
6. Posicione o rotor com as cabeceiras das bobinas voltadas para você.

7. Amarre as duas últimas bobinas ao eixo do induzido.

8. Passe um laço de barbante entre as duas últimas bobinas e o eixo, como mostra a figura ao lado.

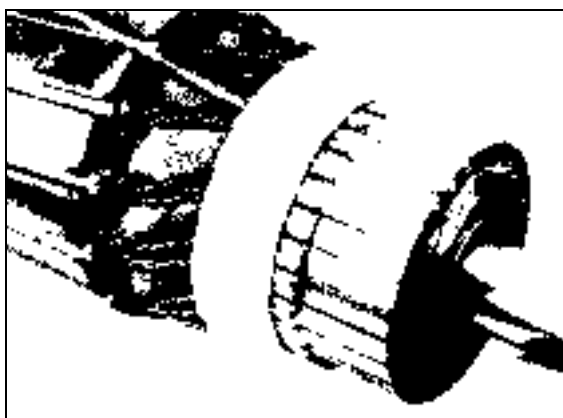


9. Coloque a ponta do barbante enlaçando as pontas das bobinas.



10. Dê várias voltas no cordão até perceber que está bem firme.

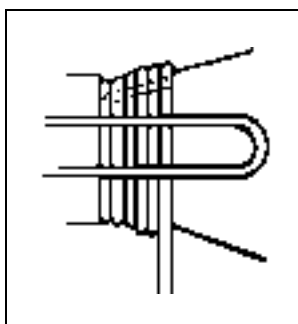
11. Continue o enrolamento com o cordão bem apertado até um pouco mais da metade da distância total.



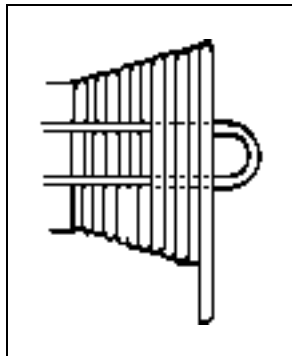
Observação

Evite voltas frouxas ou sobrepostas.

12. Faça um laço com um pedaço de cordão.

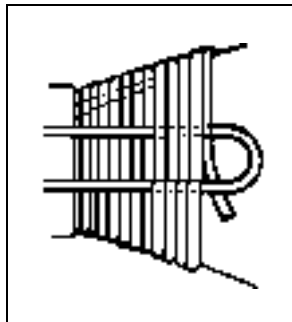


13. Enrole as voltas restantes sobre o laço.

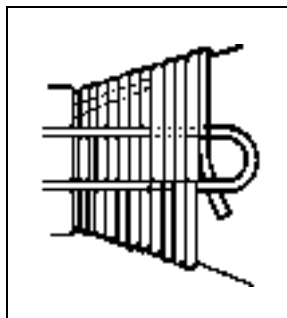


14. Corte o cordão.

15. Enfie a ponta do cordão no laço.

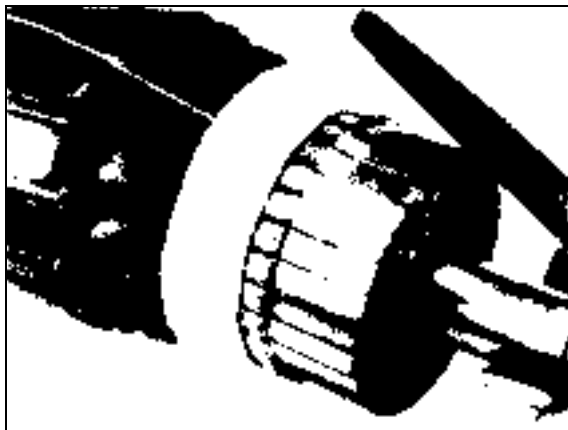


16. Puxe a ponta final do cordão para baixo da amarração, com o auxílio do laço.



Rebaixar mica de coletor laminado

1. Faça um ligeiro entalhe entre duas lâminas do topo do coletor com o auxílio de uma lima triangular.



2. Apoie a ferramenta apropriada no entalhe, mantendo o polegar sobre o coletor.

Observações

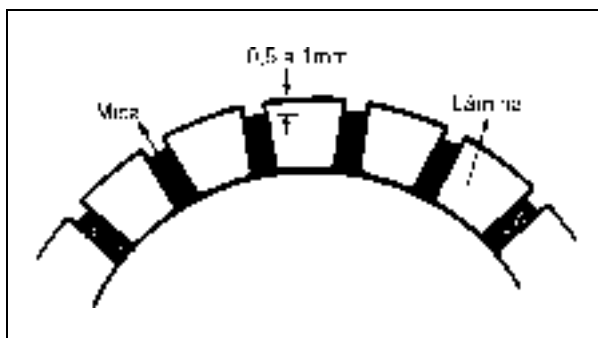
- A ferramenta apropriada pode ser adquirida no comércio ou ser preparada com um pedaço de folha de serra.
 - A largura da ferramenta deve ser ligeiramente inferior à da mica.
3. Avance a ferramenta para que ela percorra a mica em toda a sua extensão.

Observação

Para efetuar o desbaste, os dentes da serra da ferramenta devem estar voltados para a frente, como mostra a figura a seguir.



4. Efetue movimentos de vai-e-vem até que a mica fique de 0,5mm a 1mm abaixo do coletor.



5. Repita os passos de números 1 a 4 em todas as lâminas.
6. Raspe o rebaixo da mica para eliminar as rebarbas e material solto, utilizando um raspador de aço.



7. Repita o passo **6** em todas as ranhuras.
8. Lixe o coletor com uma tira de lixa bem fina até que fique bem liso.
9. Injete ar comprimido seco sobre a superfície do coletor para eliminar o pó.

Precaução.

Use os óculos de segurança para trabalhar com o injetor de ar comprimido.

Localizar falha provocada por contato à massa em um rotor com coletor

- 1 Certifique-se de que o coletor apresenta contato à massa.
- 2 Retire a bandagem com cuidado, começando pela parte oposta ao coletor.
- 3 Levante os condutores de cada bobina.
- 4 Tire o enchimento.
- 5 Levante o início de cada bobina.
- 6 Faça o teste da lâmpada em série no coletor.

Observações

- Se o teste confirmou contato à massa do coletor, execute o passo **7**.
- Se o teste foi negativo, execute o passo **9**.

- 7 Retire o coletor.
- 8 Coloque um outro coletor igual e que esteja em bom estado.
- 9 Faça o teste da lâmpada em série no bobinado.

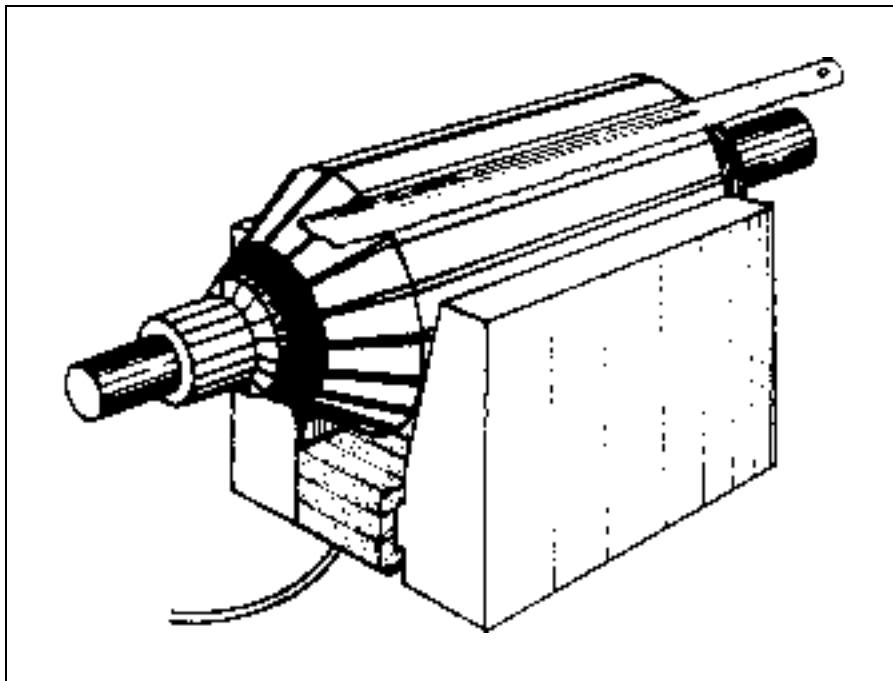
Observações

- Se os teste confirmou contato à massa do bobinado, execute o passo **10**.
- Se o teste foi negativo, a operação terminou.

- 10 Desenrole o bobinado.
- 11 Refaça o bobinado.

Localizar lâminas em curto-circuito

1. Coloque o induzido sobre o provador de induzidos.
2. Alimente o provador com a tensão de trabalho.
3. Coloque na parte superior do induzido uma lâmina de aço paralela ao eixo.



4. Gire o induzido lentamente, com a mão.

Observações

Se a lâmina não vibrar nem for atraída, não há curto-circuito no induzido. Se a lâmina vibrar ou for atraída em alguma ranhura, execute o passo de número 5.

5. Marque com giz as ranhuras do núcleo em que a lâmina foi atraída ou vibrou.
6. Observe as pontas de bobina que saem das ranhuras marcadas com giz.
7. Localize as lâminas onde estas pontas estão soldadas.
8. Faça uma marca nas lâminas localizadas no item anterior.
9. Limpe com cuidado o isolante que separa essas lâminas.
10. Repita os passos **1** e **4**.

Observações

- Se a lâmina não vibrar nem for atraída, o curto-circuito foi eliminado.
- Se a lâmina vibrar ou for atraída nas ranhuras marcadas, efetue os passos seguintes.

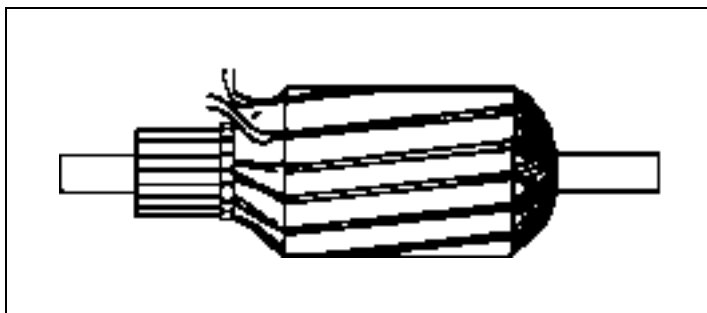
11. Retire a bandagem.
12. Remova a solda entre os condutores e as lâminas marcadas com o ferro de soldar.
13. Aplique o teste da lâmpada em série nas lâminas marcadas.

Observações

- Se a lâmpada acender, há curto-circuito entre as lâminas marcadas. Retorne ao passo **10**.
- Se a lâmpada não acender, o curto-circuito foi eliminado. Está terminada a operação.

Localizar curto-circuito no bobinado de um rotor com coletor

1. Abra as conexões nas extremidades das bobinas.



2. Aplique o teste da lâmpada em série nas extremidades das bobinas.

Observações

- Se a lâmpada não acender, não há curto-circuito.
- Se a lâmpada acender, as bobinas estão em curto-circuito.
- Neste último caso, execute o passo de número **3**.

3. Coloque isolantes no local do curto-circuito.

Observações

- Se não for possível eliminar o curto-circuito entre as bobinas, desenrole a bobina que está causando o curto-circuito.
- Se você conseguir eliminar o curto-circuito, então deverá repetir a operação de localizar falha provocada por contato à massa.

Montar bobinas de campo

1. Passe um lado da bobina pela aba maior do pólo.
2. Amolde esse lado da bobina contra o núcleo do pólo, sem forçar.



Observação

Se for necessário isolar o núcleo com papel isolante, recoloque um isolante igual ao original.

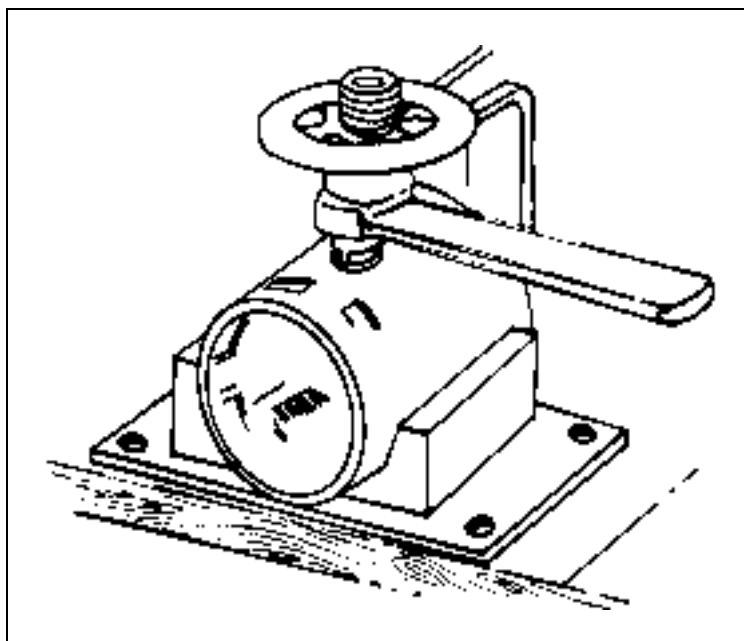
3. Coloque calços de fibra ou de papel sobre a aba da sapata polar, como mostra a figura Ao lado.



4. Monte o outro lado da bobina sem deformá-la.
5. Retire os calçados.
6. Dê a forma definitiva à bobina, utilizando um macete de plástico.
7. Amarre firmemente a bobina contra o núcleo, utilizando uma fita de latão ou um cadarço.



8. Retire o parafuso que prende a massa polar à carcaça, com o auxílio de um dispositivo de remoção de pólos de dínamos, como mostra a figura a seguir.



Observação

Aplique um calço entre as massas polares para evitar uma deformação da carcaça.

9. Proteja a bobina com papel isolante.



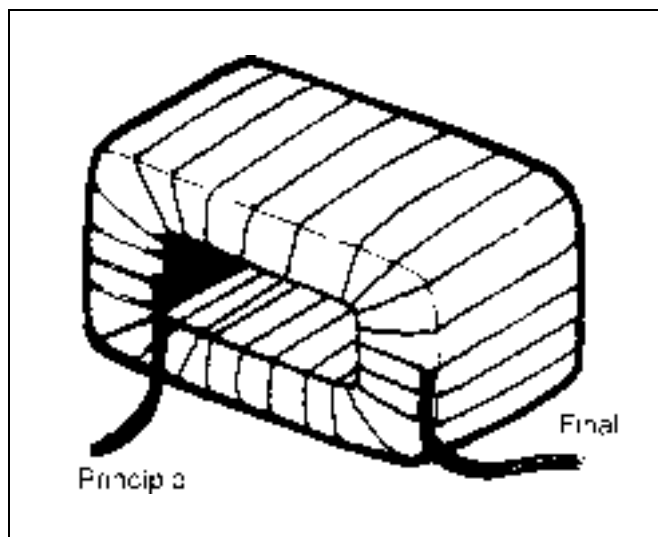
10. Introduza a massa polar na bobina.

11. Aperte o parafuso.

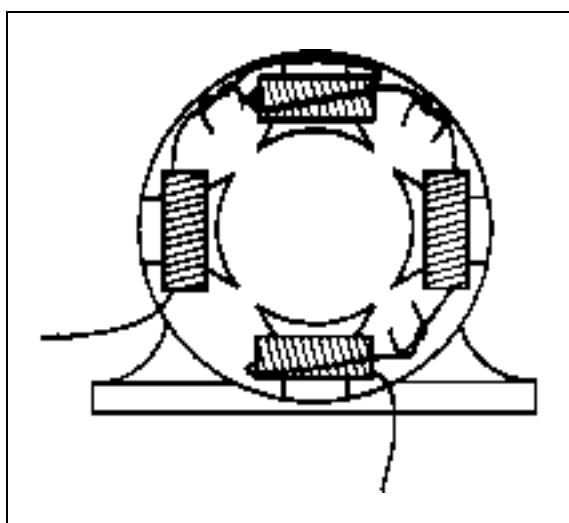
12. Trave o parafuso, utilizando um dispositivo adequado.

Ligar internamente bobinas de campo

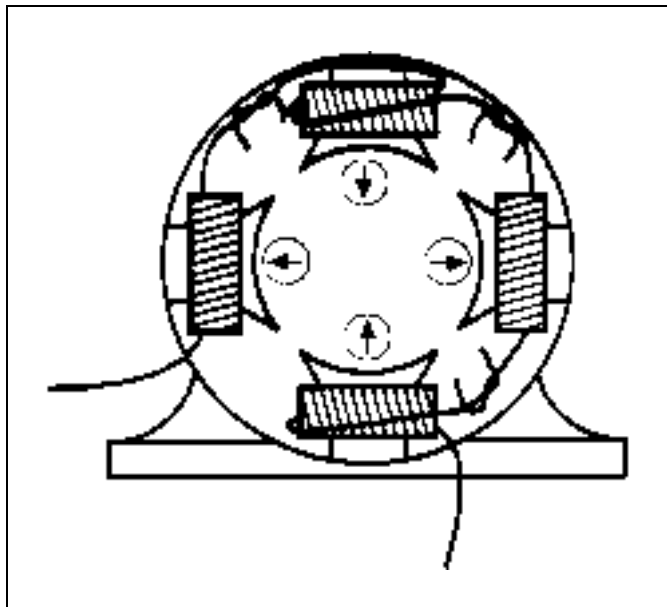
1. Marque cada fio que inicia o enrolamento de cada bobina.



2. Una os terminais das bobinas que não são interligados.

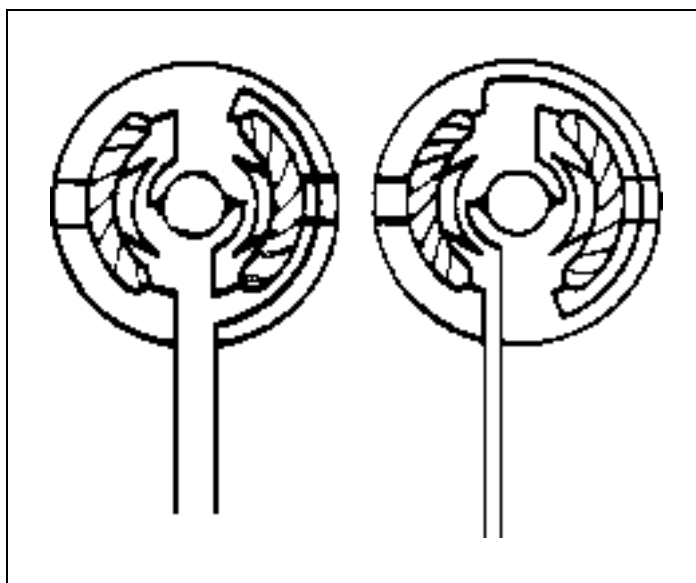


3. Amolde os fios à curvatura da carcaça.
4. Verifique se as ligações satisfazem à direção que deve ter o campo magnético.



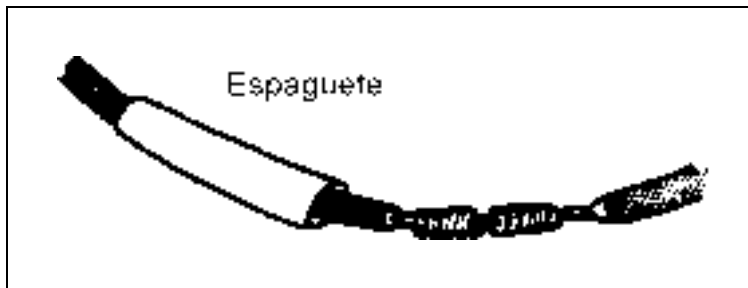
Observações

- Ao lado de um pólo norte deve haver um pólo sul.
- Nos motores universais de dois pólos, a armadura é colocada entre as duas bobinas de campo.



5. Corte o excesso de fio.
6. Desencape um comprimento necessário deste fio.

7. Enfie um espaguete no pedaço de fio maior comprimento.



8. Faça a emenda soldada.
9. Puxe o espaguete até cobrir a emenda.

Observação

O espaguete deve ter cerca de três vezes o comprimento da emenda.

Preparação e bobinagem do rotor do motor universal

Resumo para execução

1. Desmonte o motor.

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Desmontar máquina giratória	<ul style="list-style-type: none"> • Extrator para polia • Martelo de bola • Talhadeira • Jogo de chave de boca fixa • Jogo de chave de canhão • Jogo de chave allen • Saca-rolamento • Tarugo de cobre 	<ul style="list-style-type: none"> • Pincel • Solvente para graxa • Graxa para rolamento

2. Desfaça o bobinado do rotor anotando os dados.

Operação	Ferramentas/instrumentos
Desfazer bobinados de um rotor com coletor laminado.	<ul style="list-style-type: none"> • Lima triangular • Alicates de corte diagonal • Fieira AWG • Alicates universal

3. Prepare o coletor

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Preparar coletor laminado com fio fino.	<ul style="list-style-type: none"> • Ferro de solda • Pincel • Lâmpada • Rebaixador de mica 	<ul style="list-style-type: none"> • Solvente • Estopa

4. Faça o isolamento dos canais.

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Isolar rotor e estator	<ul style="list-style-type: none"> • Tesoura plantiforme, • Tesoura comum • Escala graduada • Riscador • Gabaritos 	<ul style="list-style-type: none"> • Papel isolante de 0,25mm • Papel isolante de 0,50mm • Fibra vermelha de 1/32' • Barbante • Cordonê

5. Faça a bobinagem do rotor.

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Bobinar rotor com bobinas consecutivas	<ul style="list-style-type: none"> • Tesoura • Canivete • Acamador 	<ul style="list-style-type: none"> • Espaguete • Fio magnético • Papel isolante
Bobinar rotor com bobina em V	<ul style="list-style-type: none"> • Alicates de corte diagonal • Alicates de bico 	<ul style="list-style-type: none"> • Cordonê

6. Prepare o cone de acabamento.

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Preparar cone de acabamento	<ul style="list-style-type: none"> • Escala • Compasso de ponta-seca • Tesoura • Riscador 	<ul style="list-style-type: none"> • Papel isolante

7. Solde os fios no coletor.

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Soldar saídas de bobinas ao coletor	<ul style="list-style-type: none"> • Ferro de soldar • Canivete 	<ul style="list-style-type: none"> • Solda

8. Arremate o bobinado.

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Arrematar bobinados	<ul style="list-style-type: none"> • Tesoura • Espátula de fibra 	<ul style="list-style-type: none"> • Papel isolante • Codonê • Bambu seco

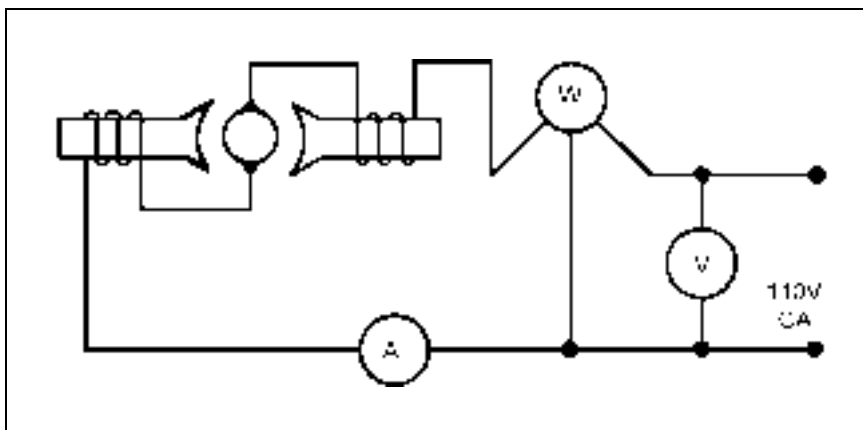
9. Rebaixe a mica.

Operação	Ferramentas/instrumentos	Materiais
Rebaixar mica de coletor laminado	<ul style="list-style-type: none"> • Lima triangular • Rebaixador de mica • Rapador de aço 	<ul style="list-style-type: none"> • Lixa

10. Teste o isolamento e o curto entre espiras.

Operações	Ferramentas/instrumentos	Materiais
<ul style="list-style-type: none"> • Localizar falha provocada por contato à massa • Localizar lâminas em curto-circuito • Localizar curto-circuito no bobinado de um rotor 	<ul style="list-style-type: none"> • Lâmpada em série • Tatu • Lâmina de aço • Ferro de soldar 	<ul style="list-style-type: none"> • Giz • Papel isolante

Ensaiai motor universal em corrente alternada



1. Monte o motor.
2. Monte o circuito conforme o diagrama.
3. Acione o motor à vazio, meça a velocidade e anote.
4. Faça a leitura dos aparelhos e anote suas indicações.
5. Inverta o sentido de rotação do motor e acione-o.

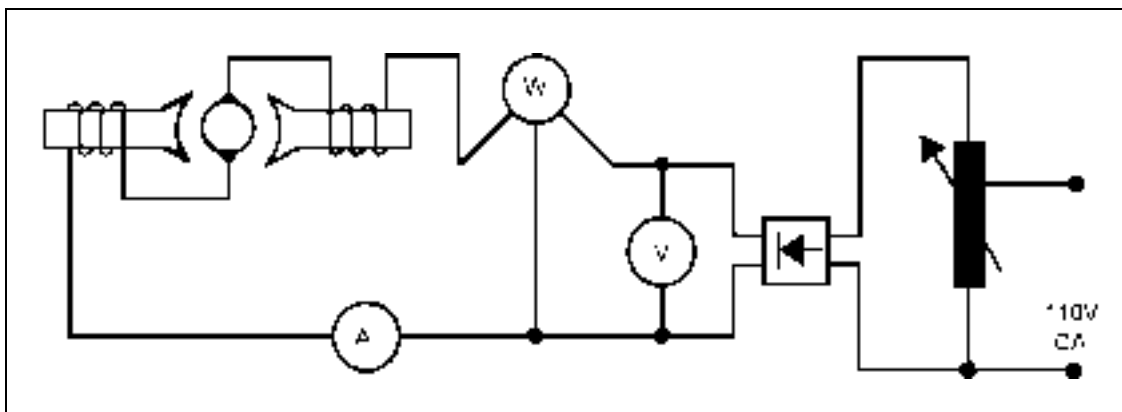
Aparelhos

- Motor universal
- Varivolt
- Voltímetro
- Amperímetro
- Wattímetro
- Tacômetro

Equipamento

- Martelo
- Tarugo de latão
- Chave de fenda

Ensaiai motor universal em corrente contínua



1. Monte uma fonte de corrente contínua variável usando o varivolt monofásico e a ponte retificadora.
2. Aplique C.C. no motor variando a tensão de zero até atingir a corrente nominal do motor.
3. Meça a velocidade e anote as indicações dos aparelhos.

Observação

Faça os testes rapidamente, pois o motor está funcionando a vazio.

Motor universal

1. Assinale com um **X** a alternativa correta.
 - a. Motor universal é um motor que possui:
 - () Grandes dimensões e baixa potência
 - () Pequenas dimensões e baixa potência
 - () Pequenas dimensões e baixa potência

 - b. Um motor universal pode ser obtido a partir de um motor em série se forem aplicadas modificações:
 - () Na sua carcaça
 - () No seu circuito
 - () No seu eixo

 - c. O pacote de placas siliciosas utilizado no bobinado de campo de motor universal tem a finalidade de:
 - () Inverter a polaridade do campo
 - () Cortar o passo das correntes parasitas
 - () Facilitar o torque do eixo do rotor

 - d. O conjunto de engrenagens utilizado dentro das carcaças tem a finalidade de :
 - () Permitir uma maior rpm
 - () Alterar o sentido de rotação do eixo do rotor
 - () Produzir um torque resistente

 - e. Para se inverter o sentido de rotação do eixo do motor universal deve-se inverter:
 - () O sentido da corrente do induzido
 - () A posição das placas de silício
 - () A posição do bobinado

2. Escreva os nomes dos tipos de enrolamentos utilizados em motores universais.

3. Escreva qual é o significado do passo da calagem.

4. Escreva os nomes dos três processos que podem ser utilizados para se fazer um enrolamento imbricado.

5. Escreva qual é o significado do passo do coletor.

6. Escreva por que o enrolamento ondulado é também denominado enrolamento em série.

Ensaiai motor universal

- 1 A resistência de isolação foi:
No induzido e massa _____ $M\Omega$ a $^{\circ}C$
No campo e massa _____ $M\Omega$ a $^{\circ}C$
No induzido-campo e massa _____ $M\Omega$ a $^{\circ}C$

- 2 A resistência dos condutores foi:
No passo do coletor (bobina) _____ $M\Omega$ a $^{\circ}C$
Na posição das escovas _____ $M\Omega$ a $^{\circ}C$

- 3 A rotação à tensão nominal ligada em CA foi:
_____ RPM à direita
_____ RPM à esquerda

- 4 A rotação à tensão nominal ligada em CC foi:
_____ RPM à direita
_____ RPM à esquerda

- 5 Quando alimentado por CA:
A corrente foi _____ A
A tensão foi _____ V
A potência foi _____ W

- 6 Quando alimentado por CC
A corrente foi _____ A
A tensão foi _____ V
A potência foi _____ W

46.15.12.670-5

Aprendizagem Industrial

Eletricista de manutenção

Bobinadeira manual

Montagem de ferro de soldar

Preparação e bobinagem de transformador monofásico

Polarização e ensaio de transformador trifásico

Bobinagem de motor trifásico meio imbricado

Bobinagem de motor trifásico imbricado

Bobinagem de motor trifásico com ligação Dahlander

Bobinagem de motor monofásico de fase auxiliar

Bobinagem de rotor com bobinas pré-moldadas

Preparação e bobinagem de rotor universal

Preparação e bobinagem de armaduras de máquinas c.c.